

А. А. ГОНЧАРОВ, В. Д. КОПЫЛОВ

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

*Допущено
Министерством образования Российской Федерации
в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлению подготовки бакалавров
и магистров «Строительство»*

2-е издание, стереотипное

Москва

АКАДЕМИА
2005

A 1358541

ВВЕДЕНИЕ

Управление качеством продукции базируется на двух основных звеньях: первое — стандартизация продукции и всех переделов технологического процесса, включая методы и средства входного, операционного и приемочного контроля, и второе — метрологическое обеспечение процесса, т. е. обеспечение возможности количественной оценки (измерения) всех параметров процесса с необходимой точностью.

Обоснованное установление основных параметров какого-либо технологического процесса и допусков на эти параметры — первая часть задачи по достижению требуемого качества продукции, которая реализуется в стандартах.

Вторая часть задачи по достижению требуемого качества продукции — выбор измерительных средств, позволяющих контролировать установленные параметры в оптимальном режиме и с необходимой точностью, — решается метрологией.

В строительной отрасли, к сожалению, наблюдается значительное традиционное отставание в области метрологического обеспечения производства. За последние годы произошли коренные изменения в структуре, темпах и объемах строительно-монтажных работ, технологических процессах изготовления строительных материалов и конструкций, возведении зданий и сооружений. Однако средства испытаний физико-механических, теплотехнических и других важнейших свойств материалов, ограждающих и несущих конструкций, контроля соблюдения режимов производства и качества выпускаемой продукции не претерпели существенных изменений.

В строительной отрасли требуются разнообразные измерительные средства для выполнения косвенных измерений на основе использования инфракрасных, рентгеновских и ионизирующих излучений, ультразвука, лазера, принципов магнитной дефектоскопии и др. В последние годы объем выпуска таких средств значительно увеличился. Разработаны методики проведения калибровок таких приборов, построения градуировочных графиков.

Одним из действенных путей повышения качества строительной продукции и работ является их сертификация, осуществляемая аккредитованными соответствующим образом органами. Сертификация проводится по установленным методикам, к органам по сертификации предъявляются определенные требования. Учитывая серьезный вред, наносимый окружающей среде деятель-

ностью человека, большое внимание необходимо уделять экологической сертификации строительной продукции и работ.

Повышение профессионального уровня инженерно-технических работников является одним из факторов, обеспечивающих качество продукции и работ. Существование различных направлений повышения квалификации специалистов позволяет сделать выбор наиболее приемлемого для каждой организации и работника.

Материал, изложенный в учебном пособии, дает возможность студентам строительных специальностей достаточно глубоко изучить состояние и перспективы развития метрологии, стандартизации и сертификации, которые в настоящих условиях являются гарантией обеспечения качества строительства и, как следствие, безопасности людей.

Введение в учебные планы строительных вузов дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» является, безусловно, одним из главных мероприятий, направленных на устранение отставания строительной отрасли в области управления качеством строительства.

Данное учебное пособие даст возможность студентам достаточно полно изучить вопросы метрологии, стандартизации и сертификации, а использование в практической деятельности полученных знаний позволит обеспечить требуемое качество строительной продукции и работ, необходимую долговечность зданий и сооружений, повышение степени безопасности людей и окружающей природной среды.

РАЗДЕЛ I

МЕТРОЛОГИЯ

ГЛАВА 1

ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ МЕТРОЛОГИИ

1.1. Измерения и метрология

Метрология — наука об измерениях, об обеспечении их единства, о методах и средствах достижения требуемой точности. Метрология является теоретической основой измерительной техники. «Наука начинается с тех пор, как начинают измерять» — это высказывание Д. И. Менделеева отражает значение метрологии для познания окружающего мира.

Для выполнения измерений используется измерительная техника, начиная от простейших измерительных средств и кончая сложными измерительными комплексами, позволяющими измерять физические величины с наивысшей точностью.

Точные измерения неоднократно позволяли делать фундаментальные открытия. Повышение точности, расширение диапазонов измерений, повышение быстродействия измерительной аппаратуры позволяют измерять то, что ранее было неизмеримо, и стимулировать появление и развитие новых направлений в науке и технике. В свою очередь, решение научных проблем часто открывает новые пути совершенствования измерений. Оценивая роль метрологии в научно-техническом прогрессе, можно сказать, что чем крупнее научная и техническая проблема, тем большую роль в ее решении играет метрология.

«Измерение есть нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств» — данное лаконичное определение, приведенное в стандарте, конечно, не отражает в полной мере сущность понятия «измерение», но вполне пригодно для прикладной метрологии как науки об обеспечении единства и точности технических измерений. Приведенное определение неоднократно изменялось, и в настоящее время продолжают дискуссии по этому вопросу. Например, в это понятие входят специфические методы количественных оценок в психологии, социологии и др. Вместе с тем некоторые авторы справедливо отмечают, что метрология не распространяется на нефизические величины. Но физические величины также мож-

но оценить количественно, не прибегая к помощи технических средств. Следовательно, понятие «количественная оценка» шире, чем понятие «измерение». В практике количественные оценки физических величин (без применения технических средств) используются достаточно широко, например оценка расстояния (длины) визуально — без применения линейки или рулетки. В строительстве иногда визуально оценивается отклонение от совпадения разметочных рисок, неперпендикулярность и другие геометрические параметры. Возможна также количественная оценка прочности бетона с использованием обычного молотка для удара по изделию и с последующей оценкой высоты звука (на слух) и упругости отскока, воспринимаемого рукой. На одном из заводов ЖБИ мастер ОТК с достаточной точностью определял неравномерность натяжения отдельных проволок в струнопакете на конвейерной линии по производству предварительно напряженных железобетонных шпал путем попеременного оттягивания отдельных проволок пальцами, ориентируясь на комплекс субъективных ощущений, в том числе на звук. При этом предназначение для этой цели измерительное средство применялось крайне редко из-за большой трудоемкости измерений и невозможности обеспечения безопасности при проведении измерения. При забивке железобетонных свай дизель-молотом опытный копровщик оценивает с погрешностью до 1 мм отказ сваи в конце погружения без каких-либо измерительных средств. В приведенных примерах основой для возможности органолептических оценок являлись многократные измерения с помощью технических средств, а необходимость таких оценок вызвана, как правило, несовершенством этих технических средств.

1.2. Специфика измерений в строительстве

В строительстве, начиная с производства строительных материалов и кончая возведением зданий и сооружений, используются измерения различных видов. Измеряют массу и плотность, силу и давление, температуру, параметры электрического тока и другие физические величины. Для измерения основных физических величин используют стандартные измерительные средства с известными метрологическими характеристиками и отработанной организацией поверочных работ. Применяемые измерительные средства имеют, как правило, некоторый запас по точности, т. е. погрешность измерения в 5... 10, а иногда в 20... 30 раз меньше, чем заданный допуск на измеряемый параметр.

Однако при определении специальных свойств различных строительных материалов стандартные измерительные средства применяются в качестве вспомогательных в комплекте со специальными измерительными приборами, разработанными только для данного испытания. Точность определения заданного параметра

при этом зависит, как правило, от ряда специальных операций, выполняемых при испытаниях.

Большинство методов и средств испытаний строительных материалов регламентированы только строительными стандартами и не проходили метрологическую экспертизу. Например, при определении подвижности, жесткости бетонных смесей, морозостойкости бетона, прочности с использованием некоторых неразрушающих методов погрешность измерений остается неизвестной и допуск на определяемый параметр, как правило, не задан. Однако используемые приборы имеют простые и надежные конструкции, и точность определения технологического параметра (например, подвижности) оказывается достаточной для осуществления технологического процесса.

При определении наиболее ответственных функциональных параметров, например прочности бетона при разрушении контрольных кубов, учитываются возможные отклонения от значений, полученных при испытаниях.

Область технологического рассеивания результатов здесь изучена хорошо.

Погрешность стандартного измерительного средства (пресса) ничтожно мала по сравнению с рассеиванием, связанным с неоднородностью материала, и не учитывается при расчете гарантированной прочности.

Качество возведения зданий и сооружений во многом определяется также точностью геометрических параметров, для контроля которых используются в основном стандартные измерительные средства. При этом геодезические средства измерений, как наиболее ответственные, полностью обеспечиваются поверкой. Разработаны новые электронные средства линейно-угловых измерений высокой точности, которые позволяют пересмотреть в сторону уменьшения некоторые допуски на разбивочные работы.

ГЛАВА 2

ОСНОВНЫЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И ТЕРМИНЫ

2.1. Метрологическая терминология

Термин — слово, имеющее специализированное точно ограниченное научное значение. При этом в разных отраслях один и тот же термин может иметь различные значения. Поскольку метрология граничит со всеми отраслями, вопросам терминологии уделяется особое внимание. Установление единства понимания и толкования наиболее общих терминов позволяет избежать ошибок и

искажений терминологического характера. Основные метрологические понятия и термины сформулированы в ГОСТ 16263—70 «Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Термины и определения». К сожалению, в последние годы именно в области метрологической терминологии отмечается большое количество противоречий и разногласий. Эти противоречия вызваны, как правило, существующими различиями в зарубежной и отечественной терминологии и необходимостью их единства.

В 1993 г. вышло 2-е издание Международного словаря основных и общих терминов в метрологии. Основной целью издания словаря явилось создание согласованной международной метрологической терминологии, общей для всех дисциплин.

Некоторые основные метрологические понятия, например «измерение», «физическая величина» и др., в словаре имеют иную трактовку или обозначаются другими терминами, чем в отечественной метрологии. Подобные различия должны постепенно устраняться.

Однако введенный в действие в 2001 г. нормативный документ РМГ 29—99 «ГСИ. Метрология. Основные термины и определения» вызвал справедливую критику, поскольку содержит ряд спорных определений. Наиболее острая дискуссия развернута вокруг термина «неопределенность измерений», связанного с неопределенностью условного истинного значения физической величины, обусловленного, в частности, неадекватностью измерительных моделей рассматриваемым объектам измерений. Вместе с тем новый термин «условное истинное значение», вместо «действительное значение», выглядит более предпочтительным, так как точнее отражает сущность понятия.

Предложены и другие изменения в терминологии и определениях основных метрологических понятий.

2.2. Физическая величина. Единица физической величины. Размер. Значение

Физическая величина — свойство, общее в качественном отношении для многих физических объектов (физических систем, их состояний и происходящих в них процессов), но в количественном отношении индивидуальное для каждого объекта. Так, все физические тела имеют массу, длину, температуру, но у каждого из них размеры этих физических величин различны.

Термин «величина» часто используется как краткая форма основного термина «физическая величина». Это допустимо, если исключается возможность различного толкования. Часто термином «величина» пытаются выразить размер или значение физической величины. Например, говорят: «величина давления», «величина скорости», что, конечно, неправильно.

Следует понимать также, что термин «величина» применим только в отношении тех свойств, которые можно оценить количественно. Вместе с тем термин «физическая величина» шире, чем термин «измеряемая величина». В настоящее время под измеряемой величиной понимается параметр или функционал параметра модели объекта измерений, отражающий то его свойство, количественную оценку которого необходимо получить в результате измерения. Измеряемая величина всегда имеет размерность определенной физической величины, но представляет собой некоторую ее конкретизацию, обусловленную поставленной целью измерения.

Единица физической величины — размер физической величины, которому по определению придано значение, равное единице. Единица физической величины — такое ее значение, которое принимают за основание для сравнения с ним физических величин того же рода при их количественной оценке.

При количественной оценке той или другой физической величины следует употреблять термин «размер». Например: размер давления, размер скорости.

Значение физической величины — выражение размера физической величины в виде некоторого числа принятых для ее единиц. Отвлеченное число, входящее в значение величины, называется числовым значением.

Между размером и значением величины есть принципиальная разница. Размер величины существует реально, независимо от того, знаем мы его или нет. Измерив величину, мы можем выразить ее размер при помощи любой из единиц данной величины. Числовое значение изменяется при применении другой единицы, а размер величины остается неизменным.

2.3. Унификация единиц физических величин, принципы образования систем единиц физических величин

Первоначально единицы физических величин выбирались произвольно, без какой-либо связи друг с другом, что создавало большие трудности. Значительное число произвольных единиц одной и той же величины затрудняло сравнение результатов измерений, произведенных различными наблюдателями.

В каждой стране, а иногда даже в каждом городе создавались свои единицы физических величин. Перевод одних единиц физических величин в другие был очень сложен и приводил к существенному снижению точности результатов измерений.

Кроме указанного разнообразия единиц, которое можно назвать территориальным, существовало разнообразие единиц, применяемых в различных отраслях науки, техники, промышленно-

сти и т. п. В различных отраслях человеческой деятельности создавались новые единицы тех или иных величин, характерных для данной отрасли. Это разнообразие, которое мы называем условно отраслевым разнообразием единиц, к сожалению, существует и в настоящее время.

По мере развития науки, а также международных связей трудности использования результатов измерений возрастали и тормозили дальнейший научно-технический прогресс. Большой ущерб причиняла множественность единиц и науке.

Положение осложнялось еще тем, что соотношения между дольными и кратными единицами были необычайно разнообразны. В качестве примера приведем некоторые единицы длины, площади, объема, массы, применявшиеся в России до Октябрьской революции (по состоянию перед их отменой), и соотношения между ними и метрическими мерами:

- 1 аршин = 16 вершкам = 28 дюймам = 0,71120 м;
- 1 дюйм = 25,4 мм;
- 1 сажень = 3 аршинам = 7 футам = 2,1336 м;
- 1 фут = 12 дюймам = 304,8 мм;
- 1 верста = 500 саженям = 1,0668 км;
- 1 десятина = 2400 квадратным саженям = 10 925 м²;
- 1 четверть = 8 четверикам = 209 дм³ (209,9 л);
- 1 пуд = 40 фунтам = 16,38 кг;
- 1 фунт = 96 золотникам = 409,5 г;
- 1 золотник = 96 долям = 4,266 г.

Во второй половине XVIII в. в Европе насчитывалось до сотни футов различной длины, около полусотни различных миль, свыше 120 различных фунтов.

В 1790 г. во Франции было принято решение о создании системы новых мер, основанных на неизменном прототипе, взятом из природы, с тем, чтобы ее могли принять все нации. Было предложено считать единицей длины длину десятиллионной части четверти меридиана Земли, проходящего через Париж. Эту единицу называли метром. Для определения размера метра с 1792 по 1799 г. были проведены измерения дуги парижского меридиана.

За единицу массы была принята масса 0,001 м³ (1 дм³) чистой воды при температуре наибольшей ее плотности (+4 °С); эта единица была названа килограммом. При введении метрической системы была не только установлена единица длины, взятая из природы, но и принята десятичная система образования кратных и дольных единиц, соответствующая десятичной системе нашего числового счета. Десятичность метрической системы является одним из важнейших ее преимуществ.

Однако, как показали последующие измерения, в 1/4 парижского меридиана содержится не 10 000 000, а 10 000 856 первоначально определенных метров. Но и это число нельзя было считать

окончательным, так как еще более точные измерения могли дать другое значение.

Так как при дальнейших, более точных измерениях земного меридиана могли получиться другие размеры основной единицы длины, в 1872 г. Международной комиссией по прототипам метрической системы было решено перейти от единиц длины и массы, основанных на естественных эталонах, к единицам, основанным на условных материальных эталонах (прототипах).

В 1875 г. была созвана дипломатическая конференция, на которой 17 государств, в том числе и Россия, подписали метрическую конвенцию. В соответствии с этой конвенцией:

- устанавливались международные прототипы метра и килограмма;
- создавалось Международное бюро мер и весов — научное учреждение, средства на содержание которого обязались выделять государства, подписавшие конвенцию;
- учреждался Международный комитет мер и весов, состоящий из ученых разных стран, одной из функций которого было руководство деятельностью Международного бюро мер и весов;
- устанавливался созыв один раз в шесть лет Генеральных конференций по мерам и весам.

Были изготовлены образцы метра и килограмма из сплава платины и иридия. Прототип метра представлял собой платино-иридиевую штриховую меру общей длиной 102 см, на расстояниях 1 см от концов которой были нанесены штрихи, определяющие единицу длины — метр.

В 1889 г. в Париже собралась 1-я Генеральная конференция по мерам и весам, утвердившая международные прототипы из числа вновь изготовленных образцов. Прототипы метра и килограмма были переданы на хранение Международному бюро мер и весов.

После установления международных прототипов метра и килограмма 1-я Генеральная конференция распределила остальные образцы по жребию между государствами, подписавшими Метрическую конвенцию. Россия получила два метра (№ 11 и 28) и два килограмма (№ 12 и 26). Метр № 28 и килограмм № 12 были утверждены в качестве государственных эталонов России. Таким образом, в 1899 г. было завершено установление метрических мер.

Понятие о системе единиц физических величин ввел немецкий ученый К. Гаусс. По его методу построения систем единиц различных величин сначала устанавливают или выбирают произвольно несколько величин независимо друг от друга. Единицы этих величин называют основными, так как они являются основой построения системы единиц других величин.

Основные единицы устанавливают или выбирают таким образом, чтобы, пользуясь закономерной связью между величинами, можно было образовать единицы других величин. Под закономер-

ной связью между величинами подразумевается возможность математически выразить зависимость одной величины от других. Единицы, выраженные через основные единицы, называют производными.

Полная совокупность основных и производных единиц, установленных таким путем, и является системой единиц физических величин.

Обратим внимание на три особенности описанного метода построения системы единиц величин.

Во-первых, метод построения системы не связан с конкретными размерами основных единиц. Устанавливаются или выбираются величины, единицы которых должны стать основой системы. Размеры производных единиц зависят от размеров основных единиц. Например, в качестве одной из основных единиц мы можем выбрать единицу длины, но какую именно — безразлично. Это может быть или метр, или аршин, или дюйм, или любая другая длина. Но производная единица измерения площади, определяемой как площадь квадрата, длина каждой стороны которого равна выбранной единице длины, будет зависеть от того, какая единица длины выбрана. Следовательно, для перечисленных выше единиц длины это будут квадратный метр, квадратный аршин, квадратный дюйм и т. д.

Во-вторых, построение системы единиц возможно для любых величин, между которыми имеется связь, выражаемая в математической форме в виде уравнения.

В-третьих, выбор величин, единицы которых должны стать основными, ограничивается соображениями рациональности и тем, что позволило бы образовать максимальное число произвольных единиц.

Величины, единицы которых принимают за основные, и величины, единицы которых образуются как производные, называют соответственно основными и производными. В этих наименованиях величин есть некоторая условность, так как они зависят от структуры построения системы единиц.

Было сформулировано еще одно дополнительное требование к системе единиц: она должна быть когерентна.

Когерентность (согласованность) системы единиц заключается в том, что во всех формулах, определяющих производные единицы в зависимости от основных, коэффициент всегда равен единице. Это дает ряд существенных преимуществ, упрощает образование единиц различных величин и проведение вычислений с ними.

Первоначально были созданы системы единиц, основанные на трех единицах. Эти системы охватывали большой круг величин, условно называемых механическими. Они строились на основе тех единиц физических величин, которые были приняты в той или иной стране. Предпочтение отдается системам, построенным на

единицах длины — массы — времени как основных. Одной из систем, построенных по этой схеме для метрических единиц, является система метр — килограмм — секунда (МКС).

В научных трудах по физике до сих пор применяется система сантиметр — грамм — секунда (СГС), разработанная в 1861 — 1870 гг. и построенная по той же схеме: длина — масса — время. Система МКС, а также система СГС в части единиц механических величин когерентны.

В течение некоторого времени применяли так называемую техническую систему единиц, построенную по схеме длина — сила — время. При применении метрических единиц основными единицами этой системы является метр — килограмм — сила — секунда (МКГСС). Преимущество заключалось в том, что применение в качестве одной из основных единицы силы упрощало вычисления и выводы зависимостей для многих величин, применяемых в технике. Недостатком являлось то, что единица массы в ней получалась производной и равной приблизительно 9,81 кг. Это нарушало метрический принцип десятичности мер. Вторым недостатком — сходность наименования единицы силы — килограмм — сила и метрической единицы массы — килограмм, что часто приводило к путанице. Третьим недостатком системы МКГСС являлась несогласованность с практическими электрическими единицами.

Некоторое время применялась система единиц метр — тонна — секунда.

Поскольку системы механических единиц охватывали не все физические величины, для отдельных отраслей науки и техники системы единиц расширялись путем добавления еще одной основной единицы. Так появилась система тепловых единиц метр — килограмм — секунда — градус температурной шкалы (МКСГ). Система единиц для электрических и магнитных измерений получена добавлением единицы силы тока — ампера (МКСА). Система световых единиц содержит в качестве четвертой основной единицы канделу (свечу) — единицу силы света.

Серьезные трудности встретились при применении системы СГС для измерения электрических и магнитных величин. Всего было составлено семь видов единиц СГС электрических и магнитных величин.

Большинство указанных недостатков было устранено введением единой универсальной Международной системы единиц (СИ), которая принята в настоящее время большинством стран.

2.4. Измерения, основные характеристики измерений

Измерение — нахождение значения физической величины (параметра) опытным путем с помощью специальных технических средств.

Средства измерений — технические средства, используемые при измерениях и имеющие нормированные метрологические характеристики. В число средств измерений входят меры, измерительные приборы и измерительные установки. К ним относятся также измерительные преобразователи и измерительные принадлежности, которые не могут применяться самостоятельно, но служат для расширения диапазона измерений, повышения точности, передачи результатов на расстояние и т. п.

Особую роль в метрологии играют меры как носители единиц физических величин.

Мера — средство измерений в виде тела или устройства, предназначенного для воспроизведения величины одного или нескольких размеров, значения которых она содержит с необходимой для измерений точностью. Мерами являются, например, гири, мерные колбы, концевые меры длины. Мера позволяет воспроизвести величины, значения которых связаны с принятой единицей этой величины известным соотношением. Некоторые измерительные приборы могут применяться только с мерами.

По способу получения числового значения измеряемой величины все измерения подразделяют на четыре основных вида: прямые, косвенные, совокупные и совместные.

Прямые — это измерения, при которых значение физической величины находят непосредственно из опытных данных, сравнивая измеряемую величину с мерой этой величины или используя измерительные средства, непосредственно дающие значения измеряемой величины (например, измерение длины линейкой, температуры — термометром, массы — взвешиванием и т. д.).

Косвенные — это измерения, при которых размер искомой величины определяют путем прямых измерений других величин, связанных с искомой величиной определенными зависимостями. Например, прочность бетона определяют путем измерения разрушающего усилия и площади поперечного сечения образца или путем измерения времени прохождения через бетон ультразвукового импульса и расстояния между излучателем и приемником.

Совокупные — это производимые одновременно измерения нескольких одноименных величин, при которых искомую величину определяют решением уравнений, получаемых при прямых измерениях различных сочетаний этих величин. Например, состав бетонной смеси определяют путем отбора из одного замеса двух проб, одну из которых взвешивают до и после прокаливания (определяют расход воды), а вторую пробу взвешивают до и после рассева с промывкой и высушиванием (определяют расход песка и щебня). Расход цемента определяют по результатам двух измерений, решая уравнение.

Совместные — это производимые одновременно измерения двух или нескольких неоднородных величин для нахождения зависи-

мостей между ними. Например, для измерения с необходимой точностью прочности бетона ультразвуковым методом предварительно проводят совместные измерения: измеряют скорость ультразвука в бетонных образцах и затем измеряют прочность этих образцов разрушающим методом. С учетом полученной зависимости проводят градуировку ультразвукового прибора или строят градуировочную кривую, которой пользуются в дальнейшем при проведении измерений.

Приведенная классификация весьма условна и не имеет практического значения, поскольку при косвенных, совместных и совокупных измерениях значение величины определяют расчетом исходя из функциональных зависимостей (одной или нескольких), поэтому предложение упростить данную классификацию заслуживает внимания.

Кроме того, измерения, называемые прямыми, выполняют с применением принципиально различных методов: методов сравнения и метода непосредственной оценки.

При использовании методов сравнения в процессе измерения используют меры и измеряемая величина сравнивается с величиной, воспроизводимой мерами (например, взвешивание на рычажных весах или измерение длины линейкой).

При использовании метода непосредственной оценки о значении измеряемой величины судят по показанию измерительного средства, проградуированного в единицах измеряемой величины, с ценой деления, полученной в результате измерительного преобразования на основе функциональной зависимости между преобразуемой и преобразованной величинами. Например, о значении температуры судят по уровню жидкости в трубке или по электрическому сопротивлению датчика (первичного преобразователя). Следовательно, если шкалу измерительного средства (термометра) проградуировать в миллиметрах (омах), то измерение будет косвенным.

Точность измерения — одна из характеристик качества измерения, отражающая близость к нулю погрешности результата измерения. Выражения типа «точность измерения равна 0,1 %» или «результат измерения верен с точностью до 0,001» неправильны — это значение неточности, или погрешности.

Абсолютная погрешность измерения — разность между полученным при измерении (x) и истинным (Q) значениями измеряемой величины:

$$\Delta = x - Q.$$

Относительная погрешность — погрешность, выраженная в процентах или долях значения измеряемой величины:

$$\delta = (x - Q)/Q.$$

Поскольку истинное значение измеряемой величины всегда остается неизвестным, для оценки погрешности измерения вместо истинного используют действительное (условное истинное) значение измеряемой величины, полученное путем многократных или более точных измерений.

2.5. Эталоны единиц физических величин. Проверка средств измерений

Эталон единицы физической величины — средство измерений (или комплекс средств измерений), предназначенное для воспроизведения и хранения единицы данной величины. Назначение эталона единицы физической величины — передача ее размера стоящим ниже по поверочной схеме средствам измерений в общегосударственном или международном масштабе.

Первичный эталон единицы физической величины воспроизводит единицу физической величины с наивысшей точностью. При конкретном применении термина «эталон единицы физической величины» слова «единицы физической величины» заменяют ее наименованием: эталон килограмма, эталон ампера и т. п.

Рабочие эталоны применяются для передачи размера единицы физической величины от первичного или вторичного эталона рабочим средствам измерений, используемым в хозяйственной деятельности, т. е. для выполнения поверочных работ. Применять их для проведения измерений вместо рабочих средств измерений недопустимо.

Отметим, что одним из наиболее существенных изменений в отечественной метрологической терминологии является исключение понятия «образцовые средства измерений» и расширение понятия «рабочие эталоны», применяемого в международном масштабе.

Проверка — совокупность действий, производимых с целью оценки погрешности средств измерений и установления их пригодности. Есливеряемые средства измерений предназначены для применения с учетом поправок к их показаниям, то при проверке определяются значения их погрешностей.

Если же они предназначены для применения без введения поправок (например, весы, используемые в торговле), то при проверке выясняют, не превышают ли их погрешности допустимых значений.

Сличение мер или измерительных приборов — разновидность проверки, при выполнении которой проводится прямое сравнение двух мер или показаний двух измерительных приборов. В большинстве случаев сличение — это сравнение эталонных средств разных разрядов или рабочего средства с эталонным для определения погрешности.

МЕЖДУНАРОДНАЯ СИСТЕМА ЕДИНИЦ (СИ)

3.1. Установление СИ

Наличие ряда систем единиц физических величин, действовавших в мире в первой половине XX в., и большое число внесистемных единиц вызывали значительные неудобства, связанные с пересчетами при переходе от одной системы к другой. Возникла необходимость создания единой универсальной системы единиц, которая охватывала бы все отрасли науки и техники и была бы принята в международном масштабе.

В результате большой работы, выполненной Международным комитетом мер и весов по опросу научных, технических и педагогических кругов многих стран и обобщению результатов опроса, а также в результате работы 9, 10 и 11-й Генеральных конференций по мерам и весам (1948, 1954, 1960 гг.) в 1960 г. была принята Международная система единиц (*Systeme International*), или сокращенно — СИ (*SI*).

Международная система единиц физических величин является наиболее совершенной и универсальной из всех существовавших до настоящего времени. Она охватывает физические величины механики, электродинамики, термодинамики и оптики, которые связаны между собой физическими законами. Преимущества системы СИ настолько сильны, что она за короткое время получила широкое международное признание и распространение. На систему СИ перешли и те страны, в которых ранее использовалось значительное количество национальных единиц (Австралия, Англия, Канада).

С 1970 г. Международное бюро мер и весов (МБМВ) издает документ «Международная система единиц (СИ)». В последнем, шестом, издании учтены решения, принятые МБМВ в 1988, 1989, 1990 гг., и изменения, внесенные Консультативным комитетом по единицам измерения в 1990 г.

В СССР переход к системе СИ начался в 1955 г. утверждением стандартов на отдельные группы физических величин. Однако более широкое внедрение системы произошло только в 1970—1985 гг., начиная с издания массовым тиражом проекта стандарта «Единицы физических величин» и кончая утверждением ГОСТ 8.417—81 (СТСЭВ 1052—78), который определяет наименования, обозначения и правила применения физических величин Международной системы единиц СИ.

Планируется введение нового стандарта взамен ГОСТ 8.417—81, который будет отражать основные изменения, принятые в РФ и странах СНГ.

3.2. Основные единицы СИ

Международная система единиц содержит семь основных единиц: длины — метр, массы — килограмм, времени — секунда, силы электрического тока — ампер, термодинамической температуры — кельвин, силы света — кандела, количества вещества — моль.

При расчетах, если значения всех величин выражены в единицах СИ, в формулы не требуется вводить коэффициенты, зависящие от выбора единиц.

Метр — расстояние, проходимое светом в вакууме за $1/299\,792\,458$ долю секунды.

Килограмм — единица массы, равная массе международного прототипа килограмма, хранимого в Международном бюро мер и весов.

Секунда — интервал времени, в течение которого совершается $9\,192\,631\,770$ колебаний, соответствующих резонансной частоте энергетического перехода между уровнями сверхтонкой структуры основного состояния атома цезия-133 при отсутствии возмущения внешними полями.

Ампер — сила неизменяющегося электрического тока, который, проходя по двум параллельным прямолинейным проводникам бесконечной длины и ничтожно малого кругового сечения, расположенным на расстоянии 1 м один от другого в вакууме, создает между этими проводниками силу, равную $2 \cdot 10^{-7}$ Н на каждый метр длины.

Кельвин — единица термодинамической температуры, равная $1/273,16$ части термодинамической температуры тройной точки воды.

Кандела — сила света в заданном направлении источника, испускающего монохроматическое излучение частотой $540 \cdot 10^{12}$ Гц, энергетическая сила излучения которого в этом направлении составляет $1/683$ Вт \cdot ср $^{-1}$.

Таблица 3.1

Основные единицы СИ

Величина	Единица измерения	Обозначение	
		русское	международное
Длина	Метр	м	m
Масса	Килограмм	кг	kg
Время	Секунда	с	s
Сила электрического тока	Ампер	А	A

Величина	Единица измерения	Обозначение	
		русское	международное
Термодинамическая температура	Кельвин	К	К
Сила света	Кандела	кд	cd
Количество вещества	Моль	моль	mol

Моль — количество вещества системы, содержащей столько же структурных элементов, сколько атомов содержится в 0,012 кг углерода-12.

Основные единицы СИ приведены в табл. 3.1.

3.3. Дополнительные единицы СИ

Международная система единиц включает в себя две дополнительные единицы: плоского угла — радиан; телесного угла — стерadian.

Угловые единицы не могут быть введены в число основных, так как это вызвало бы затруднение в трактовке размерностей величин, связанных с вращением (дуги окружности, площади круга, работы пары сил и т.д.). Вместе с тем они не являются и производными единицами, так как не зависят от выбора основных единиц. Действительно, при любых единицах длины размеры радиана и стерadiana остаются неизменными.

Радян — угол между двумя радиусами окружности, дуга между которыми по длине равна радиусу. Один радиан составляет $57^{\circ} 17' 44,8''$.

Стерadian — телесный угол, вершина которого расположена в центре сферы и который вырезает на сфере поверхность, площадь которой равна площади квадрата со стороной, по длине равной радиусу сферы.

Измеряют телесные углы путем определения плоских углов и проведения дополнительных расчетов по формуле

$$\Omega = 2\pi(1 - \cos \alpha/2),$$

где Ω — телесный угол; α — плоский угол при вершине конуса, образованного внутри сферы данным телесным углом.

Телесному углу 1 ср соответствует плоский угол, равный $65^{\circ} 32'$; углу π ср — плоский угол, равный 120° ; углу 2π ср — плоский угол, равный 180° .

Дополнительные единицы СИ использованы для образования единиц угловой скорости, углового ускорения и некоторых других величин.

Дополнительные единицы СИ

Величина	Единица измерения	Обозначение	
		русское	международное
Плоский угол	РадIAN	рад	rad
Телесный угол	Стерaдиан	ср	sr

На практике плоские углы измеряют, как правило, в угловых градусах, минутах, секундах, которые разрешено использовать наряду с единицами СИ.

Дополнительные единицы СИ приведены в табл. 3.2.

3.4. Производные единицы СИ и внесистемные единицы

Производные единицы системы СИ образуются на основании законов, устанавливающих связь между физическими величинами, или на основании определений физических величин. Соответствующие производные единицы СИ выводятся из уравнения связи между величинами (определяющего уравнения), выражающего данный физический закон или определение, если другие величины выражаются в единицах СИ. Семнадцать производных единиц, имеющих собственные наименования, приведены в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Производные единицы СИ, имеющие собственные наименования

Величина	Единица измерения	Обозначение	Выражение через другие единицы
Частота	Герц	Гц	s^{-1}
Сила	Ньютон	Н	$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
Давление	Паскаль	Па	N/m^2
Энергия, работа, количество теплоты	Джоуль	Дж	$N \cdot m$
Мощность	Ватт	Вт	Дж/с
Количество электричества, электрический заряд	Кулон	Кл	$A \cdot s$
Электрическое напряжение	Вольт	В	Вт/А
Электрическая емкость	Фарад	Ф	Кл/В
Электрическое сопротивление	Ом	Ом	В/А
Электрическая проводимость	Сименс	См	А/В
Поток магнитной индукции	Вебер	Вб	$V \cdot c$

Величина	Единица измерения	Обозначение	Выражение через другие единицы
Магнитная индукция	Тесла	Т	Вб/м ²
Индуктивность	Генри	Г	Вб/А
Световой поток	Люмен	лм	—
Освещенность	Люкс	лк	—
Активность нуклида	Беккерель	Бк	с ⁻¹
Доза излучения	Грэй	Гр	м ² ·с ⁻²

Важнейшие производные единицы СИ для различных областей науки и техники приведены в табл. 3.4.

Таблица 3.4

Важнейшие производные единицы СИ для различных областей науки и техники

Величина	Единица измерения	Обозначение	
		русское	международное
<i>Соппротивление материалов, строительная механика</i>			
Продольная и поперечная силы в сечении бруса	Ньютон	Н	N
Интенсивность распределенной нагрузки, жесткость при распределении и сжатии, жесткость пружины	Ньютон на метр	Н/м	N/m
Напряжение, касательное напряжение, модуль упругости, модуль упругости при сдвиге, предел прочности, сопротивление материала (нормативное, расчетное)	Паскаль	Па	Pa
Градиент напряжения	Паскаль на метр	Па/м	Pa/m
Угловая деформация (деформация сдвига)	Радан	рад	rad
Изгибающий момент, крутящий момент	Ньютон-метр	Н·м	N·m
Интенсивность распределения момента	Ньютон-метр на метр	Н·м/м	N·m/m

Величина	Единица измерения	Обозначение	
		русское	международное
Жесткость при кручении, жесткость при изгибе	Ньютон-метр на радиан	Н · м/рад	N · m/rad
Гибкость пружины	Метр на ньютон	м/Н	m/N
Напор	Метр	м	m
Производительность (подача) насоса	Кубический метр в секунду	м ³ /с	m ³ /s
Расход материала покрытия	Килограмм на квадратный метр	кг/м ²	kg/m ²
<i>Геометрия и кинематика</i>			
Площадь	Квадратный метр	м ²	m ²
Объем, вместимость	Кубический метр	м ³	m ³
Частота	Герц	Гц	Hz
Скорость	Метр в секунду	м/с	m/s
Ускорение	Метр на секунду в квадрате	м/с ²	m/s ²
Угловая скорость	Радиан в секунду	рад/с	rad/s
Угловое ускорение	Радиан на секунду в квадрате	рад/с ²	rad/s ²
Кинематическая вязкость	Квадратный метр на секунду	м ² /с	m ² /s
Объемный расход	Кубический метр в секунду	м ³ /с	m ³ /s
<i>Статика и динамика</i>			
Плотность	Килограмм на кубический метр	кг/м ³	kg/m ³

Величина	Единица измерения	Обозначение	
		русское	международное
Удельный объем	Кубический метр на килограмм	м ³ /кг	m ³ /kg
Удельный вес	Ньютон на кубический метр	Н/м ³	N/m ³
Момент силы, момент пары сил	Ньютон-метр	Н·м	N·m
Момент инерции (динамический момент инерции)	Килограмм-метр в квадрате	кг·м ²	kg·m ²
Момент инерции плоской фигуры	Метр в четвертой степени	м ⁴	m ⁴
Момент сопротивления плоской фигуры	Метр в третьей степени	м ³	m ³
Градиент давления	Паскаль на метр	Па/м	Pa/m
Количество движения (импульс)	Килограмм-метр в секунду	кг·м/с	kg·m/s
Момент количества движения (момент импульса)	Килограмм-метр в квадрате в секунду	кг·м ² /с	kg·m ² /s
Импульс силы	Ньютон-секунда	Н·с	N·s
Массовый расход	Килограмм в секунду	кг/с	kg/s
Динамическая вязкость	Паскаль-секунда	Па·с	Pa·s
Текущность	Паскаль в минус первой степени-секунда в минус первой степени	Па ⁻¹ ·с ⁻¹	Pa ⁻¹ ·s ⁻¹
Ударная вязкость	Джоуль на квадратный метр	Дж/м ²	J/m ²
<i>Теплота и теплотехника</i>			
Температурный градиент	Кельвин на метр	К/м	K/m
Удельное количество теплоты, удельный термодинамический потенциал, удельная теплота фазового превращения, удельная теплота химической реакции	Джоуль на килограмм	Дж/кг	J/kg

Величина	Единица измерения	Обозначение	
		русское	международное
Молярная внутренняя энергия, молярная энтальпия, химический потенциал, химическое сродство	Джоуль на моль	Дж/моль	J/mol
Энтропия системы	Джоуль на кельвин	Дж/К	J/K
Удельная теплоемкость, удельная энтропия, массовая теплоемкость газов	Джоуль на килограмм-кельвин	Дж/(кг·К)	J/(kg·K)
Молярная теплоемкость, молярная энтропия, газовая постоянная (универсальная)	Джоуль на моль-кельвин	Дж/(моль·К)	J/(mol·K)
Объемная теплоемкость газов	Джоуль на кубический метр-кельвин	Дж/(м ³ ·К)	J/(m ³ ·K)
Тепловой поток	Ватт	Вт	W
Тепловой поток на единицу длины	Ватт на метр	Вт/м	W/m
Поверхностная плотность теплового потока	Ватт на квадратный метр	Вт/м ²	W/m ²
Объемная плотность теплового потока	Ватт на кубический метр	Вт/м ³	W/m ³
Коэффициент теплообмена (теплоотдачи), коэффициент теплопередачи	Ватт на квадратный метр-кельвин	Вт/(м ² ·К)	W/(m ² ·K)
Тепловое сопротивление	Квадратный метр-кельвин на ватт	м ² ·К/Вт	m ² ·K/W
Тепловое удельное сопротивление	Метр-кельвин на ватт	м·К/Вт	m·K/W
Теплопроводность	Ватт на метр-кельвин	Вт/(м·К)	W/(m·K)
Температуропроводимость	Квадратный метр на секунду	м ² /с	m ² /s

Величина	Единица измерения	Обозначение	
		русское	народное
Теплота сгорания топлива	Джоуль на килограмм	Дж/кг	J/kg
Удельный расход топлива	Килограмм на джоуль	кг/Дж	kg/J
Излучательная способность (излучательность)	Ватт на квадратный метр	Вт/м ²	W/m ²
Коэффициент лучеиспускания (постоянная в формуле Стефана — Больцмана)	Ватт на квадратный метр-кельвин в четвертой степени	Вт/(м ² ·К ⁴)	W/(m ² ·K ⁴)
<i>Электричество и электротехника</i>			
Плотность электрического тока (поверхностная)	Ампер на квадратный метр	А/м ²	A/m ²
Линейная плотность электрического тока	Ампер на метр	А/м	A/m
Объемная плотность электрического заряда	Кулон на кубический метр	Кл/м ³	C/m ³
Линейная плотность электрического заряда	Кулон на метр	Кл/м	C/m
Поверхностная плотность электрического заряда, поляризованность	Кулон на квадратный метр	Кл/м ²	C/m ²
Электрический момент диполя	Кулон-метр	Кл·м	C·m
Напряженность электрического поля	Вольт на метр	В/м	V/m
Абсолютная диэлектрическая проницаемость, электрическая постоянная	Фарад на метр	Ф/м	F/m
Удельное электрическое сопротивление	Ом-метр	Ом·м	Ω·m
Удельная электрическая проводимость	Сименс на метр	См/м	S/m

Величина	Единица измерения	Обозначение	
		русское	международное
Магнитодвижущая сила, разность магнитных потенциалов	Ампер	А	А
Напряженность магнитного поля	Ампер на метр	А/м	А/м
Абсолютная магнитная проницаемость, магнитная постоянная	Генри на метр	Гн/м	Н/м
Магнитный момент электрического тока, магнитный момент диполя	Ампер-квадратный метр	$A \cdot m^2$	$A \cdot m^2$
Магнитное сопротивление	Ампер на вебер	А/Вб	А/Вб
Магнитная проводимость	Вебер на ампер	Вб/А	Вб/А
<i>Акустика</i>			
Колебательная скорость	Метр в секунду	м/с	м/с
Объемная скорость	Кубический метр в секунду	m^3/c	m^3/s
Звуковое давление	Паскаль	Па	Pa
Акустическое сопротивление	Паскаль-секунда на кубический метр	$Pa \cdot c/m^3$	$Pa \cdot s/m^3$
Удельное акустическое сопротивление	Паскаль-секунда на метр	$Pa \cdot c/m$	$Pa \cdot s/m$
Механическое сопротивление	Ньютон-секунда на метр	$N \cdot c/m$	$N \cdot s/m$
Звуковая мощность	Ватт	Вт	W
Интенсивность звука	Ватт на квадратный метр	Вт/м ²	W/m ²
Плотность звуковой энергии	Джоуль на кубический метр	Дж/м ³	J/m ³
<i>Оптика</i>			
Энергия излучения	Джоуль	Дж	J

Величина	Единица измерения	Обозначение	
		русское	международное
Поток излучения (лучистый поток)	Ватт	Вт	W
Поверхностная плотность потока излучения, энергетическая освещенность (облученность)	Ватт на квадратный метр	Вт/м ²	W/m ²
Энергетическая экспозиция (лучистая экспозиция, энергетическое количество освещения)	Джоуль на квадратный метр	Дж/м ²	J/m ²
Энергетическая сила света (сила излучения)	Ватт на стерадиан	Вт/ср	W/sr
Световой поток	Люмен	лм	lm
Световая энергия	Люмен-секунда	лм·с	lm·s
Освещенность	Люкс	лк	lx
Светимость	Люмен на квадратный метр	лм/м ²	lm/m ²
Яркость	Кандела на квадратный метр	кд/м ²	cd/m ²
Световая экспозиция (количество освещения)	Люкс-секунда	лк·с	lx·s
Освечивание	Кандела-секунда	кд·с	kd·s
Световая эффективность излучения	Люмен на ватт	лм/Вт	lm/W
Фокусное расстояние	Метр	м	m
Оптическая сила	Метр в минус первой степени	м ⁻¹	m ⁻¹
Постоянная Стефана—Больцмана	Ватт на квадратный метр-кельвин в четвертой степени	Вт/(м ² ·К ⁴)	W/(m ² ·K ⁴)

Величина	Единица измерения	Обозначение	
		русское	международное
<i>Молекулярная физика, химия, химическая технология</i>			
Концентрация (число частиц в единице объема)	Метр в минус третьей степени	м^{-3}	m^{-3}
Газовая постоянная (удельная)	Джоуль на килограмм-кельвин	$\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	$\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
Осмотическое давление, парциальное давление	Паскаль	Па	Pa
Проводимость электролита (удельная)	Сименс на метр	$\text{См}/\text{м}$	S/m
Поверхностное натяжение	Ньютон на метр	$\text{Н}/\text{м}$	N/m
Коэффициент диффузии	Квадратный метр на секунду	$\text{м}^2/\text{с}$	m^2/s
Плотность потока жидкости, массовая скорость потока жидкости или газа	Килограмм на квадратный метр-секунду	$\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$	$\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$
Скорость осаждения	Метр в секунду	$\text{м}/\text{с}$	m/s
Насыпная масса материала (масса единицы объема)	Килограмм на кубический метр	$\text{кг}/\text{м}^3$	kg/m^3
Удельная поверхность материала	Квадратный метр на килограмм	$\text{м}^2/\text{кг}$	m^2/kg
Молярная масса	Килограмм на моль	$\text{кг}/\text{моль}$	kg/mol
Молярный объем	Кубический метр на моль	$\text{м}^3/\text{моль}$	m^3/mol
Молярная концентрация	Моль на кубический метр	$\text{моль}/\text{м}^3$	mol/m^3
Скорость химической реакции	Моль на кубический метр-секунду	$\text{моль}/(\text{м}^3 \cdot \text{с})$	$\text{mol}/(\text{m}^3 \cdot \text{s})$
Удельная адсорбция	Моль на килограмм	$\text{моль}/\text{кг}$	mol/kg

Наравне с основными и производными единицами СИ допускается также применение некоторых внесистемных единиц, не входящих ни в одну из принятых систем (табл. 3.5).

Таблица 3.5

Внесистемные единицы, допускаемые к применению наравне с единицами СИ

Величина	Единица измерения	Обозначение	Соотношение с единицей СИ
Масса	Тонна	т	10^3 кг
	Атомная единица массы	а.е.м.	$1,66057 \cdot 10^{-27}$ кг (приблизительно)
Время	Минута	мин	60 с
	Час	ч	3600 с
	Сутки	сут	86 400 с
Плоский угол	Градус	°	$(\pi/180)$ рад = $= 1,745329 \cdot 10^{-2}$ рад
	Минута	'	$(\pi/10\,800)$ рад = $= 2,908882 \cdot 10^{-4}$ рад
	Секунда	"	$(\pi/648\,000)$ рад = $= 4,848137 \cdot 10^{-6}$ рад
Объем	Литр	л	10^{-3} м ³
Длина	Астрономическая единица	а.е.	$1,45598 \cdot 10^{11}$ м (приблизительно)
	Световой год	св. год	$9,4605 \cdot 10^{15}$ м (приблизительно)
	Парсек	пк	$3,0857 \cdot 10^{16}$ м (приблизительно)
Оптическая сила	Диоптрия	дптр	1 м^{-1}
Площадь	Гектар	га	$10\,000 \text{ м}^2$
Энергия	Электрон-вольт	э·В	$1,60219 \cdot 10^{-19}$ Дж (приблизительно)
Полная мощность	Вольт-ампер	В·А	—
Реактивная мощность	Вар	вар	—

3.5. Кратные и дольные единицы

Наиболее прогрессивным способом образования кратных и дольных единиц является принятая в метрической системе мер десятичная кратность между большими и меньшими единицами. Десятичные кратные и дольные единицы от единиц СИ образуются путем присоединения приставок, взятых из латинского,

греческого и датского языков. Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц в СИ и их обозначения приведены в табл. 3.6.

Таблица 3.6

Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц в системе СИ

Множитель	Приставка	Обозначение		Множитель	Приставка	Обозначение	
		русское	международное			русское	международное
10^{18}	Экса	Э	E	10^{-1}	Деци	д	d
10^{15}	Пета	П	P	10^{-2}	Санتي	с	c
10^{12}	Тера	Т	T	10^{-3}	Милли	м	m
10^9	Гига	Г	G	10^{-6}	Микро	мк	μ
10^6	Мега	М	M	10^{-9}	Нано	н	n
10^3	Кило	к	k	10^{-12}	Пико	п	p
10^2	Гекто	г	h	10^{-15}	Фемто	ф	f
10^1	Дека	да	da	10^{-18}	Атто	а	a

3.6. Особенности применения единиц СИ в строительстве

Переход к системе СИ в строительной отрасли завершился до 1990 г. Единицы СИ используются в проектной и нормативной документации. Обучение в средних и высших строительных учебных заведениях ведется только с использованием указанных единиц. Переградуировано большое количество измерительных средств. Однако машины для определения прочностных свойств строительных материалов заменяются на новые медленно и старые градуировки еще не заменены во многих испытательных лабораториях.

Следует отметить, что применявшаяся ранее для оценки напряжений или прочностных свойств материалов единица давления килограмм-сила на квадратный сантиметр была более удобной (более «ощутимой»), чем мелкоразмерная единица паскаль, требующая применения приставки мега. Кроме того, при проведении ряда расчетов теперь требуется вычислять вес конструкций с использованием коэффициента 9,81.

Дополнительные неудобства для производственных лабораторий созданы введением характеристики «класс бетона» по прочности, которая необходима и используется только при расчете

железобетонных конструкций. В производственных условиях при оперативном контроле за набором прочности бетона удобнее пользоваться старой характеристикой «марка» без использования переводного коэффициента 0,778.

ГЛАВА 4

ЭТАЛОНЫ ЕДИНИЦ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

4.1. Основные понятия об эталонах. Классификация эталонов

Для обеспечения единства измерений необходима тождественность единиц, в которых проградуированы все средства измерений одной и той же физической величины. Это достигается путем точного воспроизведения и хранения единиц физических величин и передачи их размеров стоящим ниже в поверочной схеме средствам измерений с помощью эталонов.

Классификация и назначение эталонов, а также общие требования к их хранению и применению определены в ГОСТ 8.057—80 «ГСИ. Эталоны физических величин. Основные положения».

Перечень эталонов не повторяет перечня физических величин. Некоторые величины воспроизводятся с наивысшей точностью путем косвенных измерений, т. е. путем использования эталонов единиц других величин, связанных с первой определенной зависимостью.

По своему назначению и предъявляемым требованиям различают следующие виды эталонов.

Первичный эталон — обеспечивает воспроизведение и хранение единицы физической величины с наивысшей в стране (по сравнению с другими эталонами той же величины) точностью. Первичные эталоны — это уникальные измерительные комплексы, созданные с учетом новейших достижений науки и техники и обеспечивающие единство измерений в стране.

Специальный эталон — обеспечивает воспроизведение единицы физической величины в особых условиях, в которых прямая передача размера единицы от первичного эталона с требуемой точностью не осуществима, и служит для этих условий первичным эталоном.

Первичный или специальный эталон, официально утвержденный в качестве исходного для страны, называется *государственным*. Государственные эталоны утверждаются Госстандартом России, и на каждый из них утверждается государственный стандарт. Государственные эталоны создаются, хранятся и применяются центральными научными метрологическими институтами страны. Точ-

ность воспроизведения единицы физической величины должна соответствовать уровню лучших мировых достижений и удовлетворять потребностям науки и техники. Государственные эталоны нашей страны периодически сличают с государственными эталонами других стран.

Вторичный эталон — хранит размер единицы физической величины, полученной путем сличения с первичным эталоном соответствующей физической величины. Вторичные эталоны относятся к подчиненным средствам хранения единиц и передачи их размеров при проведении поверочных работ и обеспечивают сохранность и наименьший износ государственных первичных эталонов.

По своему метрологическому назначению вторичные эталоны подразделяются на эталоны-копии, эталоны сравнения, эталоны-свидетели и рабочие эталоны.

Эталон-копия — предназначен для передачи размера единицы физической величины рабочим эталонам при большом объеме поверочных работ. Он является копией государственного первичного эталона только по метрологическому назначению, но не всегда является физической копией.

Эталон сравнения — применяется для сличения эталонов, которые по тем или иным причинам не могут непосредственно сличаться друг с другом.

Эталон-свидетель — предназначен для проверки сохранности и неизменности государственного эталона и замены его в случае порчи или утраты. Поскольку большинство государственных эталонов создано на основе использования наиболее устойчивых физических явлений и являются поэтому неразрушаемыми, в настоящее время только эталон килограмма имеет эталон-свидетель.

Рабочий эталон — применяется для передачи размера единицы физической величины рабочим средствам измерений. Это самый распространенный вид эталонов, которые используются для проведения поверочных работ территориальными и ведомственными метрологическими службами. Рабочие эталоны подразделяются на разряды, определяющие порядок их соподчинения в соответствии с поверочной схемой.

До недавнего времени термин «рабочие эталоны» имел более узкое значение (эталон для проверки образцовых средств измерений). В настоящее время (после исключения термина «образцовые средства измерений») термин «рабочие эталоны» приобрел более широкое значение.

Эталонная база России имеет в своем составе 114 государственных эталонов и более 250 вторичных эталонов единиц физических величин. Из них 52 находятся во Всероссийском научно-исследовательском институте метрологии им. Д. И. Менделеева (ВНИИМ, Санкт-Петербург), в том числе эталоны метра, килограмма, ам-

пера, кельвина и радиана; 25 — во Всероссийском научно-исследовательском институте физико-технических и радиотехнических измерений (ВНИИФТРИ, Москва), в том числе эталоны единиц времени и частоты; 13 — во Всероссийском научно-исследовательском институте оптико-физических измерений (ВНИИОФИ, Москва), в том числе эталон канделы; 5 и 6 — соответственно в Уральском и Сибирском научно-исследовательских институтах метрологии.

4.2. Эталоны основных единиц СИ

Эталон единицы времени. Единицу времени — секунду — долгое время определяли как $1/86\,400$ часть средних солнечных суток. Позднее обнаружили, что вращение Земли вокруг своей оси происходит неравномерно. Тогда в основу определения единицы времени положили период вращения Земли вокруг Солнца — тропический год, т. е. интервал времени между двумя весенними равноденствиями, следующими одно за другим. Размер секунды был определен как $1/31\,556\,925,9747$ часть тропического года. Это позволило почти в 1000 раз повысить точность определения единицы времени. Однако в 1967 г. 13-я Генеральная конференция по мерам и весам приняла новое определение секунды как интервала времени, в течение которого совершается $9\,192\,631\,770$ колебаний, соответствующих резонансной частоте энергетического перехода между уровнями сверхтонкой структуры основного состояния атома цезия-133 при отсутствии возмущения внешними полями. Данное определение реализуется с помощью цезиевых реперов частоты.

В 1972 г. осуществлен переход на систему всемирного координированного времени. Начиная с 1997 г., государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерения времени и частоты определяются правилами межгосударственной стандартизации ПМГ 18—96 «Межгосударственная поверочная схема для средств измерений времени и частоты».

Государственный первичный эталон единицы времени, состоящий из комплекса измерительных средств, обеспечивает воспроизведение единиц времени со средним квадратическим отклонением результата измерений, не превышающим $1 \cdot 10^{-14}$ за три месяца.

Эталон единицы длины. В 1889 г. метр был принят равным расстоянию между двумя штрихами, нанесенными на металлическом стержне X-образного поперечного сечения. Хотя международный и национальные эталоны метра были изготовлены из сплава платины и иридия, отличающегося значительной твердостью и большим сопротивлением окислению, однако не было полной уверен-

ности в том, что длина эталона с течением времени не изменится. Кроме того, погрешность сличения между собой платино-иридиевых штриховых метров составляет $+1,1 \cdot 10^{-7}$ м (+0,11 мкм), а так как штрихи имеют значительную ширину, существенно повысить точность этого сличения нельзя.

Успехи физики и техники, требовавшие еще более высокой точности определения линейных размеров, привели к принятию естественного эталона длины.

В 1895 г. 2-я Генеральная конференция по мерам и весам признала, что естественным «свидетелем» размера метра является длина световой волны монохроматического света.

После изучения спектральных линий ряда элементов было найдено, что наибольшую точность воспроизведения единицы длины обеспечивает оранжевая линия изотопа криптона-86. В 1960 г. 11-я Генеральная конференция по мерам и весам приняла выражение размера метра в длинах этих волн как наиболее точное его значение.

Криптоновый метр позволил на порядок повысить точность воспроизведения единицы длины. Однако дальнейшие исследования позволили получить более точный эталон метра, основанный на длине волны в вакууме монохроматического излучения, генерируемого стабилизированным лазером. Разработка новых эталонных комплексов по воспроизведению метра привела к определению метра как расстояния, которое проходит свет в вакууме за $1/299\,792\,458$ долю секунды. Данное определение метра закреплено законодательно в 1985 г.

Новый эталонный комплекс по воспроизведению метра кроме повышения точности измерения в необходимых случаях позволяет также следить за постоянством платино-иридиевого эталона, ставшего теперь вторичным эталоном, используемым для передачи размера единицы рабочим эталонам.

Эталон единицы массы. При установлении метрической системы мер в качестве единицы массы приняли массу одного кубического дециметра чистой воды при температуре ее наибольшей плотности (4°C).

В этот период были проведены точные определения массы известного объема воды путем последовательного взвешивания в воздухе и воде пустого бронзового цилиндра, размеры которого были тщательно определены.

Изготовленный на основе этих взвешиваний первый прототип килограмма представлял собой платиновую цилиндрическую гирю высотой 39 мм, равной ее диаметру. Как и прототип метра, он был передан на хранение в Национальный Архив Франции.

В XIX в. повторно осуществили несколько тщательных измерений массы одного кубического дециметра чистой воды при температуре 4°C . При этом было установлено, что эта масса немного (приблизительно

тельно на 0,028 г) меньше прототипа килограмма Архива. Для того чтобы при дальнейших, более точных, взвешиваниях не менять значения исходной единицы массы, Международной комиссией по прототипам метрической системы в 1872 г. было решено за единицу массы принять массу прототипа килограмма Архива.

При изготовлении платино-иридиевых эталонов килограмма за международный прототип был принят тот, масса которого меньше всего отличалась от массы прототипа килограмма Архива.

В связи с принятием условного прототипа единицы массы литр оказался неравным кубическому дециметру. Значение этого отклонения ($1 \text{ л} = 1,000028 \text{ дм}^3$) соответствует разности между массой международного прототипа килограмма и массой кубического дециметра воды. В 1964 г. 12-я Генеральная конференция по мерам и весам приняла решение о приравнивании объема 1 л к 1 дм^3 .

Следует отметить, что в момент установления метрической системы мер не было четкого разграничения понятий массы и веса, поэтому международный прототип килограмма считался эталоном единицы веса. Однако уже при утверждении международного прототипа килограмма на 1-й Генеральной конференции по мерам и весам в 1889 г. килограмм был утвержден в качестве прототипа массы.

Четкое разграничение килограмма как единицы массы и килограмма как единицы силы было дано в решениях 3-й Генеральной конференции по мерам и весам (1901 г.).

Государственный первичный эталон и поверочная схема для средств измерения массы определяется ГОСТ 8.021—84. Государственный эталон состоит из комплекса мер и измерительных средств:

- национального прототипа килограмма — копии № 12 международного прототипа килограмма, представляющего собой гирию из платино-иридиевого сплава и предназначенного для передачи размера единицы массы гире $R1$;

- национального прототипа килограмма — копии № 26 международного прототипа килограмма, представляющего собой гирию из платино-иридиевого сплава и предназначенного для проверки неизменности размера единицы массы, воспроизводимой национальным прототипом килограмма — копией № 12, и замены последнего в период его сличений в Международном бюро мер и весов;

- гири $R1$ и набора гирь, изготовленных из платино-иридиевого сплава и предназначенных для передачи размера единицы массы эталонам-копиям;

- эталонных весов.

Номинальное значение массы, воспроизводимое эталоном, составляет 1 кг . Государственный первичный эталон обеспечивает воспроизведение единицы массы со средним квадратическим отклонением результата измерений при сличении с международным прототипом килограмма, не превышающим $2 \cdot 10^{-3} \text{ мг}$.

Эталонные весы, с помощью которых производится сходные эталона массы, с диапазоном взвешивания $2 \cdot 10^{-3} \dots 1$ кг имеют среднее квадратическое отклонение результата наблюдения на весах $5 \cdot 10^{-4} \dots 3 \cdot 10^{-2}$ мг.

Эталон единицы температуры. Измерение температуры с момента изобретения термометра Галилеем в 1598 г. основывалось на применении того или иного термометрического вещества, изменяющего свой объем или давление при изменении температуры.

В 1715 г. Фаренгейт создал ртутный термометр и предложил для построения термометрической шкалы две точки: температуру смеси льда с солью и нашатырем, которую он обозначил 0, и температуру тела человека, которую он обозначил числом 96.

В 1736 г. Реомюр предложил для термометрической шкалы другие две постоянные точки, более удобные для воспроизведения: точку таяния льда 0 и точку кипения воды 80.

В 1742 г. Цельсий предложил термометрическую шкалу, в которой расстояние по шкале между точкой таяния льда и точкой кипения воды делилось на 100 частей. Показания термометров такого типа зависели от рода применяемого термометрического вещества, особенностей и условий его теплового расширения.

В 1848 г. Кельвин и независимо от него Д. И. Менделеев предложили построить термодинамическую шкалу температур по одной реперной точке, приняв за нее тройную точку воды (точка равновесия воды, находящейся в специальном герметичном сосуде, в твердой, жидкой и газообразной фазах), которую можно воспроизвести с наименьшей погрешностью (0,0001 К).

Нижней границей температурного интервала в этом случае служит точка абсолютного нуля. Данное предложение полностью было реализовано только в 1954 г., когда после тщательного анализа результатов, полученных в разных лабораториях, признали значение тройной точки воды, равное 273,16 К, а точки таяния льда — 273,15 К. Таким образом, термодинамическая температура является основной и обозначается символом T . Ее единицей служит кельвин (К), определенный как $1/273,16$ часть термодинамической температуры тройной точки воды. Температура (t) в градусах Цельсия ($^{\circ}\text{C}$) определяется по формуле

$$t = T - T_0,$$

где $T_0 = 273,15$ К.

Один градус Цельсия равен одному кельвину.

Поскольку воспроизведение термодинамической шкалы по одной реперной точке представляет значительные трудности, в 1968 г. ввели Международную практическую температурную шкалу (МПТШ-68). Для ее воспроизведения кроме тройной точки воды использовали еще 10 — 11 реперных точек, реализуя состояния равновесия между жидкой и газообразной или твердой и жидкой

фазами чистых веществ. При воспроизведении шкалы в интервале температур, близких к абсолютному нулю, использовали тройную точку водорода ($T = 13,81 \text{ K}$). При температурах, близких к 1000 K , использовали точки затвердения серебра и золота. Точность воспроизведения кельвина (градуса Цельсия) различна в различных интервалах температур. Наименьшая погрешность ($0,0002 \text{ K}$) достигается в тройной точке воды.

В качестве эталонных приборов при воспроизведении шкалы используют платиновый термометр сопротивления ($-259,34 \dots +630,74 \text{ }^\circ\text{C}$) и термопару платинородий-платина ($630,74 \dots 1064,43 \text{ }^\circ\text{C}$).

В 1989 г. вместо МПТШ-68 была принята новая международная практическая температурная шкала МПТШ-90, позволившая повысить точность воспроизведения кельвина в некоторых интервалах шкалы за счет введения дополнительных реперных точек плавления (точка галлия) и затвердевания (точки индия, алюминия, меди).

Во ВНИИМ им. Д. И. Менделеева созданы два государственных первичных и один специальный эталоны, обеспечивающие единство измерений температуры в диапазоне измерений $273,15 \dots 6300 \text{ K}$. Государственная поверочная схема для средств измерения температуры установлена ГОСТ 8.558—93.

Эталон единицы силы электрического тока. Ввиду отсутствия возможности на практике определить размер ампера через количество электричества используются другие физические величины, с которыми электрический ток связан определенными зависимостями. Долгое время за один ампер принимали неизменяющийся ток, который, проходя через водный раствор азотно-кислого серебра, при соблюдении приложенной спецификации выделяет $0,001\,118 \text{ г}$ серебра в одну секунду.

С 1948 г. в качестве эталона ампера были приняты токовые весы, с помощью которых определяли силу взаимодействия между двумя проводниками (в соответствии с определением единицы ампера). Переход к этому эталону был связан с тем, что силу, с которой один проводник действует на другой, можно измерить более точно, чем количество выделенного вещества на электродах.

В настоящее время в связи с введением в метрологическую практику эталонов ома и вольта назначение токовых весов как средства, необходимого для воспроизведения ампера, утратило смысл, поскольку воспроизведение ампера через единицы сопротивления и напряжения повысило точность на два порядка.

Новый государственный первичный эталон ампера состоит из двух комплексов. В первом из них размер ампера воспроизводится через ом и вольт, а во втором — через фарад, вольт и секунду с использованием методов электрометрии.

Эталон и поверочная схема для средств измерения силы тока в диапазоне 30... 110 А регламентированы ГОСТ 8.022—91.

Эталон единицы силы света. С начала XX в. в качестве эталонов силы света использовали электрические лампы накаливания, позволяющие сохранять световые единицы с погрешностью не более 0,1 %. К концу 1930-х гг. были созданы новые световые эталоны, основанные на полном излучателе (абсолютно черном теле). Начиная с 1980 г. кандела воспроизводится путем косвенных измерений. В диапазоне измерений 30... 110 кд среднее квадратическое отклонение результата измерений составляет $1 \cdot 10^{-3}$ кд. Государственный первичный эталон канделы и поверочная схема для средств измерений световых величин непрерывного и импульсно-го излучений регламентированы ГОСТ 8.023—90.

Последняя основная единица системы СИ — моль — не имеет эталона, поскольку является расчетной. Однако в области физико-химических измерений зарегистрированы три государственных эталона, воспроизводящих единицы молярной доли компонентов в газовых средах, объемного влагосодержания нефти и нефтепродуктов, относительной влажности газов.

Зарегистрирован также государственный первичный эталон дополнительной единицы СИ — плоского угла. Эталон состоит из интерференционного экзаменатора для воспроизведения единицы угла, угломерной автоколлимационной установки для передачи размера единицы и 12-гранной кварцевой призмы для контроля стабильности эталона.

Эталон обеспечивает воспроизведение градуса со среднеквадратическим отклонением результата измерений, не превышающим 0,01".

Эталон и поверочная схема для измерения плоского угла регламентированы ГОСТ 8.016—81.

ГЛАВА 5

ПЕРЕДАЧА РАЗМЕРА ЕДИНИЦ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН ОТ ЭТАЛОНОВ РАБОЧИМ СРЕДСТВАМ ИЗМЕРЕНИЙ. ПОВЕРКА, КАЛИБРОВКА

5.1. Общие сведения о передаче размеров единиц физических величин и поверочных схемах

Воспроизведение единиц физических величин с наивысшей точностью осуществляется посредством государственных первичных или специальных эталонов. При этом производные единицы физических величин воспроизводят, как правило, на основании

косвенных измерений других величин с учетом функциональных зависимостей.

Передача размера единицы физической величины рабочим средствам измерений осуществляется при их поверке или калибровке с использованием рабочих эталонов разных разрядов. Размер единицы физической величины передается «сверху вниз» — от более точных СИ к менее точным.

Порядок передачи размера единиц физических величин во всех звеньях метрологической цепи от первичного эталона рабочим эталонам и далее рабочим средствам измерений регламентируется специальными нормативными документами — поверочными схемами, которые определяют перечень используемых эталонных измерительных средств, их соподчинение и методы передачи размера единицы физической величины при проведении поверочных работ.

Основные положения о поверочных схемах приведены в ГОСТ 8.061 — 80 «ГСИ. Поверочные схемы. Содержание и построение». Принцип построения поверочных схем показан на рис. 5.1.

Эталонные средства измерений, изображенные на рис. 5.1 слева, хранятся в подразделениях метрологических служб и используются только для проведения поверочных работ. Использование их для производства измерений в практической деятельности недопустимо. Также недопустимо использование рабочих средств измерений высокой точности для поверки менее точных средств измерений.

Стрелки на рис. 5.1 обозначают передачу размера единиц в соответствии с заданной соподчиненностью. При этом методы передачи (методы поверки) строго регламентированы.



Рис. 5.1. Принцип построения поверочных схем

Поверочные схемы подразделяются на государственные и локальные. *Государственная поверочная схема* распространяется на все средства измерений данной физической величины, подлежащие государственной поверке. *Локальная поверочная схема* разрабатывается для средств измерений, поверяемых в отдельном метрологическом органе или отдельной отрасли. Она не должна противоречить государственной поверочной схеме и может являться ее частью.

5.2. Поверка и калибровка средств измерений

Закон РФ «Об обеспечении единства измерений» от 28.04.93 № 4871 — 1 определяет поверку как совокупность операций, выполняемых органами Государственной метрологической службы или другими уполномоченными на то органами и организациями с целью определения и подтверждения соответствия средств измерений установленным техническим требованиям.

Средства измерений, подлежащие государственному метрологическому контролю и надзору, поверяются при выпуске из производства или ремонта, ввозе по импорту и в процессе эксплуатации.

Допускается продажа и выдача напрокат только поверенных средств измерений. Сотрудник метрологической службы, осуществляющий поверку, должен быть аттестован в качестве поверителя в соответствии с ПР 50.2.012-94.

Результатом поверки является признание пригодности или непригодности средства измерения к применению. Если измерительное средство признано пригодным, то на него и (или) техническую документацию наносится отпечаток поверительного клейма и (или) выдается Свидетельство о поверке. Если измерительное средство признано непригодным, то отпечаток поверительного клейма и (или) Свидетельство о поверке аннулируется и выписывается Извещение о непригодности или делается соответствующая запись в технической документации.

Отдельные аспекты поверочной деятельности регламентированы рядом документов, утвержденных Госстандартом России.

Законом РФ «Об обеспечении единства измерений» от 28.04.93 № 4871 — 1 выведены из оборота термины «ведомственная поверка» и «метрологическая аттестация» средств измерений и введен новый термин «калибровка средств измерений», который определяется как совокупность операций, устанавливающих соотношение между значением величины, полученной с помощью данного средства измерений, и соответствующим значением, определенным с помощью эталона в целях определения действительных метрологических характеристик этого средства измерений. Калибровке подвергаются средства измерений, не подлежащие государственному метрологическому контролю и надзору, т. е. поверке.

Калибровка не является обязательной и осуществляется на добровольной основе. Выполняют калибровку любые метрологические службы, в том числе государственные.

Обязательным условием является «привязка» рабочих средств измерений к государственному (национальному) эталону. Методика калибровки (поверочная схема) должна базироваться на рабочих эталонах, входящих в государственную поверочную схему для данных измерительных средств. Выполнение этого главного условия обеспечивается путем аккредитации калибровочных лабораторий в уполномоченных на это метрологических институтах или органах Государственной метрологической службы.

5.3. Выбор рабочего эталона для поверки рабочих средств измерений

Основной операцией поверки измерительного средства является определение (или оценка) его погрешностей. Если средство измерений применяется без введения поправок, то при поверке определяют, не выходят ли его погрешности за установленные пределы (не превышают ли они допускаемые значения). При поверке средств измерений, применяемых с учетом поправок к их показаниям, необходимо определить значения погрешностей, следовательно, поверка усложняется.

Важно выбрать оптимальное соотношение между допускаемыми погрешностями рабочего эталона и поверяемого рабочего средства измерений. Чем больше это соотношение, тем с большей достоверностью и точностью определяется погрешность рабочего средства измерений.

Однако требования, предъявляемые к рабочему эталону, в некоторой степени противоречивы. Чем точнее рабочий эталон, тем он дороже, сложнее его эксплуатация, ниже надежность (требует более бережного обращения, строгого соблюдения режима применения, более частых поверок). В некоторых случаях замена рабочего эталона другим, имеющим вдвое меньшую погрешность, увеличивает на порядок стоимость поверки. Большое значение имеет постоянство, воспроизводимость показаний рабочего эталона: чем больше вариации (непостоянство) его показаний, тем больше должно быть соотношение погрешностей эталонного и рабочего средств измерений.

В практике это соотношение принимается равным $1:5 \dots 1:10$ при поверке средств измерений, не требующих определения величин поправок, и $1:2,5 \dots 1:5$ при определении поправок к показаниям рабочих средств измерений. При этом учитывают характер погрешностей, метод поверки и допускаемые значения ошибок 1-го и 2-го родов (число неправильно забракованных и число неправильно признанных годными средств измерений по результатам их поверок).

5.4. Способы и методы поверки

Комплектная поверка средств измерений. При комплектной поверке средство измерений поверяют в целом — в полном комплекте всех его составных частей, — и суждение о его пригодности выносят на основании измерений известных или параллельно измеряемых величин. Средство измерений действует при этом так, как оно действовало бы при его практическом применении.

Основными способами комплектной поверки являются непосредственное сличение, сличение мер при помощи компарирующего устройства, поверка по эталонной мере и др. При любых способах поверки основные погрешности следует определять при нормальных (или других нормированных средних) условиях с отклонениями в установленных пределах, так как в термине «основные» заложено указание на эти условия. Основные погрешности являются исходными для оценки работы измерительного средства при других режимах, поэтому они определяются обязательно. Затем устанавливают влияние отдельных параметров внешних условий (например, температуры) на величину погрешности.

Непосредственное сличение (без применения компарирующих приборов) применяют при поверке штриховых мер длины (линейки, брусковые метры, рулетки), мер вместимости (мерные колбы, цилиндры и т.п.). Более широко используют непосредственное сличение показаний поверяемого и эталонного приборов при измерении одной и той же величины, например при погружении эталонного и рабочего термометров в термостат.

Сличение мер при помощи компарирующего устройства значительно повышает точность поверки. Наиболее часто используемые компараторы — это весы (сличение гирь), мосты постоянного и переменного тока (сличение мер сопротивления), компараторы для точных сличений мер длины. Компаратор должен обладать чувствительностью, позволяющей обнаружить изменение измеряемой величины, не превышающее погрешности эталонной меры. Например, для поверки гири 1 кг с допускаемой погрешностью 0,5 г используют эталонную гирю с погрешностью 0,1 г и соответственно весы с ценой деления не более 0,1 г. Другим важным требованием, предъявляемым к компараторам, является стабильность их метрологических характеристик. Для выполнения этого требования используют целый ряд специальных приемов и операций. Контроль стабильности осуществляют при поверке компараторов. Обеспечение высокой точности при выполнении поверок с применением компараторов позволяет широко их использовать при сличении эталонов (рабочих с вторичными и вторичных с первичными).

Поверка по эталонной мере сводится к измерению величины, воспроизводимой эталонной мерой, или к измерению некоторой

величины, которая одновременно сопоставляется со значением эталонной меры. Например, поверка штангенциркуля осуществляется путем «измерения» концевой меры длины, помещаемой между его губками. О погрешности судят по разности между показанием штангенциркуля и значением меры, которое принимается за условно-истинное. Другой пример — поверка циферблатных настольных весов при помощи эталонных гирь, помещаемых на чашку этих весов. Если при этом на шкалу наносятся отметки, соответствующие значениям эталонных гирь, то такая поверка называется градуировкой.

Поэлементная поверка средств измерений. Точность комплектной поверки в большинстве случаев не вызывает сомнений. Однако иногда целесообразнее проводить поверку поэлементно. Поэлементной называют поверку средств измерений, проводимую путем измерения параметров отдельных его частей с последующим вычислением значений измеряемой им величины. Такой способ применим, если закономерности взаимодействия отдельных частей средства измерений точно известны и возможности посторонних влияний на его показания исключены или эти влияния поддаются точному учету.

Одной из причин, побуждающих применять поэлементную поверку, является большая трудоемкость комплектного способа или сложность подбора эталонов для поверки средства измерений при большом разнообразии его показаний.

На практике поэлементную поверку нередко проводят в сочетании с комплектной. Кроме отдельных частей средства измерений и расчета погрешностей производят его комплектную поверку при некоторых характерных показаниях. Например, при поверке грузопоршневого манометра кроме сличения его показаний с показаниями грузопоршневого манометра более высокого разряда отдельно определяют массы накладываемых грузов. При поверке многодиапазонных вольтметров можно осуществить комплектную поверку прибора на всех диапазонах измерения. Можно также, проведя тщательную поверку в одном или двух диапазонах измерения и измерив значения добавочных сопротивлений и сопротивления измерительного механизма, вычислить поправки (или поправочные множители) для других диапазонов.

Поэлементная поверка в ряде случаев оказывается целесообразной для сложных средств измерений, в частности таких, которые состоят из компарирующего устройства с встроенными в него мерами.

Поверка измерительных приборов сравнения. Компараторы (измерительные приборы сравнения) также подлежат поверке. Компараторы не дают показаний, выраженных в тех или иных единицах, что обуславливает специфические особенности их поверки. Задача, которая ставится при их поверке, сводится к выявлению

тех погрешностей, которые может внести в результаты измерений прибор сравнения при различных условиях его применения. Проверка приборов сравнения часто осуществляется поэлементно. Так как прибор сравнения является устройством, устанавливающим определенное отношение между значением измеряемой величины и значением меры, то в первую очередь проверке подлежит правильность воспроизведения им этого отношения. Правильность плеч можно определить путем пробных сличений двух мер с известными значениями или путем измерения отдельных элементов, образующих плечи прибора сравнения.

Например, правильность отношения плеч в равноплечих (1:1) или неравноплечих (1:100 и более) весах определяется путем наложения образцовых гирь на грузоприемные площадки. Учитывая особенности конструкции опор и рычагов, эти гири располагают на различных участках площадок, имитируя таким образом возможные случаи неравномерного распределения взвешиваемых масс. Необходимо, чтобы отношение плеч не нарушалось, вернее, чтобы это нарушение не выходило за установленные пределы.

Отношение плеч в электроизмерительных мостах проверяют путем сравнения с отношением сопротивлений эталонных мер или путем измерения отдельных элементов (сопротивлений), составляющих плечи. Последний путь выбирают в том случае, если число возможных отношений плеч достаточно велико. Если сопротивления плеч не предназначены для применения в качестве мер сопротивления, то точные значения сопротивлений могут быть неизвестны; необходимо лишь, чтобы их отношения соответствовали номинальным значениям отношений плеч.

Проверка измерительных преобразователей. Основной характеристикой измерительных преобразователей является отношение между значениями измеряемой величины на их входе и выходе. Эти величины не только могут отличаться размером, но и быть разнородными.

Проверка правильности отношения, т. е. соответствия их номинальному значению, является важнейшей операцией проверки измерительных преобразователей. Определение действительного значения отношений в преобразователях напоминает определение отношений плеч в приборах сравнения. При поэлементной проверке измеряют отдельные части преобразователя, а затем вычисляют отношение. При комплектной проверке преобразователи проверяют в действии, причем и на их входе, и на выходе производят измерения с помощью эталонов. Отношение показаний этих средств измерений (если необходимо, после введения поправок) принимают за действительный коэффициент (отношение) преобразования.

В некоторых случаях проверку осуществляют путем сличения с более точным преобразователем (например, проверка измеритель-

ных трансформаторов электрического тока и напряжения). Такой способ эффективнее, однако при этом приходится использовать эталонные преобразователи, которые сами требуют более точной поверки.

Существует еще один путь поверки преобразователей, который заключается в преобразовании измеряемой величины с помощью относительно легко поверяемых элементов. Например, при поверке измерительных трансформаторов для преобразования тока или напряжения применяют шунты или делители напряжения.

Операции, выполняемые при поверке. Внешний осмотр средства измерений и проверка его исправности выходят за рамки понятия «поверка». Однако в практике под поверкой понимают совокупность операций как по определению погрешностей, так и по проверке исправности средств измерений. Это связано с тем, что большинство из этих операций позволяет убедиться в отсутствии неисправностей, которые могут нарушить нормальные действия или увеличить их погрешности. Например, при поверке весов определяют твердость рабочих поверхностей стальных призм и опор для них, называемых подушками. Заново изготовленные или отремонтированные весы могут хорошо работать и в том случае, если их призмы и подушки изготовлены из «мягкого» материала (недостаточно закаленной стали). Однако через некоторое время такие весы потеряют чувствительность, нарушится их равноплечность и т. п. Поэтому определение твердости стальных призм и подушек является составной частью поверки весов.

Внешний осмотр средств измерений в большинстве случаев является очень существенной операцией. Нередко при этом можно обнаружить кажущиеся на первый взгляд незначительными дефекты, снижающие надежность средства измерений, предназначенного для эксплуатации в течение длительного времени.

Частым повреждением являются трещины на стекле, закрывающем шкалу или другие части измерительного прибора. Как ни кажутся плотно сомкнутыми края трещины, через нее проникает пыль, которая, осаждаясь на трущихся частях механизма, может ускорить их износ и увеличить трение.

В ряде измерительных приборов при внешнем осмотре проверяют уравновешенность подвижной части.

В приборах, снабженных уровнем, проверяют правильность и прочность крепления уровня и определяют его чувствительность.

Здесь приведены лишь немногие примеры дополнительных операций поверки. В нормативной документации по поверке конкретных средств измерений они перечисляются подробно. Эти операции имеют не меньшее значение, чем определение погрешностей. Большая часть из них имеет значение для обеспечения надежности показаний средств измерений на длительный срок.

ГЛАВА 6

ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

6.1. Основные понятия

Степень приближения результата измерения к истинному значению определяется размером погрешности (разностью между полученным при измерении и истинным значениями величины), т. е. качеством измерений характеризуется их погрешностями.

Поскольку истинное значение измеряемой величины остается неизвестным, неизвестны также и погрешности измерения. Поэтому для определения размеров погрешностей используют условно-истинное значение физической величины, полученное, как правило, в результате более точных измерений или другими методами. Единицы физических величин воспроизводятся с высокой точностью с помощью государственных первичных эталонов и передаются «вниз» эталонным средствам измерений, а от них — рабочим средствам измерений с некоторой потерей точности на каждой ступени передачи (при каждой поверке). При этом значение величины, воспроизводимой эталонным средством измерения при поверке, всегда принимается в качестве условно-истинного значения величины и по нему оценивается погрешность поверяемого средства измерений.

Изучение причин возникновения погрешностей и уменьшение размеров погрешностей — одна из главных задач практической метрологии, поэтому понятие «погрешность» — одно из центральных в метрологии.

6.2. Классификация погрешностей измерений

В зависимости от причин и места возникновения погрешности подразделяют на следующие группы: инструментальные, методические, субъективные.

Инструментальная погрешность — это погрешность применяемого средства измерения. Если применяется стандартное СИ, прошедшее поверку, то интервал, в котором находится эта погрешность, известен с заданной вероятностью.

Методическая погрешность обусловлена несовершенством применяемого метода измерения. На ее величину оказывают влияние несовершенство принятой измерительной модели, способ применения измерительного средства, алгоритмы, по которым вычисляют результат измерения и другие факторы, не связанные со свойствами применяемого измерительного средства. Методическая погрешность не может быть указана в нормативно-технической документации на используемое средство измерений, так как от

него не зависит, и должна определяться в каждом конкретном случае путем специальных исследований (анализа измерительной схемы). Несовершенство применяемого метода измерений (неправильная оценка возникающей методической погрешности) неоднократно приводило к ошибочным выводам при проведении научно-исследовательских работ. Например, для оценки внутренних напряжений в твердеющем бетоне использовали мембранные датчики с деформативностью, в несколько раз превышающей деформативность бетона. В результате фактически измеряли не наибольшее внутреннее давление, а остаточное давление на контакте с мембраной после ее деформации.

Субъективная погрешность (погрешность оператора) обусловлена недостаточной квалификацией или индивидуальными особенностями оператора, выполняющего измерения, и связана с тщательностью выполнения правил всех измерительных операций. Эта погрешность не всегда поддается правильной оценке.

В отдельную группу выделяют погрешности, обусловленные влиянием внешних условий. Температура, влажность, давление и другие факторы влияют на размеры инструментальной и методической погрешностей. При этом *дополнительная инструментальная погрешность*, вызываемая отклонением от нормальных условий какого-либо влияющего фактора, может быть указана в метрологических характеристиках средств измерений (в дополнение к основной, определяемой при нормальных условиях). Влияние внешних факторов на методическую погрешность следует оценивать отдельно в каждом конкретном случае. Для большинства видов измерений наиболее полно изучено и поддается учету при определении погрешностей влияние температуры окружающей среды. Погрешности внешних условий по характеру проявления являются систематическими.

Под влиянием совокупности всех действующих факторов, в том числе внешних, складывается *суммарная погрешность измерения*.

Влияние каждого фактора может исследоваться отдельно, но удобно для исследования и оценки погрешностей делить суммарную погрешность на две составляющие: случайную и систематическую, принципиально отличающиеся по характеру проявления и требующие применения различных способов для их обнаружения, оценки и учета.

Случайная погрешность — составляющая погрешности измерения, изменяющаяся случайным образом (по знаку и значению) в серии повторных измерений одного и того же размера физической величины, проведенных с одинаковой тщательностью в одних и тех же условиях. В появлениях таких погрешностей не наблюдается какой-либо закономерности, они обнаруживаются при повторных измерениях одной и той же величины в виде некоторого разброса получаемых результатов (рис. 6.1). Случайные

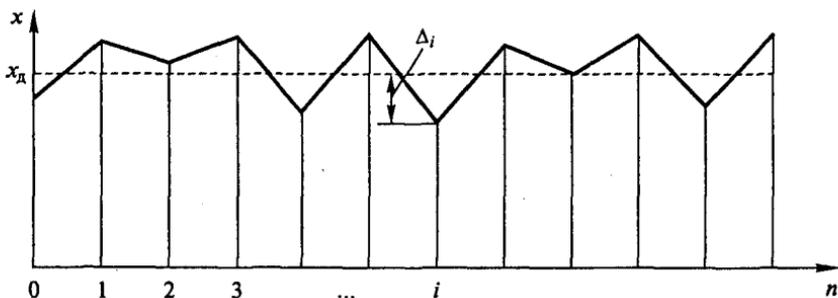


Рис. 6.1. Изменение случайной погрешности при многократных измерениях:

x — значения измеряемой величины; x_d — действительное значение измеряемой величины; Δ_i — погрешность i -го измерения; n — число измерений

погрешности неизбежны, неустранимы и всегда присутствуют в результатах измерений. Описание случайных погрешностей возможно только на основе теории вероятностей и математической статистики.

В отличие от систематических случайные погрешности нельзя исключить из результатов измерений путем введения поправок. Однако их можно существенно уменьшить путем увеличения числа измерений, поскольку среднее арифметическое значение x при этом стремится к истинному значению измеряемой величины Q .

Систематическая погрешность — составляющая погрешности измерения, остающаяся постоянной или закономерно меняющаяся при повторных измерениях одной и той же физической величины. На рис. 6.2 приведены результаты многократных измерений, содержащих случайную и систематическую погрешности. Систематическая погрешность, как правило, не изменяется при многократных измерениях и может быть почти полностью устранена путем обнаружения и устранения причины, по которой она возникла, или путем введения поправки ($\Delta_{\text{сист}} = x - Q$). Однако приведенные иллюстрации несколько упрощены, так как систематическая погрешность также содержит некоторый элемент случайности и в некоторой степени обладает свойствами случайной величины. На этом основании предложено считать систематическую погрешность специфической, «выраженной» случайной величиной. Она может также изменяться при многократных измерениях, когда фактор времени или нестабильность измерительной системы вносят заметное изменение в систему.

Следует считать, очевидно, что ряд систематических по своей природе погрешностей присутствует при измерениях в скрытом виде. Они не обнаружены или не изучены. Поэтому не всегда удается четко разделить погрешности на систематические и случай-

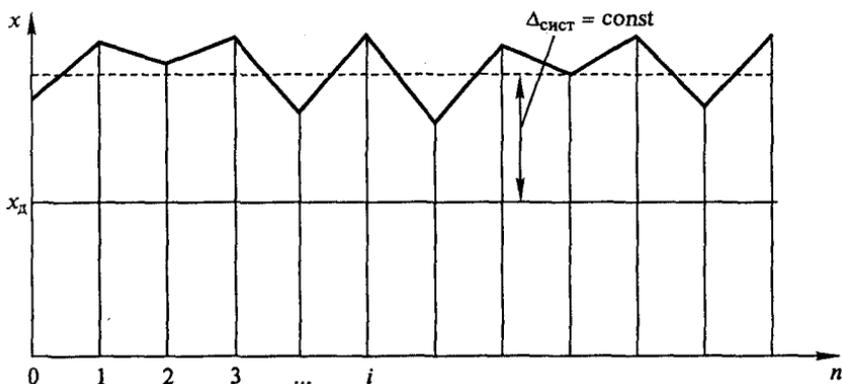


Рис. 6.2. Результаты многократных измерений, содержащих случайную и систематическую погрешности:

x — значения измеряемой величины; x_d — действительное значение измеряемой величины; n — число измерений; $\Delta_{\text{сист}}$ — постоянная систематическая погрешность

ные. Часть систематических погрешностей, трудно поддающихся учету, причисляют к случайным. Чем больше результаты измерения искажены неучтенными систематическими погрешностями, тем труднее они поддаются математической обработке. Сказанное в определенной мере объясняет те дискуссии, которые ведутся в последние годы вокруг нового понятия «неопределенность измерений».

При измерениях могут появляться также очень большие *грубые погрешности (промахи)*, которые возникают, как правило, из-за ошибок или неправильных действий оператора, а также из-за кратковременных отказов или сбоев в работе измерительных приборов и других резких изменений условий проведения измерений. Грубые погрешности обнаруживают и отбрасывают непосредственно в процессе измерений или при математической обработке результатов измерений с использованием специальных критериев.

6.3. Правила округления результатов измерений

Погрешность результата измерения физической величины дает представление о том, какие последние цифры в его числовом значении являются сомнительными. Поэтому нет смысла выражать погрешность более чем одной или двумя цифрами. В соответствии с установленными правилами погрешность выражается двумя значащими цифрами, если первая из них 1 или 2, и одной, начиная с цифры 3.

Числовое значение результата измерения также следует округлять в соответствии с числовым разрядом значащей цифры по-

грешности, т. е. числовое значение результата измерения должно оканчиваться цифрой того же разряда или тем же десятичным знаком, которым оканчивается значение абсолютной погрешности. При этом, если старшая отбрасываемая цифра меньше 5, то предыдущая не изменяется. Если старшая отбрасываемая цифра больше или равна 5, но за ней имеются значащие цифры, то предыдущую (оставляемую) цифру увеличивают на единицу. Если отбрасываемая цифра 5 не имеет за собой значащих цифр, то предыдущая не изменяется, если она четная, и увеличивается на единицу, если она нечетная.

Например, при погрешности $\pm 0,01$ приведенные результаты округляются следующим образом:

1,214 — 1,21;
1,2151 — 1,22;
1,215 — 1,22;
1,225 — 1,22.

Следует осмотрительно относиться к округлениям, производимым в процессе вычислений. Рекомендуется производить округления в окончательном ответе, а вычисление производить с одним-двумя лишними знаками.

6.4. Систематические погрешности. Способы их обнаружения и устранения

Группы погрешностей, приведенные в подразд. 6.2. (инструментальные, методические, субъективные), при своем проявлении могут содержать случайную и систематическую составляющие, поэтому при анализе причин возникновения систематических погрешностей выделяют эти же группы погрешностей с добавлением четвертой группы — погрешностей внешних влияний. Методические погрешности подразделяют при этом на теоретические (погрешности измерительной модели, или погрешности метода) и практические (погрешности установки прибора и т. п.).

Главные источники систематических погрешностей в большинстве областей измерений известны, и разработаны методы, позволяющие их устранить до начала измерения или, если это невозможно, определить поправку для внесения в результат измерения.

Приведем примеры факторов, влияющих на возникновение инструментальных погрешностей: неравноплечность весов, погрешность градуировки шкалы прибора или штриховых мер длины, погрешность установки нуля, отклонение от номинального значения массы гири, а также различного рода перекосы, искривления, люфты, зазоры, отклонения от номинальных размеров отдельных деталей, допускаемые при изготовлении измерительных средств. Например, при изготовлении оптико-механических

приборов для измерения длины экономически нецелесообразно ужесточать допуски на отдельные детали оптических систем и после сборки каждого прибора (или после ремонта) производится юстировка* отдельных узлов и всего прибора в целом.

Инструментальные погрешности возрастают, как правило, при увеличении срока службы измерительных средств. При этом увеличение погрешностей до значений, в два—четыре раза превышающих допускаемые значения, может долгое время оставаться незамеченным. Особенно это опасно в эталонных средствах измерений, используемых для поверки рабочих СИ. Следовательно, необходимо назначать разумный межповерочный интервал с учетом условий и интенсивности эксплуатации измерительных средств.

Теоретические погрешности — соответствие, корректность измерительной модели исследуемому объекту, использование упрощений или допущения при вычислении результатов измерений. Приведем примеры.

1. При определении площади прямоугольника не всегда достаточно измерить две его стороны. В зависимости от допустимой погрешности измерения должны или не должны контролироваться углы, равенство диагоналей, равенство противоположных сторон, прямолинейность сторон, неплоскостность.

2. При определении прочности бетона неразрушающими методами с использованием эмпирических зависимостей (например, скорость ультразвука — прочность) систематическая погрешность метода, как правило, значительно превосходит допустимую, если не произведено уточнение цены деления прибора путем предварительных испытаний, позволяющих учесть вид заполнителей и особенности состава бетона.

3. При изготовлении бетонных смесей необходимо оперативно корректировать дозировку воды в зависимости от влажности используемого песка. Применяемые для этой цели электрические и электронные влагомеры, в основе которых лежит зависимость электрических параметров от влажности материала, имеют погрешность, обусловленную тем, что на данные электрические параметры помимо влажности влияет также и гранулометрия песка.

4. При измерении электрического сопротивления при помощи амперметра и вольтметра на основе закона Ома (рис. 6.3) вносится систематическая погрешность, зависящая от сопротивлений амперметра и вольтметра. При точных измерениях эти сопротивления должны быть известны для расчета поправок к результатам измерений.

* Юстировка средств измерений — комплекс операций по доведению инструментальных погрешностей до значений, соответствующих техническим требованиям.

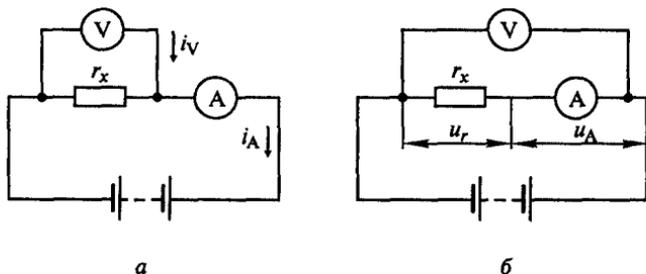


Рис. 6.3. Схемы измерения сопротивления:

a — погрешность отрицательная; *b* — погрешность положительная; А — амперметр; V — вольтметр; r_x — сопротивление; i_V , i_A — сила тока на участках подключения соответственно вольтметра и амперметра; u_r , u_A — напряжение на участках подключения соответственно вольтметра и амперметра

Практические погрешности — это погрешности установки прибора и погрешность оператора.

Погрешности установки прибора — отклонения от горизонтали или вертикали при установке весов, геодезических приборов и др.; несогласованность характеристик отдельных приборов, входящих в измерительный комплекс; неправильность установки прибора, вызывающая устойчивый параллакс при отсчете по шкале и др.

Неправильность установки прибора — наиболее частая причина неучтенных погрешностей при линейно-угловых измерениях с помощью линейки, метра, рулетки, угольника, штангенциркуля. Заметим, что рассмотренные теоретические погрешности и погрешности установки во многом сходны и по существу являются методическими. Вместе с тем приведенные причины погрешностей при линейно-угловых измерениях можно отнести к субъективным.

Погрешность оператора (субъективная) — запаздывание при регистрации измерительного сигнала, низкая точность отсчета по шкале, приложение недостаточных или избыточных физических усилий при выполнении измерений, неправильный выбор позиции, приводящей к параллаксу при отсчете по шкале. Вызываемые этими факторами погрешности могут носить как систематический, так и случайный характер. Интересный пример приведен в учебнике Н. И. Тюрина [61]. Опытному механику, молодому инженеру и начинающему слесарю предложили на штангенциркуле с нониусом с ценой деления 0,02 мм установить заданное значение. Правильность установки определяли более точным прибором. Опыт повторяли 100 раз. Оказалось, что погрешность установки у инженера и начинающего слесаря носила чисто случайный характер при большей сходимости у инженера; а у опытного механика при самой высокой сходимости результа-

тов имела место систематическая погрешность, т. е. большинство его результатов (среднее арифметическое) отличались от условно-истинного значения, которое было задано. Приведенный пример можно интерпретировать как исследования по выявлению субъективной систематической погрешности, обусловленной укоренившимся неверным навыком.

Погрешности внешних влияний легко учитываются, если фактор влияния хорошо изучен и постоянно контролируется.

В большинстве областей измерений известны главные внешние источники систематических погрешностей и разработаны методы, исключаяющие их возникновение или устраняющие их влияние на результат измерения. Однако влияние некоторых факторов (магнитные и электрические поля, ионизирующие излучения, изменения атмосферного давления и др.) может оставаться незамеченным оператором или недооцениваться, особенно в тех случаях, когда влияние непрерывно и систематическая погрешность остается постоянной в процессе измерений.

Используют следующие пути учета и исключения систематических погрешностей от внешних воздействий.

1. Устранение источников погрешностей или обеспечение защиты от них до начала измерений. Например, для устранения влияния температуры применяют термостатирование или кондиционирование. Для устранения влияния магнитных полей применяют различного рода экраны. Влияние вибраций устраняют путем амортизации. Влияние изменения влажности — герметизацией.

2. Исключение погрешностей в процессе измерения специальными методами или вычисление и внесение в результат измерения соответствующих поправок. При этом используют методы замещения, противопоставления, симметричных наблюдений и специальные статистические методы.

Метод замещения представляет собой разновидность метода сравнения, когда сравнение осуществляется заменой измеряемой величины известной величиной, причем так, чтобы в состоянии и действии всех используемых средств измерений не происходило никаких изменений. Для реализации метода необходимо иметь регулируемую меру. Например, при взвешивании по методу Борда, усовершенствованному Д. И. Менделеевым, на чашку весов, предназначенную для взвешивания массы, устанавливают полный комплект гирь и уравнивают весы произвольным грузом. Затем на чашку с гирями помещают взвешиваемую массу и снимают часть гирь для восстановления равновесия. Суммарное значение массы снятых гирь равно значению взвешиваемой массы. Такой вариант метода замещения позволяет не только исключить погрешность от неравноплечести весов, но и сохранить неизменной их чувствительность при взвешивании различных масс. Метод замещения применяют также при измерении электрического со-

противления при помощи моста и мер сопротивления; измерении силы света при помощи фотометра и эталонных ламп и т. п.

Метод противопоставления является также разновидностью метода сравнения, при котором измерение производится дважды и проводится так, чтобы причина, вызывающая погрешность, оказывала противоположное действие при первом и втором измерениях.

Для определения погрешности от неравноплечести весов при взвешивании этим методом массу m взвешивают два раза, меняя ее местами с гирями. Исправленное значение массы (с учетом погрешности) определяется по формуле

$$m = \sqrt{m_1 m_2},$$

где m_1, m_2 — значения, полученные при первом и втором взвешиваниях.

Этим методом определяется одновременно и отношение плеч

$$\frac{l_2}{l_1} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}},$$

которое используется в дальнейшем при обычном взвешивании в качестве поправочного коэффициента.

Для обнаружения и устранения переменных и монотонно изменяющихся систематических погрешностей производится их анализ с помощью графического изображения предполагаемой закономерности путем соединения плавной кривой ряда точек — значений результатов измерений.

Метод симметричных наблюдений используется для исключения прогрессивной систематической погрешности, являющейся линейной функцией времени (или другой величины). При выполнении ряда измерений в этом случае пользуются тем, что среднее значение погрешностей любой пары симметричных измерений равно погрешности среднего измерения в данном ряду. Например, выполнено пять измерений через равные промежутки времени (равные интервалы изменения другой величины). В этом случае

$$(\Delta_1 + \Delta_5)/2 = (\Delta_2 + \Delta_4)/2 = \Delta_3,$$

где $\Delta_1, \dots, \Delta_5$ — погрешности 1-го, ..., 5-го измерений.

Специальные статистические методы включают в себя метод последовательных разностей, дисперсионный анализ и др.

6.5. Случайные погрешности измерений

Факторы, определяющие возникновение случайных погрешностей, проявляются нерегулярно, в различных комбинациях и с интенсивностью, которую трудно предвидеть. Случайная погреш-

ность случайно изменяется при повторных измерениях одной и той же физической величины. Однако если оперировать исправленными результатами измерений, т.е. такими, из которых исключены систематические погрешности, то чисто случайные погрешности будут обладать следующими свойствами:

- равные по абсолютной величине положительные и отрицательные погрешности равновероятны;
- большие погрешности наблюдаются реже, чем малые;
- с увеличением числа измерений одной и той же величины среднее арифметическое погрешностей стремится к нулю, и, следовательно, среднее арифметическое результатов измерений стремится к истинному значению измеряемой величины.

Фактическое значение случайной погрешности, полученное при проверке средства измерения, не характеризует его точности. Для оценки интервала значений погрешностей и вероятности появления определенных значений необходимы многократные измерения и использование математического аппарата теории вероятностей.

Наиболее универсальный способ описания случайных величин заключается в отыскании их интегральных или дифференциальных функций распределения.

Интегральной функцией распределения $F(x)$ называют функцию, значение которой для каждого x является вероятностью появления значений x_i (в i -м наблюдении), меньших x :

$$F(x) = P\{x_i \leq x\} = P\{-\infty < x_i \leq x\},$$

где P — символ вероятности события, описание которого заключено в фигурных скобках.

Обычно график интегральной функции распределения результатов наблюдений представляет собой непрерывную неубывающую кривую, начинающуюся от нуля на отрицательной бесконечности и асимптотически приближающуюся к единице при увеличении аргумента до плюс бесконечности.

Если интегральная функция имеет точку перегиба при значении x , близком к истинному значению измеряемой величины, и принимает в этой точке значение, равное 0,5, то говорят о симметричности распределения результатов (рис. 6.4, а).

Более наглядным является описание свойств результатов наблюдений, содержащих случайные погрешности, с помощью дифференциальной функции распределения, иначе называемой плотностью распределения вероятностей (рис. 6.4, б):

$$p(x) = \frac{dF(x)}{d(x)}.$$

Поскольку $F(x = +\infty) = 1$, то $\int_{-\infty}^{\infty} p(x)dx = 1$, т.е. площадь, заключенная между кривой дифференциальной функции распре-

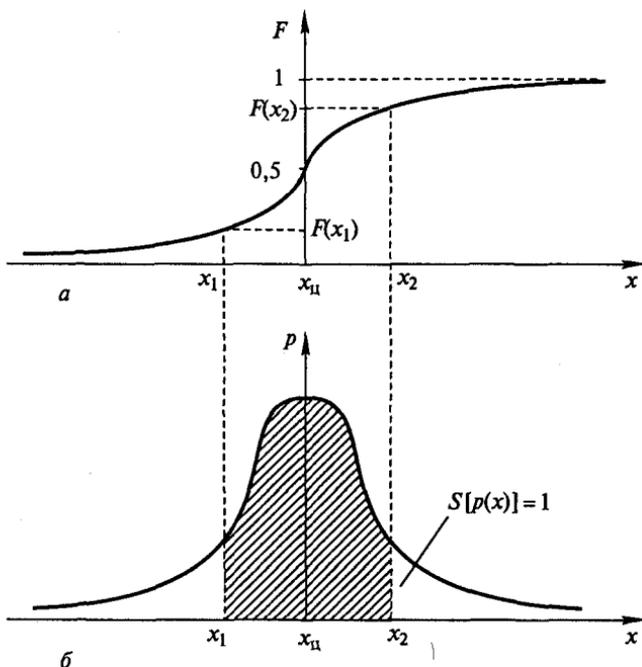


Рис. 6.4. Интегральная (а) и дифференциальная (б) функции распределения случайной величины:

x — значения измеряемой величины; $x_1 \dots x_2$ — заданный интервал; $F(x_1)$, $F(x_2)$ — значения интегральной функции в начальной и конечной точках заданного интервала; $x_{ц}$ — центр распределения; p — дифференциальная функция распределения; $S(p(x))$ — площадь, заключенная между кривой дифференциальной функции распределения и осью абсцисс

деления и осью абсцисс, равна единице. Вероятность попадания случайной величины x в заданный интервал $(x_1; x_2)$ равна площади, заключенной между абсциссами x_1 и x_2 :

$$P\{x_1 < x < x_2\} = \int_{x_1}^{x_2} p(x) dx.$$

Отыскание функций распределения требует проведения весьма трудоемких исследований и вычислений. На практике встречаются трапециидальные, уплощенные, экспоненциальные и другие виды распределений. Однако для наибольшего числа встречающихся на практике случайных величин можно ожидать распределение по так называемому закону нормального распределения (закону Гаусса).

Теоретически доказано, что распределение случайных погрешностей будет близко к нормальному всякий раз, когда результаты наблюдений формируются под действием большого числа неза-

висимо действующих факторов, каждый из которых оказывает лишь незначительное действие по сравнению с суммарным действием всех остальных.

Плотность нормального распределения вероятностей для случайной величины (рис. 6.5, а) описывается уравнением

$$P(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-m_x)^2}{2\sigma^2}},$$

где m_x и σ — математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение, являющиеся основными параметрами нормального распределения; e — основание натурального логарифма.

Кривая имеет точки перегиба, соответствующие абсциссам $m_x \pm \sigma$.

Если данную кривую рассматривают как плотность распределения случайных погрешностей, то начало координат переносят в

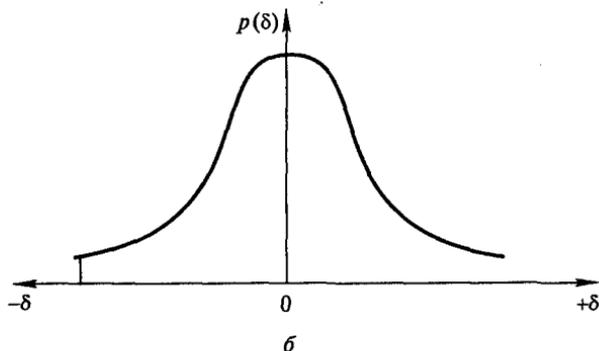
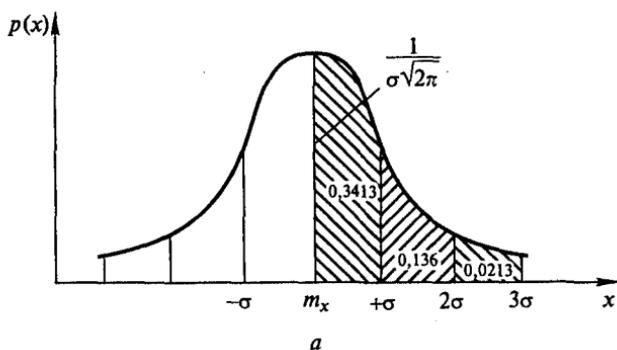


Рис. 6.5. Кривая нормального распределения случайной величины (а) и случайной погрешности (б):

$p(x)$ — дифференциальная функция распределения случайной величины; $p(\delta)$ — дифференциальная функция распределения случайной погрешности; σ — среднее квадратическое отклонение; δ — погрешность; m_x — математическое ожидание

центр распределения и по оси абсцисс откладывают значения погрешностей $\Delta = x - m_x$ (рис. 6.5, б). Уравнение принимает вид

$$P(\Delta) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\Delta^2}{2\sigma^2}}.$$

Математическое ожидание случайной величины $m_x = \int_{-\infty}^{+\infty} xP(x)dx$

представляет собой оценку истинного значения измеряемой величины. Математическое ожидание случайных погрешностей равно нулю.

Дисперсия результатов наблюдений является характеристикой их рассеивания:

$$D(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - m_x)^2 P(x)dx = \sigma^2.$$

Она имеет размерность квадрата измеряемой величины и не всегда удобна для использования в качестве характеристики рассеивания.

Среднее квадратическое отклонение результатов наблюдений $\sigma = \sqrt{D(x)}$ имеет размерность измеряемой величины и наиболее часто используется в качестве основного параметра, характеризующего рассеивание результатов измерений.

Если абсцисса функций нормального распределения выражается в долях среднего квадратического отклонения

$$t = \frac{x - m_x}{\sigma}$$

и начало координат находится в центре распределения, то распределение называется нормированным. Уравнения дифференциальной и интегральной функций нормированного нормального распределения принимают следующий вид:

$$P(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}}; \quad F(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t e^{-\frac{t^2}{2}} dt.$$

Определенный интеграл

$$\Phi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^t e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

называют функцией Лапласа. Заметим, что $F(t) - \Phi(t) = 0,5$.

Значения функции Лапласа для различных значений t приведены в табл. 6.1.

Приведенные в табл. 6.1 значения показывают, что случайная погрешность при однократном измерении не выйдет за пределы

Значения функции Лапласа

t	$\Phi(t)$	t	$\Phi(t)$	t	$\Phi(t)$	t	$\Phi(t)$
0,0	0,0000	1,0	0,3413	2,0	0,4772	3,0	0,4986
0,1	0398	1,1	3643	2,1	4821	3,5	4998
0,2	0793	1,2	3849	2,2	4861	4,0	4999
0,3	1179	1,3	4032	2,3	4893	∞	0,5
0,4	1554	1,4	4192	2,4	4918		
0,5	1915	1,5	4332	2,5	4938		
0,6	2257	1,6	4452	2,6	4953		
0,7	2580	1,7	4554	2,7	4965		
0,8	2881	1,8	4641	2,8	4974		
0,9	3159	1,9	4713	2,9	4981		

интервала $\pm\sigma$ с вероятностью $\approx 0,68$ ($0,3413 \cdot 2$), т.е. 68 % измерений будут иметь погрешность $\Delta \leq \sigma$. В интервале $\pm 2\sigma$ погрешность находится с вероятностью $\approx 0,95$ ($0,4772 \cdot 2$), в интервале $\pm 3\sigma$ — с вероятностью 0,9973, т.е. вероятность того, что случайная погрешность не выйдет за пределы $\pm 3\sigma$, составляет 0,9973, или 99,73 %. На практике с учетом интервала $\pm 3\sigma$ часто указывают предельную погрешность для некоторых средств измерений. В ряде случаев для средства измерения указывают среднее квадратическое отклонение случайной погрешности, а доверительную вероятность выбирают в зависимости от конкретных условий.

В производственной практике часто считается необходимым выполнение следующего условия: допустимое предельное отклонение от заданного номинального размера должно быть не меньше интервала $\pm 3\sigma$. В этом случае в среднем только одно из 370 изделий будет бракованным.

Область технологического рассеивания какого-либо размера (параметра) изделия, как правило, подчиняется нормальному закону, и периодически определяемое среднее квадратическое отклонение является показателем изменений в технологическом цикле.

6.6. Обработка результатов измерений, содержащих случайные погрешности

На практике приходится довольствоваться ограниченным числом измерений для того, чтобы оценить истинное значение изме-

ряемой величины и точность измерения. Если число измерений велико (более 100), то кривую распределения можно построить достаточно точно, и если она соответствует нормальному закону, то графически определяется математическое ожидание m_x и среднее квадратическое отклонение σ . Результаты измерений x_1, x_2, \dots, x_n делят на 10...20 интервалов Δx и записывают в виде статистического ряда

	Δx_1	Δx_2	...	Δx_n
m_i	m_1	m_2	...	m_n
P_i	P_1	P_2	...	P_n

Примечание: m_i — число результатов в интервале; P_i — вычисленная вероятность попадания в данный интервал.

При этом $\sum m_i = n$; $P_i = m_i/n$.

Статистический ряд служит основой для построения гистограммы и статистической функции распределения (рис. 6.6). При $\Delta x \rightarrow 0$ гистограмма переходит в плавную кривую.

Соответствие полученной кривой закону нормального распределения проверяют по критериям Пирсона или Холмогорова.

Если измерений меньше 15, то принадлежность экспериментального распределения к нормальному не проверяется.

При обработке результатов ограниченного числа наблюдений в качестве оценки математического ожидания принимается среднее арифметическое результатов наблюдений

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}.$$

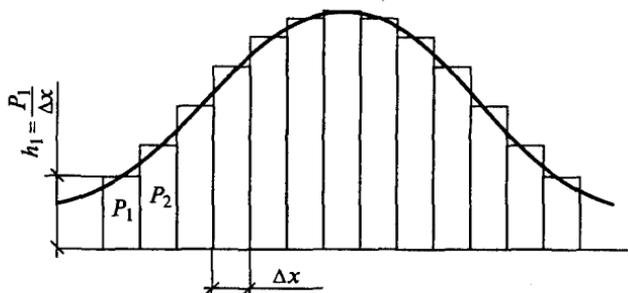


Рис. 6.6. Построение гистограммы и статистической функции распределения по опытным данным:

Δx — принятый интервал; P_1, P_2 — вероятность попадания соответственно в интервалы 1 и 2; h_1 — ордината функции распределения в точке 1

Приближенное значение среднего квадратического отклонения в этом случае вычисляется по формуле

$$\bar{\sigma} = \sqrt{\bar{D}} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Появление в знаменателе выражения $(n-1)$ вместо n связано с заменой математического ожидания средним арифметическим незначительного числа наблюдений.

Среднее арифметическое отличается от математического ожидания на величину случайной погрешности (погрешности сред-

Таблица 6.2

Значения коэффициента t при числе измерений n от 2 до 20 и заданной доверительной вероятности P

n	Доверительная вероятность P									
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	0,98	0,99	0,995	0,999
2	1,00	1,38	1,96	3,08	6,31	12,71	31,80	63,70	127,30	637,20
3	0,82	1,06	1,34	1,89	2,92	4,30	6,96	9,92	14,10	31,60
4	0,76	0,98	1,25	1,64	2,35	3,18	4,54	5,84	7,50	12,94
5	0,74	0,94	1,19	1,53	2,13	2,77	3,75	4,60	5,60	8,61
6	0,73	0,92	1,16	1,48	2,02	2,57	3,36	4,03	4,77	6,86
7	0,72	0,91	1,13	1,44	1,94	2,45	3,14	3,71	4,32	5,96
8	0,71	0,90	1,12	1,42	1,90	2,36	3,00	3,50	4,03	5,40
9	0,71	0,89	1,11	1,40	1,86	2,31	2,90	3,36	3,83	5,04
10	0,70	0,88	1,11	1,38	1,83	2,26	2,82	3,25	3,69	4,78
11	0,70	0,88	1,09	1,37	1,81	2,23	2,76	3,17	3,58	4,59
12	0,70	0,88	1,09	1,36	1,80	2,20	2,72	3,11	3,50	4,49
13	0,70	0,87	1,08	1,36	1,78	2,18	2,68	3,06	3,43	4,32
14	0,69	0,87	1,08	1,35	1,77	2,16	2,65	3,01	3,37	4,22
15	0,69	0,87	1,08	1,34	1,76	2,14	2,62	2,98	3,33	4,14
16	0,69	0,87	1,07	1,34	1,75	2,13	2,60	2,95	3,29	4,07
17	0,69	0,86	1,07	1,34	1,75	2,12	2,58	2,92	3,25	4,02
18	0,69	0,86	1,07	1,33	1,74	2,11	2,57	2,90	3,22	3,96
19	0,69	0,86	1,07	1,33	1,73	2,10	2,55	2,88	3,20	3,92
20	0,69	0,86	1,07	1,33	1,73	2,09	2,54	2,86	3,17	3,88
∞	0,67	0,84	1,04	1,28	1,64	1,96	2,33	2,58	2,81	3,29

него значения), которая подчиняется тому же закону распределения, что и погрешности результатов отдельных наблюдений.

Дисперсия среднего арифметического вычисляется по формуле

$$\tilde{D}_{\bar{x}} = \frac{\tilde{D}}{n},$$

а среднее квадратическое среднего арифметического — по формуле

$$\tilde{\sigma} = \frac{\tilde{\sigma}}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}}.$$

При увеличении числа наблюдений $\bar{x} \rightarrow m_x$ и $\sigma_{\bar{x}} \rightarrow 0$.

Границы доверительного интервала, в котором с заданной вероятностью (обеспеченностью) находится случайная погрешность среднего арифметического, определяют по формуле

$$\Delta_{\text{гр}} = \pm t \sigma_x.$$

При числе наблюдений $n > 20$ значения коэффициента t определяют по таблицам функции Лапласа (см. табл. 6.1), а при $n < 20$ — по таблицам функции Стьюдента (табл. 6.2, 6.3).

Зная число наблюдений n и задавшись доверительной вероятностью P , можно найти по табл. 6.2 значение t и, умножив его на σ_x , определить границы доверительного интервала. В тех случаях, когда требуется определить доверительную вероятность при заданном t , удобнее пользоваться табл. 6.3.

Таблица 6.3

Значения функции Стьюдента для интервалов $t = 2 \dots 3,5 \sigma_{\bar{x}}$ при числе измерений n от 2 до 20

n	Коэффициент t				n	Коэффициент t			
	2,0	2,5	3,0	3,5		2,0	2,5	3,0	3,5
2	0,705	0,758	0,795	0,823	12	0,929	0,970	0,988	0,995
3	0,816	0,870	0,905	0,928	13	0,931	0,972	0,989	0,996
4	0,861	0,912	0,942	0,961	14	0,933	0,974	0,990	0,996
5	0,884	0,933	0,960	0,975	15	0,935	0,974	0,990	0,996
6	0,898	0,946	0,970	0,983	16	0,936	0,975	0,991	0,997
7	0,908	0,953	0,976	0,987	17	0,937	0,976	0,992	0,997
8	0,914	0,959	0,980	0,990	18	0,938	0,977	0,992	0,997
9	0,919	0,963	0,983	0,992	19	0,939	0,978	0,992	0,997
10	0,923	0,966	0,985	0,993	20	0,940	0,978	0,993	0,997
11	0,927	0,969	0,987	0,994	∞	0,955	0,988	0,997	0,9995

6.7. Критерии оценки грубых погрешностей (промахов)

При однократных измерениях обнаружить грубую погрешность не всегда удается. При многократных измерениях для их обнаружения используют статистические критерии. При этом задаются вероятностью $q = 1 - P$ (уровнем значимости) того, что сомнительный результат действительно может иметь место в данной совокупности результатов измерений.

При числе наблюдений $n > 20$ используют, как правило, критерий трех сигм (критерий Райта). По этому критерию промахом считается результат наблюдения x_i , который отличается от среднего \bar{x} более чем на $3\tilde{\sigma}$, т. е. $|x_i - \bar{x}| > 3\tilde{\sigma}$. Вероятность возникновения такого результата $q < 0,003$ ($1 - 0,9973$).

При малом числе наблюдений ($n < 20$) применяют критерий Романовского. При этом вычисляют отношение $\left| \frac{x_i - \bar{x}}{\tilde{\sigma}} \right| = \beta$ и сравнивают его с критерием β_r , зависящим от заданного уровня значимости q и числа наблюдений n (табл. 6.4). При $\beta \geq \beta_r$ результат считается промахом и отбрасывается.

Таблица 6.4

Значения критерия Романовского β_r при числе измерений n от 4 до 20

q	Число измерений n											
	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
0,01	1,72	1,96	2,13	2,26	2,37	2,46	2,54	2,66	2,76	2,84	2,90	2,96
0,025	1,71	1,92	2,07	2,18	2,27	2,35	2,41	2,52	2,60	2,67	2,73	2,78
0,05	1,69	1,87	2,00	2,09	2,17	2,24	2,29	2,39	2,46	2,52	2,56	2,62
0,1	1,64	1,73	1,89	1,97	2,04	2,10	2,15	2,23	2,30	2,35	2,40	2,45

Пример. Найти условно-истинное значение расстояния между ориентирами осей здания при пятикратном измерении этого расстояния и определить доверительный интервал, в котором находится это значение, с доверительной вероятностью 0,95.

Результаты измерений (x_i), м	Отклонения от среднего ($x_i - \bar{x}$), мм	$(x_i - \bar{x})^2$
20,150	-7	49
20,155	-2	4
20,155	-2	4
20,160	+3	9
20,165	+8	64
$\sum x_i = 100,785$	$\sum (x_i - \bar{x}) = 0$	$\sum (x_i - \bar{x})^2 = 130$

По приведенным в таблице результатам измерений находим

$$\bar{x} = \frac{100,785}{5} = 20,157 \text{ м};$$

$$\tilde{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{130}{4}} = 5,7 \text{ мм.}$$

Проверяем по критерию Романовского последний результат, имеющий наибольшее отклонение от среднего ($x_i - \bar{x} = 8$):

$$\beta = \frac{x_i - \bar{x}}{\tilde{\sigma}} = \frac{8}{5,7} = 1,4.$$

По табл. 6.4 для $n = 5$ и $q = 1 - 0,95 = 0,05$ находим $\beta_r = 1,87$. Поскольку $1,4 < 1,87$, результат не является промахом и не исключается.

Вычисляем σ среднего арифметического

$$\tilde{\sigma}_{\bar{x}} = \frac{5,7}{\sqrt{5}} = 2,5 \text{ мм.}$$

По табл. 6.2 для вероятности 0,95 при числе измерений $n = 5$ находим $t = 2,77$. Находим границы доверительного интервала

$$\Delta_{гр} = \pm t \tilde{\sigma}_{\bar{x}} = \pm 2,77 \cdot 2,5 = 6,9 \text{ мм} \approx 7 \text{ мм.}$$

Ответ: расстояние между ориентирами осей здания равно $20,157 \pm \pm 0,007$ м с обеспеченностью 0,95.

6.8. Суммирование погрешностей измерений. Оценка результатов косвенных измерений

Суммированием погрешностей называют определение расчетным путем оценки результирующей погрешности по известным оценкам ее составляющих.

Если составляющие погрешности подчиняются разным законам распределения и их количество велико, то их суммирование с выявлением функции многомерного распределения представляет неразрешимую задачу.

На практике суммирование заключается, как правило, в определении среднего квадратического отклонения (σ_{Σ}) результирующей погрешности по известным σ_i составляющих погрешностей. При этом используют ряд упрощений и допущений. Мы приведем лишь основные формулы и правила, которые могут найти применение в строительной практике.

Простейшим случаем, при котором возникает необходимость суммирования погрешностей, является нахождение искомой величины как суммы нескольких составляющих $Q = a + b + c + \dots + n$ (например, большой длины по частям). Если при этом систематические погрешности при измерениях исключены и коэффициент

корреляции между составляющими погрешностями отсутствует, то можно утверждать, что

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{\sigma_a^2 + \sigma_b^2 + \sigma_c^2 + \dots + \sigma_n^2}.$$

Если суммируемых составляющих более пяти, то можно утверждать, что распределение случайной погрешности суммы будет близко к нормальному. Для построения доверительного интервала в этом случае можно применить функцию Лапласа.

Если при определении составляющих погрешностей используют измерительные средства с известными предельными погрешностями, заданными из условия трех сигм ($\Delta \leq 3\sigma$), и при измерениях не вносятся дополнительные методические погрешности, то справедлива формула

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_a^2 + \Delta_b^2 + \Delta_c^2 + \dots + \Delta_n^2}.$$

Погрешность суммы в этом случае не выйдет за пределы полученного значения с вероятностью 0,997.

Приведенные формулы используются при расчете допуска замыкающего звена размерных цепей в системе обеспечения геометрической точности в строительстве.

Другая наиболее часто встречающаяся функциональная зависимость, используемая при косвенных измерениях, выражается уравнением

$$Q = ka^{\alpha}b^{\beta}c^{\gamma},$$

где k — безразмерный коэффициент.

В этом случае относительное среднеквадратическое отклонение $\frac{\sigma_Q}{Q}$ (коэффициент вариации) результирующей величины определяется по формуле

$$\frac{\sigma_Q}{Q} = \sqrt{\alpha^2 \left(\frac{\sigma_a}{a}\right)^2 + \beta^2 \left(\frac{\sigma_b}{b}\right)^2 + \gamma^2 \left(\frac{\sigma_c}{c}\right)^2}.$$

При суммировании составляющие погрешности могут значительно отличаться по величине. Наименьшие из них иногда не влияют на точность определения суммарной погрешности и, следовательно, ими можно пренебрегать с целью упрощения вычислений. Для этой цели устанавливают критерий ничтожно малой погрешности, т.е. правило, позволяющее исключать ее из расчета.

Наиболее часто используют следующее правило: наименьшую случайную погрешность можно не учитывать, если ее среднеквадратическое отклонение σ в три раза меньше, чем σ любой из составляемых погрешностей.

СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ

7.1. Элементарные средства измерений

Приведенное в гл. 2 определение понятия «средства измерения» имеет обобщенный характер. Оно включает в себя разнообразные конструктивно законченные устройства, выполняющие различные функции.

Элементарными средствами измерений называют меры, устройства сравнения (компараторы) и измерительные преобразователи. Каждое из этих средств, взятое в отдельности, не может осуществить операцию измерения. При выполнении простейших прямых измерений методом сравнения необходимо только два элементарных средства: мера и компаратор. Например, при измерении длины — линейка и человек, выполняющий функции компаратора.

При использовании метода непосредственной оценки в состав измерительного средства обязательно входит измерительный преобразователь, позволяющий проградуировать прибор в единицах измеряемой величины на основе функциональной зависимости между преобразуемой и преобразованной величинами. Примером простейшего преобразователя является точная винтовая пара в микрометре, преобразующая вращательное движение микрометрического винта в поступательное.

Измерительным преобразователем называется средство измерений, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для передачи, дальнейшего преобразования, обработки и (или) хранения, но не поддающейся непосредственному восприятию наблюдателем.

По месту расположения в измерительной цепи преобразователи подразделяются на *первичные*, непосредственно воспринимающие воздействие измеряемой величины, и *промежуточные*, расположенные после первичного преобразователя и предназначенные для дальнейшего преобразования измерительного сигнала. Конструктивно обособленные первичные преобразователи иногда называют датчиками. Например, тензорезисторный датчик перемещения является первичным преобразователем, преобразующим перемещение в изменение активного сопротивления.

Наиболее часто используют *линейные* преобразователи, имеющие линейную связь между входной и выходной величинами. При этом если природа входной и выходной величин сохраняется, а изменяется только размер величины в заданное число раз, то преобразователь называется *масштабным* (например, измерительный микроскоп).

По виду входных и выходных величин преобразователи подразделяются:

- на аналоговые, преобразующие одну аналоговую величину в другую аналоговую величину;
- аналого-цифровые, преобразующие аналоговый измерительный сигнал в цифровой код;
- цифроаналоговые, преобразующие цифровой код в аналоговую величину.

Измерительным сигналом называется сигнал, содержащий количественную информацию об измеряемой физической величине. Измерительные сигналы характеризуются значительным количеством параметров; им посвящена обширная научная литература.

Наиболее универсальными носителями количественной информации являются электрический и радиосигналы, которые позволяют передавать информацию на значительные расстояния и удобны для обработки и дальнейшего преобразования. Поэтому большое внимание уделяется разработке и использованию первичных преобразователей, преобразующих в электрический сигнал измеряемые механические, линейно-угловые и другие физические величины.

7.2. Измерительные приборы и установки

Измерительный прибор — средство измерений, в котором измеряемая физическая величина преобразуется в измерительный сигнал, который в свою очередь воздействует на отсчетное устройство, позволяющее получить значение физической величины в удобной для наблюдателя форме. По форме представления показаний отсчетные устройства подразделяются на цифровые и аналоговые.

Составными частями отсчетного устройства являются шкала и указатель. *Шкала* — это часть отсчетного устройства, представляющая собой ряд отметок, соответствующих последовательному ряду значений измеряемой величины. *Отметка шкалы* — это знак на шкале (черточка, точка), соответствующий определенному значению измеряемой величины. Отметка, у которой проставлено число отсчета, называется *числовой отметкой шкалы*. Промежуток между двумя соседними отметками шкалы называется *делением шкалы*. *Цена деления шкалы* — это разность значений измеряемой величины, соответствующих двум соседним отметкам. *Указатель* — это часть отсчетного устройства, положение которого относительно отметок шкалы определяет показания измерительного прибора. Указатель выполняется, как правило, в виде подвижной стрелки.

Градуировка шкалы прибора — нанесение на шкалу отметок путем «измерения» многозначной эталонной меры, т. е. путем под-

ведения к первичному преобразователю многозначной эталонной меры. В градуировке нуждаются только приборы прямого преобразования, так как в них измеряемая величина преобразуется в одном направлении и выходной сигнал воздействует на отсчетное устройство. К приборам прямого действия относится большинство манометров, динамометров, термометров, амперметров и т. д.

В приборах сравнения (компенсационного преобразования) измеряемые величины при каждом измерении сравниваются с величинами, значения которых известны, т. е. особенностью компенсационного преобразования является обратное преобразование выходного сигнала в величину, однородную с измеряемой. Простейшим прибором этого типа являются рычажные весы. К ним относятся также грузопоршневые манометры (рис. 7.1), потенциометры и другие приборы, в которых используют мостовые цепи. Грузопоршневые манометры, являющиеся приборами нулевого сравнения с ручным уравниванием, используют, как правило, для проверки рабочих манометров прямого действия. Давление P в разделительной камере создают с помощью поршня, загружаемого грузами известной массы m . Если поршень находится в положении равновесия, то

$$P = mg/F,$$

где F — площадь поршня.

Измерительные приборы классифицируют также и по другим признакам:

- по форме индикации измеряемой величины (показывающие или регистрирующие);

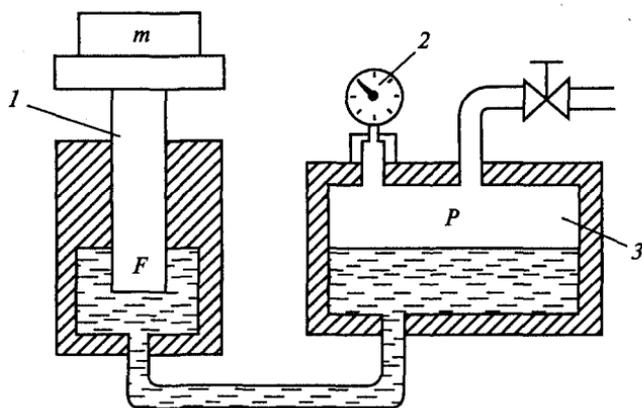


Рис. 7.1. Схема грузопоршневого манометра:

1 — поршень; 2 — поверяемый рабочий манометр; 3 — разделительная камера; m — масса груза; F — площадь поршня; P — давление

- форме преобразования сигналов (аналоговые или цифровые);
- принципу действия;
- назначению;
- точности;
- стабильности показаний;
- диапазону измерений.

Диапазоном измерений называется область значений шкалы, в пределах которой нормированы допускаемые пределы погрешности прибора. При этом *диапазон показаний* прибора — область значений между первой и последней отметками, — как правило, несколько больше диапазона измерений.

Современные автоматизированные производственные процессы и экспериментальные научные исследования требуют измерения многих физических величин одновременно или в определенном режиме. Для этих целей используют:

- *измерительные установки* — комплекс функционально объединенных средств измерений и вспомогательных устройств, расположенных в одном месте;

- *измерительные системы* — комплекс функционально объединенных средств измерений, вспомогательных устройств, вычислительной техники и каналов связи.

Алгоритм работы измерительных систем может оставаться постоянным, а также изменяться в соответствии с заданной программой или в зависимости от изменяющихся параметров производственного процесса. В работе измерительных приборов, установок и систем используется большое количество измерительных принадлежностей и вспомогательных устройств, служащих для исключения или поддержания в заданном диапазоне влияющих факторов, усиления сигнала, улучшения условий измерений и т. д. Ко многим измерительным принадлежностям предъявляются метрологические требования, так как они могут являться источником дополнительных погрешностей. Например, лабораторная механизированная мешалка для приготовления цементного теста является измерительной принадлежностью прибора «Вика», и от ее параметров зависит точность определения нормальной густоты цементного теста. Лабораторная виброплощадка является измерительной принадлежностью технического вискозиметра для определения жесткости бетонной смеси и также оказывает решающее влияние на точность определения. Измерительные принадлежности и вспомогательные устройства применяются при определении морозостойкости бетона, прочности бетона неразрушающими методами, испытаниях железобетонных конструкций и т. д. Допуски на технические параметры применяемых устройств должны назначаться по результатам специальных исследований, оценивающих влияние изменения этих параметров на формирование суммарной погрешности.

7.3. Метрологические характеристики средств измерений и их нормирование

Характеристики свойств средств измерений, оказывающих влияние на результаты измерений и возникающие при этом погрешности, называются *метрологическими* характеристиками средств измерений.

Характеристики, указанные в нормативно-технической документации, называются *нормированными*, а определяемые экспериментально в ходе измерений — *действительными*.

Нормирование метрологических характеристик позволяет выбирать оптимальные измерительные средства для конкретных условий, формировать измерительные системы из отдельных измерительных средств, имеющих согласованные характеристики, и правильно оценивать погрешности в реальных условиях выполнения измерений.

Правила выбора и способы нормирования метрологических характеристик установлены ГОСТ 8.009—84 «ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений» и рядом методических документов.

Для правильного выбора измерительного средства необходимы не только характеристики систематической и случайной составляющих основной погрешности, но и другие характеристики: цена деления прибора, функция преобразования, динамические характеристики и характеристики чувствительности измерительного средства к влияющим факторам.

Для удобства метрологические характеристики объединены в комплексы, каждый из которых подходит для определенной группы средств измерений.

По этому принципу все средства измерений разделены на три большие группы:

- меры и цифроаналоговые преобразователи;
- измерительные и регистрирующие приборы;
- аналоговые и аналого-цифровые измерительные преобразователи.

Одной из главных задач нормирования метрологических характеристик, безусловно, является обеспечение возможностей правильной оценки погрешностей в процессе эксплуатации измерительных средств.

Нормирование метрологических характеристик базируется на специальных исследованиях, учитывающих технический уровень производств, выпускающих измерительные средства.

На основании нормированных характеристик рассчитываются основная и дополнительная погрешности, затем погрешности, обусловленные взаимодействием измерительного средства с объектом измерений, и, наконец, оценивается интервал, в котором с до-

верительной вероятностью находится суммарная инструментальная погрешность средства измерений.

В нормативно-технической документации приводятся номинальные метрологические характеристики для определенной совокупности средств измерений, имеющих одинаковое назначение и конструкцию.

Характеристики отдельного средства измерений из данной совокупности должны находиться в области значений, указанных в нормативно-технической документации. Определение метрологических характеристик отдельного средства измерения и проверка его соответствия номинальным значениям осуществляются в ходе поверочных работ.

7.4. Классы точности средств измерений

Учет всего комплекса метрологических характеристик необходим только при измерениях высокой точности, а также при проектировании сложных измерительных систем. В большинстве производственных отраслей, в том числе в строительстве, используются средства измерений, метрологические характеристики которых нормированы на основе классов точности.

Класс точности — обобщенная характеристика средств измерений определенного типа, позволяющая судить о том, в каком диапазоне находится суммарная погрешность измерений. Совокупность метрологических характеристик, определяющих класс точности, отражается в стандартах или технических условиях. Общие требования при делении средств измерений на классы точности приведены в ГОСТ 8.401 — 80 «Классы точности средств измерений. Общие требования».

Средствам измерений с несколькими диапазонами измерений одной и той же физической величины или предназначенным для измерений разных физических величин могут быть присвоены различные классы точности для каждого диапазона или каждой измеряемой величины.

Обозначения классов точности наносятся на циферблаты, щитки и корпуса средств измерений. При этом в эксплуатационной документации на средства измерений, содержащей обозначение класса точности, должна быть ссылка на стандарт или технические условия, в которых установлен класс точности для этого типа средств измерений.

Обозначения могут иметь форму заглавных букв латинского алфавита или римских цифр с добавлением условных знаков. Смысл таких обозначений раскрывается в нормативно-технической документации. Если же класс точности обозначается арабскими цифрами с добавлением какого-либо знака, то эти цифры непосредственно оценивают погрешность измерения.

Для выражения допускаемых основных погрешностей при их нормировании и оценке используют различные способы, в зависимости от того, какой из них наиболее соответствует характеру средства измерений. Например, для гирь, штангенинструмента, концевых мер длины указывают значения абсолютных допускаемых погрешностей Δ . При этом класс точности обозначается одной арабской цифрой (порядковым номером): 0; 1; 2. Наименьшие погрешности соответствуют классу 0. Значения этих погрешностей для разных номинальных значений мер указаны в таблицах стандартов.

Если нормируется допустимая относительная погрешность δ , то класс точности обозначается в виде $\underline{1,0}$, где 1,0 — значение допустимой предельной относительной погрешности в процентах от измеренного значения. Например, если при выполнении измерения прибором, имеющим на щитке обозначение $\underline{1,5}$, получен результат 200, то абсолютная погрешность Δ не превышает значения $200 \cdot 0,015 = 3$ и измеренное значение находится в интервале 200 ± 3 . Для многих приборов, например вольтметров, амперметров, нормируют значение приведенной погрешности γ , измеряемой в процентах:

$$\gamma = \frac{\Delta}{x_N} 100,$$

где x_N — нормирующее значение, в качестве которого принимается, как правило, значение верхнего предела измерений.

Класс точности при этом обозначается числом из того же ряда, что и при нормировании относительной погрешности, но дополнительного значка при этом нет. Например, если вольтметр класса 1,5 с диапазоном измерений от 0 до 250 В показывает напряжение 36 В, то абсолютная погрешность измерения, В, составит: $\Delta = 250 \cdot 0,015 = 3,75$, а относительная погрешность измерения, %, составит: $\delta = 3,75 : 36 \cdot 100 = 10$. Для приборов с нормируемой приведенной погрешностью абсолютная погрешность не зависит от значения измеряемой величины, а относительная погрешность увеличивается с уменьшением значения измеряемой величины. Значение абсолютной погрешности можно снизить, если использовать прибор того же класса точности, но с меньшим диапазоном измерений.

Шкалы некоторых приборов градуируют в миллиметрах, абсолютная погрешность при этом выражается также в единицах длины. Если для такого прибора нормируется значение приведенной погрешности, то класс точности прибора обозначается в виде $\underline{1,0}$, где 1,0 — значение приведенной погрешности, выраженное в процентах.

7.5. Выбор средств измерений

Выбор средств измерений для конкретных измерительных целей определяется многими факторами. Задача выбора может быть как очень простой, так и достаточно сложной, когда требуется проверка соответствия свойств средства измерения предъявляемым требованиям по быстрдействию, надежности, степени защищенности от определенных воздействий и т. п. Но главным требованием является, как правило, обеспечение необходимой точности измерений. Для обоснования этого требования необходимо знать цель измерения. Таких целей две. Они имеют следующие принципиальные отличия:

- определение действительного размера измеряемой величины в заданных единицах;
- определение соответствия измеряемой величины предписанному (номинальному) размеру, для которого заданы допустимые предельные отклонения.

В первом случае измеряемой величине присваивается размер, достоверность которого полностью определяется погрешностью, имевшей место в момент измерения. Допустимая погрешность назначается исходя из конкретных задач определения размера. Например, при ручной доводке детали до заданного геометрического размера рабочий контролирует этот размер с помощью штангенциркуля и прекращает доводку при полном совпадении штрихов, соответствующих заданному размеру. Выбор штангенциркуля обусловлен тем, что предельная погрешность измерения меньше или равна заданному допуску. Другой пример: при отчуждении товаров в единицах массы, объема или длины допустимое предельное отклонение от номинального размера устанавливается соглашением сторон или в законодательном порядке. Предельная погрешность измерительного устройства для «отмеривания» товара должна быть меньше или равна заданному допустимому отклонению. Заметим, что здесь практически совпадают понятия «допускаемая погрешность измерения» и «допускаемое отклонение от размера величины».

Во втором случае с помощью измерения проверяют, находится ли размер измеряемой величины в заданном интервале (в поле допуска), например при приемочном контроле изделий по геометрическим размерам. При этом изменение (исправление) размера в процессе измерения невозможно. Результат измерения используется только для определения пригодности. При этом погрешность измерения влияет на окончательные результаты приемки («годен» или «брак») только тех изделий, фактические размеры которых находятся близко к границам поля допуска. Увеличение погрешности измерения увеличивает вероятность того, что часть изделий будет неправильно принята (ошибка 1-го рода), а часть изделий — неправильно забракована (ошибка 2-го рода).

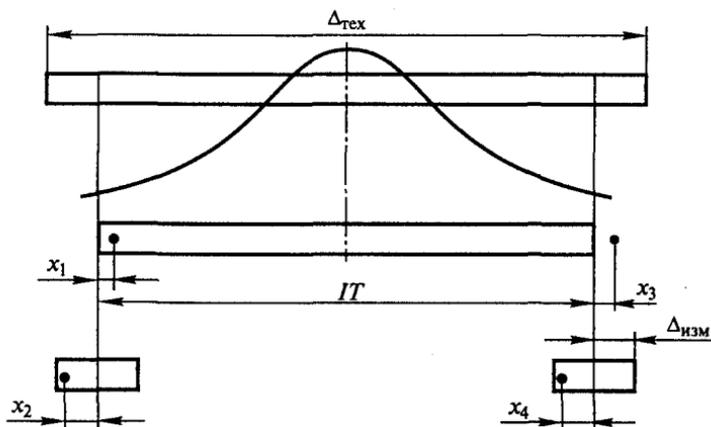


Рис. 7.2. Влияние погрешности измерения на результаты контроля:
 $\Delta_{\text{тех}}$ — область технологического рассеивания размеров изделий; $\Delta_{\text{изм}}$ — предельная погрешность измерения; IT — допуск на контролируемый размер; x_1, x_3 — погрешности изготовления; x_2, x_4 — погрешности измерения

На рис. 7.2 показано влияние погрешности измерения на результаты контроля при размерах изделий, близких к границам поля допуска. Если размер изделия находится в поле допуска на расстоянии x_1 от границы, но при измерении имела место погрешность $x_2 > x_1$, то изделие будет неправильно забраковано. Аналогично при $x_4 > x_3$ — бракованное изделие будет неправильно принято.

Влияние погрешности измерения на результаты контроля (разбраковки) оценивается следующими параметрами:

m — число деталей в процентах от общего числа, имеющих отклонения за обе границы допуска и принятых в число годных;

n — число деталей в процентах от общего числа, имеющих отклонение в пределах допуска и неправильно забракованных;

C — вероятностная предельная величина выхода размера за каждую границу допуска у неправильно принятых изделий.

Для практического применения построены графики, позволяющие определять параметры разбраковки m, n, C в зависимости от законов распределения и числовых значений погрешностей измерения и изготовления. Для использования графиков предварительно вычисляют следующие параметры:

- относительную погрешность измерения (в процентах):

$$A_{\text{мет}} = \frac{\Delta_{\text{изм}}}{IT} 100;$$

- среднее квадратическое относительной погрешности измерения:

$$A_{\text{мет}(\sigma)} = \frac{A_{\text{мет}}}{3};$$

- среднее квадратическое отклонение погрешности измерения:

$$\sigma_{\text{мет}} = \frac{\Delta_{\text{изм}}}{3};$$

- среднее квадратическое отклонение технологического рассеивания размеров изделий:

$$\sigma_{\text{тех}} = \frac{\Delta_{\text{тех}}}{6}.$$

Пример. Определить результаты разбраковки. Дано: $IT = 20$ мм; $\Delta_{\text{тех}} = 30$ мм; $\Delta_{\text{изм}} = 6$ мм.

Вычисляем необходимые параметры:

$$A_{\text{мет}} = \frac{\Delta_{\text{изм}}}{IT} 100 = \frac{6}{20} 100 = 30 \%;$$

$$A_{\text{мет}(\sigma)} = \frac{30}{3} = 10 \%;$$

$$\sigma_{\text{тех}} = \frac{\Delta_{\text{тех}}}{6} = \frac{30}{6} = 5 \text{ мм};$$

$$\frac{IT}{\sigma_{\text{тех}}} = \frac{20}{5} = 4.$$

Затем для $A_{\text{мет}(\sigma)} = 10$; $\frac{IT}{\sigma_{\text{тех}}} = 4$ по графикам находим:

$$m = 0,8 \%; n = 3 \%; \frac{C}{IT} = 0,065; (C = 0,065 \cdot 20 = 1,3 \text{ мм}).$$

В рассмотренном примере предельная погрешность измерения составляет 30 % от заданного допуска. При этом получены вполне приемлемые для производственной практики значения параметров m , n , C . Увеличение предельной погрешности до 50 % от допуска в данном случае приведет к увеличению параметров m и n до значений соответственно 1,2 и 6,4 % (условно назовем их неприемлемыми). Исходя из приемлемости указанных параметров, как правило, и осуществляется выбор средств измерений. При линейно-угловых измерениях допустимая предельная погрешность измерений принимается в диапазоне 20...35 % от заданного допуска на измеряемый размер, а при арбитражной перепроверке принятых изделий предельная погрешность измерения должна составлять не более 30 % от предельной погрешности, имевшей место при первичной разбраковке.

Если недопустимо попадание бракованных изделий в число принятых, то прибегают к производственному допуску, умень-

шая размер заданного допуска на величину предельной погрешности измерения или на удвоенную величину параметра C .

Введение производственных допусков, так же как и выбор рабочих средств измерений для разбраковки, необходимо осуществлять на основе технико-экономических расчетов. Иногда более экономичным оказывается использование для разбраковки простого и надежного средства измерений с большой предельной погрешностью, но с перепроверкой забракованных изделий более точным средством измерений или путем повторных многократных измерений.

Если область технологического рассеивания размеров изделий практически совпадает с заданным допуском, то приемочный контроль используют для обнаружения возникших нарушений в технологическом цикле. В этом случае все первоначально забракованные изделия подвергают повторному, более тщательному, контролю, и если брак подтверждается, то это свидетельствует о возникших нарушениях в технологическом цикле.

Особое внимание уделяется выбору разрядных эталонных средств измерений, используемых при поверочных работах. Есливеряемое средство измерений предназначено для применения без поправок, то в ходе поверки определяют, не выходят ли его погрешности за установленные (допускаемые) пределы. В этом случае результаты поверки можно охарактеризовать параметрами, аналогичными рассмотренному случаю разбраковки изделий, и вероятность ошибок 1-го и 2-го рода зависит от отношения погрешностейверяемого и используемого для поверки средств измерений. Данное отношение для различных видов измерений и различных ступеней поверочных схем колеблется от 1:10 до 1:3 и принимается с учетом всего комплекса метрологических характеристик используемых эталонных средств измерений.

ГЛАВА 8

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

8.1. Измерение механических характеристик материалов

Основными механическими характеристиками строительных материалов являются прочность, упругость, твердость, хрупкость, вязкость, изнашиваемость, выносливость, ползучесть и др. Несмотря на наличие определенных корреляций между отдельными характеристиками, увязать их между собой с помощью функциональной зависимости невозможно, поэтому каждая из перечисленных характеристик оценивается отдельно.

Методы измерения различных механических характеристик строительных материалов, изделий и конструкций регламентированы стандартами и изложены в учебной и справочной литературе.

В зависимости от требований, предъявляемых к материалам, можно выделить следующие общие методы их испытаний:

- статические испытания на сжатие, растяжение, изгиб, кручение. Их проводят путем плавного увеличения нагрузки на образец до его разрушения. При этом, если необходимо, в ходе испытания измеряют деформации образца и устанавливают зависимость $\sigma = f(\epsilon)$;

- динамические испытания, при которых нагрузка на образец увеличивается с большой скоростью (например, определение ударной вязкости, показателем которой служит работа, затраченная на разрушение образца);

- испытания на усталость, характеризующиеся повторными, циклически изменяющимися нагрузками, многократно прилагаемыми к образцу;

- испытания на твердость, служащие для определения сопротивления образцов местной деформации, осуществляемые в основном внедрением в испытываемый образец стандартного наконечника;

- испытания на ползучесть и длительную прочность, определяющие способность материала деформироваться при постоянной заданной нагрузке и температуре.

- технологические испытания, устанавливающие пригодность материала для определенного технологического процесса.

Общим условием проведения значительной части перечисленных испытаний является применение силоизмерительных устройств с различными принципами действия.

8.2. Приборы для измерения силы и их поверка

Используемые в строительстве силоизмерительные приборы и машины по принципу действия можно разделить на три основные группы.

1. Приборы, основанные на уравнивании измеряемой силы силой тяжести.

2. Приборы, основанные на измерении деформаций.

3. Приборы, основанные на измерении давления.

Приборы первой группы. Они представляют собой рычажную систему, при помощи которой измеряемая сила уравнивается массой груза. На этом принципе основаны эталонные рычажные динамометры и некоторые испытательные приборы и машины, например прибор Михаэлиса (рис. 8.1) и машина МИИ-100 для испытания на изгиб стандартных образцов — балочек из цементного теста размером $40 \times 40 \times 160$ мм.

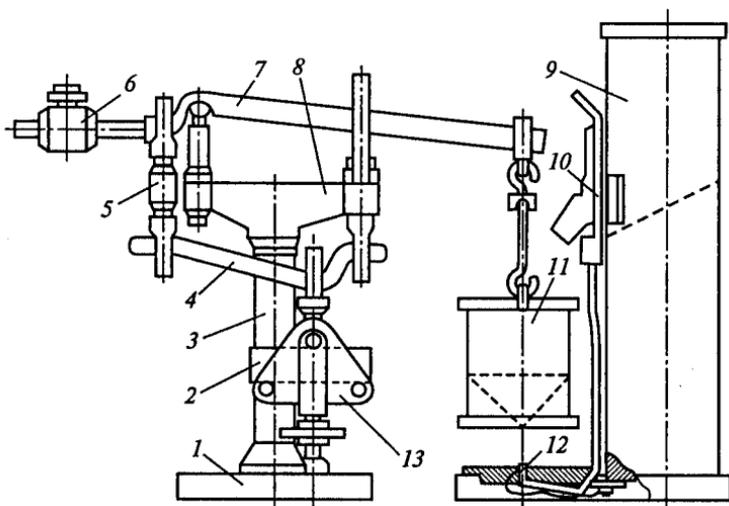


Рис. 8.1. Прибор Михаэлиса:

1 — основание; 2 — образец; 3 — стойка; 4, 7 — рычаги; 5 — серьга; 6 — груз; 8 — консоль; 9 — сосуд с дробью; 10 — задвижка; 11 — ведро; 12 — зуб задвижки; 13 — захват

Приборы первой группы имеют высокую точность и чувствительность при большом диапазоне измерений, долговременную стабильность характеристик при минимальном уходе, малую зависимость показаний от температуры. Их главными недостатками являются большие габаритные размеры, высокая стоимость и узкое назначение. При необходимости дистанционной передачи показаний требуется применение сложных вторичных преобразователей.

Приборы второй группы. Они состоят из упругого звена, воспринимающего измеряемую силу с последующим преобразованием возникающей деформации в показания прибора. Приборы этой группы наиболее универсальны и находят все большее распространение. При их создании используют следующие типы преобразователей: механические, потенциметрические, индуктивные, тензометрические, пьезоэлектрические и др.

Механические преобразователи применяются, например, в пружинных весах с цилиндрической пружиной, которая через рычажный механизм связана с указателем отсчетного устройства с круговым циферблатом. Основным недостатком является необходимость иметь при взвешивании значительные деформации пружины (до 30 мм). В механических динамометрах с упругим звеном, имеющим незначительные деформации (до 0,25 мм), для их измерения и регистрации используют индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм. В этом случае показания получают в миллиметрах. Показанный на рис. 8.2 эталонный динамометр 3-го раз-

ряда имеет погрешность показаний не более $\pm 0,5\%$ и используется в основном для градуировки и поверки рабочих испытательных машин и прессов.

Эталонные динамометры подобного типа, отличающиеся конфигурацией упругого элемента и конструкцией передаточного механизма, изготавливают для диапазонов измерений $100 \dots 5 \cdot 10^6$ Н. Их основным достоинством является малая зависимость от изменений температуры, а основным недостатком — получение измерительной информации в единицах длины и невозможность ее автоматической передачи на расстояние.

В приборах второй группы с использованием потенциметрического, индуктивного, тензометрического, пьезоэлектрического преобразователей деформация от приложения силы преобразуется в электрическую величину, удобную для передачи на любые расстояния, а также для последующего преобразования и обработки. Это главное достоинство обеспечило их наиболее широкое распространение.

Потенциметрические преобразователи используют для преобразования линейного или углового перемещения в изменение тока, пропускаемого через обмотку потенциометра. Зависимость выходного напряжения от перемещения ползунка потенциометра получается линейной при условии, что сопротивление всей измерительной цепи во много раз превышает сопротивление обмотки потенциометра. Соотношение сопротивлений выбирают исходя из допустимого отклонения от линейности порядка 1% . Обмотку выполняют из манганина, вольфрама, константана, платино-иридия и других высокоомных сплавов с диаметром провода $0,01 \dots 0,2$ мм.

Индуктивные преобразователи основаны на преобразовании линейного перемещения в индуктивность катушки. Наибольшее

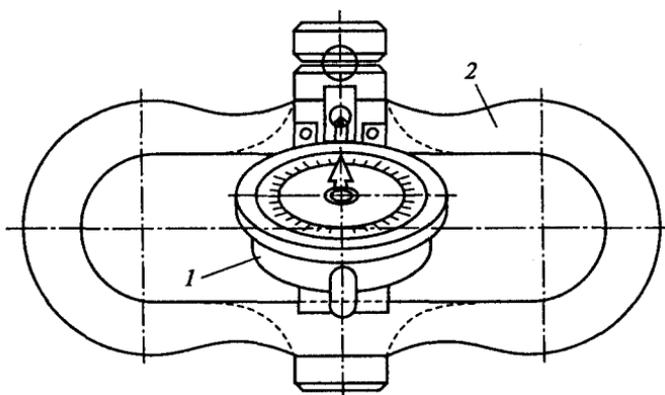


Рис. 8.2. Эталонный динамометр 3-го разряда на нагрузку 30 кН:

1 — индикатор часового типа с ценой деления 0,01 мм; 2 — упругий элемент

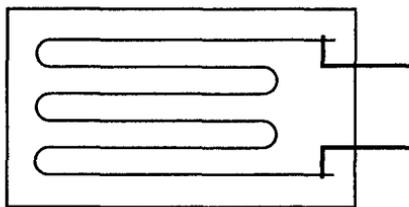


Рис. 8.3. Схема проволочного тензорезистора

распространение получили конструкции, использующие схему дифференциального трансформатора. Они используются в динамометрах растяжения под нагрузки до 5 т. При высокой точности, чувствительности и универсальности эти преобразователи имеют значительные размеры и высокую стоимость.

Тензометрические преобразователи получили широкое распространение благодаря своей универсальности. Принцип их действия основан на изменении электрического сопротивления металлической проволоки или волокон и нитей из других материалов при их деформировании. Традиционные проволочные тензорезисторы (рис. 8.3) изготавливают из нихромовой или константановой проволоки диаметром 0,015... 0,05 мм, имеющей большое удельное сопротивление и высокую чувствительность к деформации. Тензорезистор покрывают тонкой эластичной изоляционной пленкой и крепят к упругому элементу динамометра. Разработаны кремневые монокристаллические тензопреобразователи, которые применяют при изготовлении высокоточных силоизмерительных устройств, в том числе весов с диапазоном взвешивания 0,2... 500 кг.

Пьезоэлектрические преобразователи основаны на так называемом пьезоэффекте — способности некоторых кристаллов генерировать электрические заряды в результате приложения к ним силовых воздействий. Для изготовления пьезопреобразователей используют кристаллы кварца, сегнетовой соли, сернокислого лития и других материалов.

Основное преимущество пьезопреобразователей заключается в их большой жесткости, благодаря которой они обладают высокой частотой собственных колебаний при малых деформациях. Их используют при измерениях быстроменяющихся величин давлений или ускорений (виброизмерительная аппаратура, акселерометры и др.).

Кроме рассмотренных преобразователей силы используют и другие физические зависимости. Заслуживают внимания, например, вибрационные динамометры, принцип действия которых основан на изменении собственной частоты колебаний упругого элемента под действием приложенных к нему сил. Собственная частота колебаний упругого элемента динамометра, являющаяся мерой приложенной силы, преобразуется в электронном регистраторе в показания усилия.

На этом же принципе основана работа прибора ИНК-2.3К, выпускаемого научно-производственным предприятием «Карат»

Прибор предназначен для измерения напряжений в арматуре при изготовлении преднапряженных железобетонных конструкций и измерения параметров виброустановок, применяемых для уплотнения бетонных смесей. Принципиальное отличие от вибрационного динамометра состоит в том, что прибор ИНК-2.3К не имеет собственного упругого элемента, а измеряет собственную частоту колебаний арматурного стержня и преобразует эту величину в показания усилия. Прибор измеряет частоты в диапазоне 5... 200 Гц с предельной погрешностью 0,2 %. Указанным частотам соответствуют напряжения 50... 2000 МПа в арматурных элементах в зависимости от их длины, диаметра, материала и вида (отдельный стержень или прядь). Погрешность измерения напряжения полностью зависит от условий выполнения градуировочных работ и может быть значительно снижена путем выполнения дополнительной градуировки для реальных условий выполнения измерений и введения соответствующих поправок. По данным разработчиков, предельная погрешность составляет 4 % при работе без поправок.

Приборы третьей группы. Они основаны на измерении давления и представляют собой цилиндр и поршень, при относительном перемещении которых изменяется давление жидкости, действующей на манометр или силоизмерительный механизм торсионного, пружинного или рычажно-маятникового типа. Преимуществами силоизмерительных приборов, основанных на измерении давления, являются сравнительная простота конструкции, большая выносливость, отсутствие температурной погрешности. Основным недостатком — погрешность, обусловленная трением в поршневой паре. Приборы этой группы используют для измерения как статических, так и динамических силовых воздействий.

В строительстве из приборов этой группы наиболее широко используются гидравлические прессы для определения прочности бетонов и других строительных материалов (рис. 8.4). Выпускаются прессы с верхними пределами нагрузок 25... 5000 кН с высотой рабочего пространства соответственно 250... 1200 мм и размерами опорных плит от 160×160 до 550×550 мм. Большинство отечественных прессов имеют ход поршня рабочего цилиндра, равный 50 мм, и регулируемую скорость его перемещения 0... 20 мм/мин. Предельная погрешность силоизмерительных устройств — не более 2 %, начиная с 0,2 предельного значения шкалы.

Гидравлические прессы используют также для испытания строительных материалов на ползучесть и долговременную прочность. Главной особенностью этих испытаний является необходимость обеспечения постоянства нагрузки на испытываемый образец в течение длительного времени (до нескольких месяцев) при больших нагрузках (до 2000 кН).

Применение для этих целей рычажных грузовых устройств, обеспечивающих наибольшее постоянство нагрузки, возможно

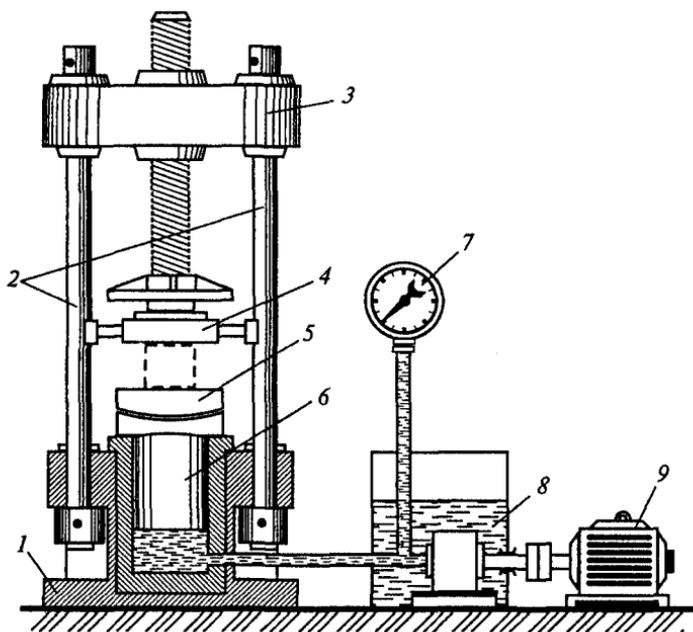


Рис. 8.4. Принципиальная схема гидравлического пресса:

1 — станина; 2 — стойки; 3 — траверса; 4, 5 — плиты; 6 — поршень; 7 — силоизмеритель; 8 — насос; 9 — электродвигатель

только при незначительных рабочих нагрузках, а применение машин с упругим звеном неизбежно приводит к снижению величины нагрузки из-за релаксации.

Гидравлические прессы обеспечивают высокое постоянство нагрузки при использовании воздушных стабилизаторов нагрузки, которые представляют собой заполненные воздухом металлические баллоны значительной емкости, соединенные с гидравлической системой прессы. При незначительных утечках жидкости из системы давление практически не изменяется.

8.3. Особенности поверки средств измерения силы

Главным звеном поверочной схемы для средств измерений силы является государственный первичный эталон единицы силы, включающий в себя четыре эталонные установки, позволяющие воспроизводить размер единицы силы и его кратные значения в диапазоне измерений $10 \dots 10^6$ Н. Принцип построения государственной поверочной схемы средств измерений силы показан на рис. 8.5. Этот принцип заключается в чередовании стационарных (силопроизводящих) и переносных (силоизмерительных) средств. Переносные эталонные динамометры 1-го разряда градуируют

путем непосредственного нагружения на установках эталонного набора верхнего (головного) звена. По динамометрам 1-го разряда поверяют стационарные силовоспроизводящие установки 2-го разряда, т. е. динамометры 1-го разряда «переносят» единицу силы от эталонного набора к установкам 2-го разряда. Аналогично переносные динамометры 3-го разряда градуируют на установках 2-го разряда и по ним поверяют рабочие средства измерений.

Точность воспроизведения единицы силы установками эталонного набора зависит от точности воспроизведения массы и точности измерения g . При этом точность воспроизведения массы на два порядка ниже, чем точность измерения g .

Динамометры 1-го разряда долгое время имели пружинные преобразователи, а в качестве отсчетного устройства использовали измерительный микроскоп. Ограниченные точностные возможности этих преобразователей привели к разработке новых струнных и вибрационно-частотных преобразователей, которые используют при изготовлении как рабочих, так и эталонных динамометров. Выпускаемые серийно динамометры этого типа имеют предельную погрешность 0,05 %.

В качестве эталонных установок 2-го разряда используют рычажные и гидравлические машины. Переносные динамометры 3-го разряда имеют, как правило, упругие преобразователи.

Рабочие переносные динамометры поверяют (градуируют) на эталонных машинах 2-го разряда. Допускается градуировка динамометров 3-го разряда с верхними пределами измерения до 1000 Н

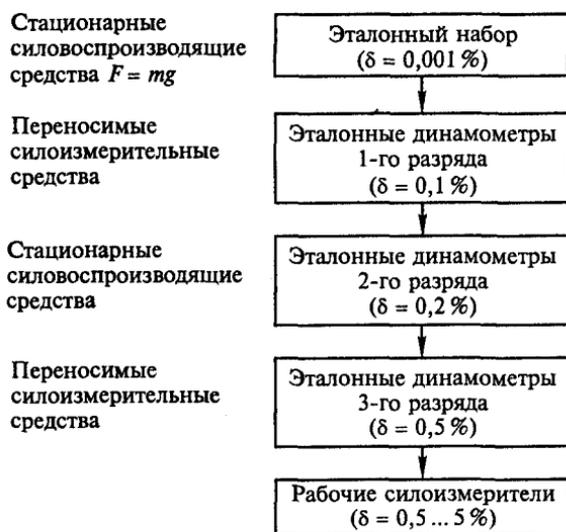


Рис. 8.5. Принцип построения государственной поверочной схемы средств измерений силы

с помощью эталонных гирь 4-го разряда. С помощью эталонных гирь допускается также поверка всех рабочих средств измерений силы с верхними пределами измерения до 1000 Н.

8.4. Неразрушающие методы контроля прочности бетона

Данные методы основаны на существующих зависимостях между прочностью бетона на сжатие и его твердостью, упругостью и прочностью на растяжение (отрыв). В соответствии с этими зависимостями можно выделить три группы методов косвенных измерений прочности бетона при сжатии:

- методы пластических деформаций;
- методы определения динамического модуля упругости;
- метод отрыва.

Методы пластических деформаций основаны на применении различных молотков (молоток конструкции И.А.Физделя, эталонный молоток конструкции К. П. Кашкарова, пружинный молоток ПМ и др.) или приборов маятникового типа (ДПГ-4, УМП), с помощью которых по бетону наносятся удары определенной силы, в результате которых на поверхности бетона остаются отпечатки (лунки): сферической формы (от удара шариком) или продолговатой (от удара диском). Прочность бетона оценивают по среднему размеру (диаметру или длине) лунки после многократных испытаний.

Простейший шариковый молоток конструкции И.А.Физделя с ударным наконечником в виде шарика диаметром 17,5 мм не позволяет измерить прочность бетона с достаточной точностью из-за значительных разбросов по силе производимых многократных ударов, несмотря на требование пользоваться локтевым ударом (локоть находится на поверхности бетона).

В эталонном молотке конструкции К. П. Кашкарова попытались исключить влияние силы удара на точность определения прочности бетона. Между шариком, соприкасающимся с бетоном, и бойком вставлен эталонный стержень. После удара измеряют диаметры лунок на бетоне и эталонном стержне. Показателем прочности является соотношение диаметров этих лунок. Однако указанное соотношение зависит не только от твердости бетона, но и от силы удара.

В пружинном молотке ПМ постоянство силы удара обеспечивается пружиной, сжимаемой перед каждым ударом на одну и ту же величину. Фиксирование пружины защелкой и ее освобождение от фиксации при ударе происходит автоматически при нажатии рукой на корпус молотка. Поэтому скорость выполнения измерений не ниже, чем при использовании молотка конструкции И.А.Физделя; при этом удары наносятся в точно намеченные места.

Маятниковые приборы наиболее надежно обеспечивают постоянство силы удара, поскольку удар осуществляется падающей головкой, положение которой перед падением устанавливают по специальной шкале.

Универсальный маятниковый прибор УМП имеет четыре градации по энергии удара (1,5; 3,0; 6,0; 12,0 Дж) и шарики различных диаметров (7; 10; 15; 25 мм), что позволяет использовать его в широком диапазоне измеряемых прочностей.

В маятниковом дисковом приборе ДПГ-4 (рис. 8.6) шарик заменен стальным диском диаметром 160 мм с кромкой толщиной 1 мм. Измеряют длину отпечатка, оставшегося на бетоне после удара.

Зависимость между прочностью бетона и размером лунки (градуировочная зависимость) устанавливается путем проведения специальных экспериментов. Изготавливают стандартные образцы — кубы из бетонов разной прочности — и после многократных ударных испытаний каждого из кубов с измерением размеров лунок определяют прочность указанных кубов путем разрушения их статической нагрузкой в соответствии с ГОСТ 10180—90. Полученную градуировочную зависимость представляют в виде уравнения или графика.

Методика получения градуировочных зависимостей при использовании механических методов неразрушающего контроля прочности бетона подробно изложена в ГОСТ 22690—88. Содержащиеся в ГОСТе многочисленные требования к многократности измерений и последующей обработке результатов, выбору участков на поверхности бетона для нанесения ударов, соотношению диаметров шарика и лунки направлены на повышение точности измерений. Приемлемая точность определения прочности бетона при использовании указанных методов может быть достигнута только при действии одного влияющего на прочность фактора при сохранении постоянными всех остальных и использовании градуи-

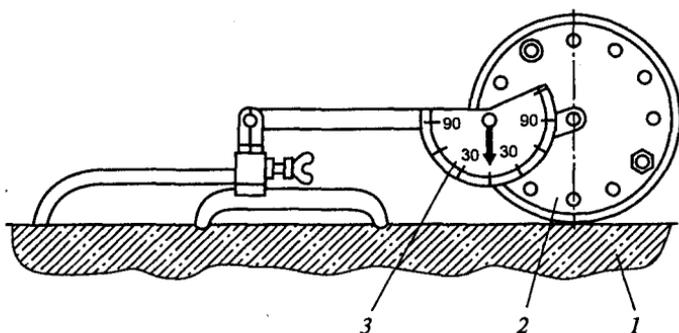


Рис. 8.6. Маятниковый дисковый прибор ДПГ-4:

1 — бетон; 2 — падающий диск; 3 — угломерная шкала

ровочной зависимости, полученной при изменении одного этого фактора. Например, распалубочная прочность бетона при сохранении постоянными состава бетона, характеристик исходных материалов, параметров уплотнения, температуры и влажности зависит только от возраста бетона. Однако на практике, как правило, на изменение прочности влияет одновременно несколько изменяющихся факторов и учет этого влияния представляет трудную задачу. Наибольшие разбросы градуировочных зависимостей возникают при изменении состава бетона, когда изменяется не только водоцементное отношение, но и расход цемента и заполнителей.

Недостаточная точность определения прочности ударными методами ограничивает их применение промежуточными стадиями (распалубочная прочность, отпускная прочность) при использовании градуировочных зависимостей, полученных для постоянных составов бетона и материалов.

Метод упругого отскока основан на измерении величины отскока от поверхности бетона специального ударника. Приборы, основанные на данном методе, называются склерометрами. В них используют удар с малой энергией без пластических деформаций бетона. Величина отскока зависит от упругих свойств бетона, связанных с его прочностью. Этот метод может иметь высокую точность только при тщательной подготовке поверхности бетона (снятие верхнего слоя). В некоторых приборах при увеличенной энергии удара упругий отскок измеряется одновременно с размером лунки, что значительно повышает точность измерений. Градуировочные зависимости для данных приборов меньше подвержены действию посторонних влияющих факторов. Современные приборы этого типа, например ОНИКС-2.4, имеют цифровую индикацию показаний и автоматическую обработку информации, полученной при многократных измерениях.

Точность определения прочности методом упругого отскока несколько выше, чем при использовании метода пластических деформаций.

Методы определения динамического модуля упругости основаны на измерении скорости распространения упругих волн в бетоне (ультразвуковой метод) или собственной частоты колебаний бетонного образца (резонансный метод).

Модуль упругости материала является одной из важных характеристик, связанной с другими его свойствами, в том числе с прочностью. Скорость распространения волн (v), возникающих от действия ультразвукового (или ударного) импульса, связана с динамическим модулем упругости (E) и плотностью материала (ρ):

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

Статический модуль упругости несколько ниже динамического модуля, определяемого акустическими измерениями с учетом приведенной зависимости или другими методами с помощью динамических воздействий. В общем случае модуль упругости бетона зависит от уровня механических напряжений и скорости деформирования. Для вычисления статического модуля упругости через динамический, определяемый акустическими измерениями, предложен ряд эмпирических зависимостей для различных марок бетона (формулы Г. К. Евграфова, Н. А. Крылова, Ю. С. Уржумцева и др.).

При определении прочности бетона ультразвуковым методом динамический модуль упругости является промежуточной характеристикой и не вычисляется. Экспериментальную градуировочную зависимость (скорость ультразвука — прочность) получают путем многократных измерений скорости ультразвукового импульса в стандартных образцах — кубах — с последующим определением прочности кубов механическим (разрушающим) методом в соответствии с ГОСТ 10180—90. Градуировочную зависимость представляют в графическом (рис. 8.7) или аналитическом виде. Наибольшую сходимость имеет экспоненциальное уравнение типа

$$R = be^{cv},$$

где v — скорость ультразвукового импульса; e — основание натурального логарифма; b и c — коэффициенты.

Методика построения градуировочной зависимости подробно изложена в ГОСТ 17624—87.

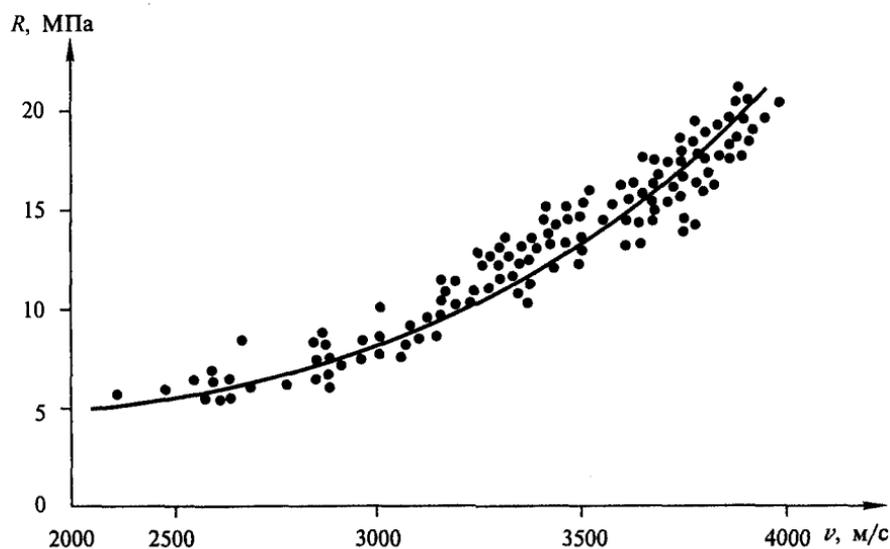


Рис. 8.7. Градуировочная зависимость скорость ультразвука — прочность бетона

Современные приборы, в том числе рекомендуемые ГОСТ 17624—87, имеют автономное питание, цифровую индикацию, автоматическую обработку информации и позволяют производить измерения с высокой скоростью на всех участках монолитных конструкций.

Ультразвуковой метод при сквозном прозвучивании, а также метод отрыва имеют наибольшую точность определения прочности при сжатии и рекомендованы ГОСТ 18105—86 для контроля прочности бетона в монолитных конструкциях.

Применение других методов допускается по согласованию с головными научно-исследовательскими организациями.

Наибольшая точность, так же как и при ударных методах, достигается при действии одного фактора, влияющего на изменение прочности, при использовании градуировочной зависимости, полученной при изменении этого фактора. Ультразвуковой метод при регулярном его использовании для контроля распулочной и других нормируемых прочностей наряду с разрушающим методом по ГОСТ 10180—90 позволяет определять прочность бетона с точностью не ниже, чем получаемой при испытании контрольных образцов. Одновременно он позволяет оценить однородность бетона в конструкции, что крайне важно для оценки технологического процесса (приготовления, укладки и уплотнения бетонной смеси). Ультразвуковой метод успешно применяется при обследовании и оценке состояния эксплуатируемых бетонных и железобетонных конструкций. При этом для корректировки используемой градуировочной зависимости (если невозможно произвести выбуривание кернов) важно знать крупность и модуль упругости щебня, так как эти параметры оказывают наибольшее влияние на зависимость скорость ультразвука — прочность. При отсутствии контрольных образцов и использовании приближенных градуировочных зависимостей точность определения прочности снижается в 1,5... 3 раза.

Резонансный метод основан на измерении собственной частоты продольных, крутильных или изгибных колебаний бетонного образца, установленного в специальные приспособления. Наиболее широко применяют измерение собственной частоты изгибных колебаний образца, установленного на двух опорах (рис. 8.8). При плавном изменении частоты на возбудителе колебаний f находят ее значение, при котором возникает явление резонанса, и приемник Z начинает фиксировать наличие устойчивых колебаний в образце. Динамический модуль упругости вычисляют по формуле

$$E_{\text{дин}} = f^2 \rho \left(\frac{l^2}{ki} \right)^2,$$

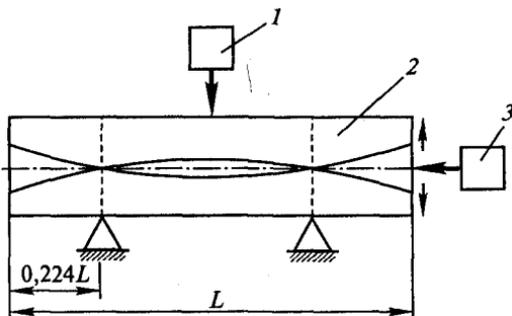


Рис. 8.8. Схема определения динамического модуля упругости резонансным методом:

1 — возбудитель колебаний; 2 — бетонный образец; 3 — приемник колебаний; L — длина образца

где f — собственная частота колебаний образца; ρ — плотность бетона; l — длина образца; k — коэффициент, зависящий от схемы опирания образца; i — радиус инерции сечения образца.

Для возбуждения колебаний в образце применяют генераторы частоты, например ГЗ-4, обеспечивающие плавную регулировку вырабатываемой частоты в диапазоне 50...20 000 Гц при выходной мощности до 5 Вт. В качестве преобразователей используют возбудители механических колебаний 1 пьезоэлектрического или электродинамического типа. Приемник колебаний 3 пьезоэлектрического или электромагнитного типа соединен через усилитель с индикатором колебаний. Усилитель и индикатор могут быть совмещены в одном приборе — осциллографе.

Резонансный метод определения динамического модуля упругости имеет более высокую чувствительность и точность по сравнению с ультразвуковым и широко применяется при проведении экспериментальных исследований, когда необходимо следить за изменением прочности бетонных образцов без их разрушения (например, при исследовании стойкости бетона при действии попеременного замораживания и оттаивания или других агрессивных воздействиях).

Метод отрыва основан на зависимости между прочностными свойствами бетона и усилием, которое необходимо для вырывания из тела бетона специального анкера вместе с частью бетона (рис. 8.9).

Анкеры закладывают в тело бетона при бетонировании или заделывают в специально высверленные отверстия в затвердевшем бетоне. При установке анкеров в высверленные отверстия их крепят путем зачеканки высокопрочным цементным тестом или применяют специальные расклинивающие устройства, позволяющие провести испытание сразу после установки анкера.

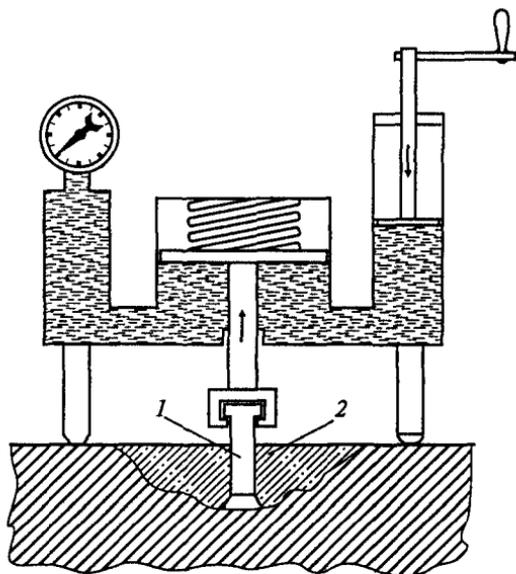


Рис. 8.9. Схема испытания методом отрыва:
1 — анкер; 2 — вырываемая часть бетона

Одним из устройств для вырывания анкера является пресс-насос ГПНВ-5 (см. рис. 8.9) с максимальным усилием вырыва 55 кН. Усилие вырыва P фиксируют по манометру. Прочность бетона при сжатии определяют по градуировочной зависимости $R_{сж} = kP$, коэффициент k для которой определяют по данным специальных испытаний.

Пресс-насос ГПНВ-5 используют также для проведения испытаний методом пластических деформаций. В этом случае в одной из опор размещают стальной шарик, который оставляет лунку на поверхности бетона при фиксированном усилии 5 кН. После сброса давления и поворота прибора на определенный угол повторяют испытание. На заключительном этапе производят вырывание анкера. Точность определения прочности бетона при сжатии в этом случае увеличивается, так как используют одновременно две градуировочные зависимости ($R_{сж} - P$ и $R_{сж} - \text{диаметр лунки}$).

8.5. Линейно-угловые измерения

Линейно-угловые измерения являются одним из самых массовых видов измерений в строительной отрасли. Они выполняются в ходе операционного контроля параметров большинства строительных процессов, а также при приемочном контроле и обеспечиваю изготовлению изделий и возведение сооружений с заданными

размерами. Соблюдение заданных допусков на геометрические параметры зависит от точности производимых измерений.

Точность линейных измерений является также основой для возможности точных измерений ряда других величин (силы, давления, твердости и др.).

В строительстве не находит применения Единая система допусков и посадок, разработанная для станкоинструментальной и машиностроительной отраслей, и практически не используются опτικο-механические и электрические приборы высокой точности, применяемые в указанных отраслях.

Необходимость измерения малых (до 1 мм) линейных размеров и перемещений возникает при испытаниях строительных материалов и конструкций (измерение деформаций). Для этих целей широко используют зубчатые измерительные головки (индикаторы часового типа) с ценой деления шкалы 0,01 или 0,001 мм, которые устанавливают непосредственно на испытываемый образец (рис. 8.10) или оснащают ими различного рода деформометры и измерительные скобы (рис. 8.11).

Используют также механические рычажные тензометры или проволочные тензорезисторы, наклеиваемые на поверхность образца или конструкции.

Для измерения ширины трещин применяют простейшие измерительные микроскопы или измерительные лупы, а также увеличительную фотосъемку с использованием специальных трафаретов.

Применяемые для измерения деформаций средства имеют, как правило, некоторый запас по точности, т. е. предельная погрешность измерения в несколько раз меньше допустимой, и выбор измерительного средства не вызывает затруднений и полностью определяется конкретными условиями выполнения измерений.

Линейно-угловые измерения, выполняемые непосредственно на строительной площадке при контроле геометрических параметров в процессе возведения зданий и сооружений, проводятся в диапазоне от 1 мм до нескольких десятков метров. К измерительным средствам предъявляются требования по надежности, про-

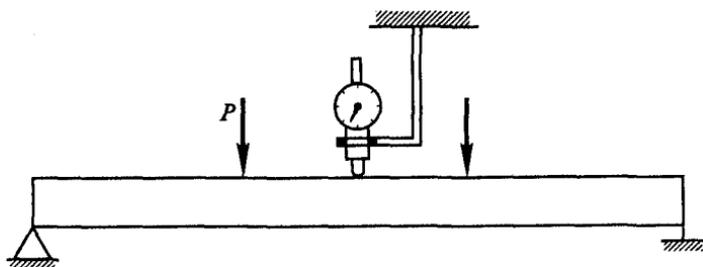


Рис. 8.10. Измерение прогиба балки:

P — сила

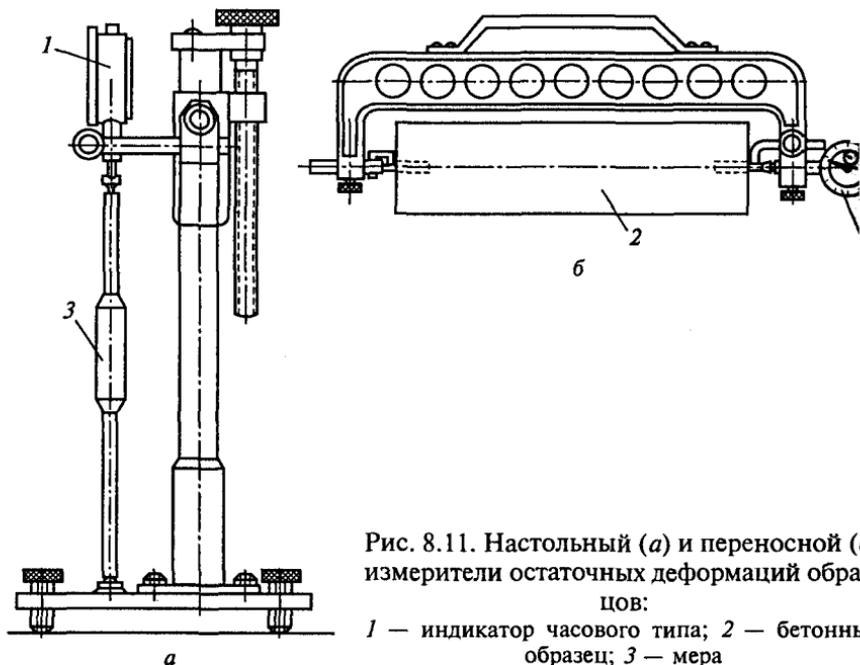


Рис. 8.11. Настольный (а) и переносной (б) измерители остаточных деформаций образцов:

1 — индикатор часового типа; 2 — бетонный образец; 3 — мера

стоте, быстрдействию, устойчивости к внешним воздействиям и др. Допустимая относительная погрешность измерения находится в диапазоне 0,01 ... 20,0 %. Допуски на установку некоторых элементов строительных конструкций не только назначаются исходя из функциональных требований, но часто определяются точностью применяемых измерительных средств и совершенством используемых выверочных приспособлений. Поэтому выбор измерительных средств для строительной площадки является ответственной задачей.

Наиболее широко используют штриховые меры длины (линейки, рулетки, складные метры), угольники, пузырьковые уровни, а также оптические и электронные геодезические приборы. Штангенинструмент и микрометры используются реже.

Измерительные металлические линейки имеют длину 150, 300, 500 и 1000 мм. Цена деления шкалы, как правило, составляет 1 мм. Отклонения общей длины линеек и расстояний от любого штриха до начала и конца шкалы их номинального значения не должны превышать 0,1 мм на длине до 300 мм; 0,15 мм на длине 300... 500 мм; 0,2 мм на длине 500... 1000 мм.

Измерительные металлические рулетки типов РС и РЖ имеют длину 1, 2, 3 м; типа РЗ — 2, 5, 10, 20, 30, 50, 75, 100 м. В зависимости от типа, класса точности (1, 2 и 3) и длины рулеток установлены допускаемые отклонения их действительной длины:

0,4...7 мм на всю длину рулетки; 0,2...0,4 мм — на метровые и дециметровые подразделения; 0,1...0,3 мм — на сантиметровое подразделение; 0,05...0,2 мм — на миллиметровое подразделение. При измерении рулетками суммарная погрешность измерений складывается из погрешности градуировки шкалы, погрешности отсчета, температурной погрешности, а также погрешностей, вызванных непараллельностью шкалы рулетки и оси изделия, провисания рулетки или удлинения ее вследствие натяжения.

Проверка штриховых мер длины осуществляется сличением их с эталонной штриховой мерой. Для сличения используют компараторы, оборудованные двумя микроскопами с окулярными микрометрами. С их помощью оценивают относительное положение штрихов на сличаемых мерах.

В метрологической практике применяют эталонные штриховые меры длиной один метр 1-го и 2-го разрядов, эталонные измерительные рулетки 1-го и 2-го разрядов, шкалы 1-го и 2-го разрядов. Допускаемая погрешность шкалы однометровой штриховой меры 1-го разряда составляет 0,05 мм, допускаемые погрешности шкал 1-го разряда — 0,2...0,5 мм, в зависимости от длины шкалы. Рабочие рулетки и рулетки 2-го разряда проверяют, как правило, по рулеткам 1-го разряда с обязательным натяжением ленты рулетки силой 50 Н.

К штангенинструментам относятся штангенциркули, штангенглубиномеры, штангенрейсмасы и др. Все эти инструменты предназначены для абсолютных измерений линейных размеров и разметки деталей. Принцип их действия основан на применении двух шкал — основной и дополнительной. Основная шкала служит для сравнения измеряемого размера; дополнительная шкала, называемая нониусом, — для повышения точности отсчета долей деления основной шкалы.

В основу отсчета по нониусу положена способность человеческого глаза оценивать совпадение или несовпадение штрихов двух сомкнутых шкал более точно, чем при определении на глаз долей деления основной шкалы.

Штангенинструменты изготавливают с отсчетом по нониусу 0,1; 0,05 и реже — 0,02 мм. Основные шкалы имеют интервал деления 1,0 или 0,5 мм.

Суммарная погрешность штангенциркуля в значительной степени определяется составляющей, вызванной перекосом подвижной губки за счет имеющегося зазора в направляющих штанги (рис. 8.12). Эта составляющая увеличивается с увеличением длины губок. Существенную составляющую также дает явление параллакса (кажущееся смещение указателя относительно штрихов шкалы при наблюдении в направлении, не перпендикулярном плоскости шкалы), а также наличие просвета между измерительными поверхностями губок.

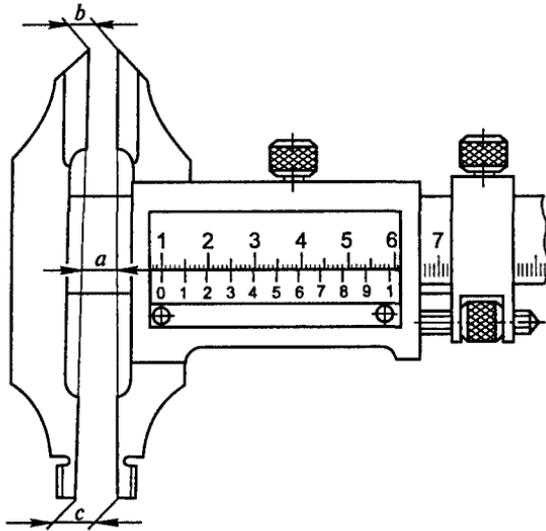


Рис. 8.12. Погрешность штангенциркуля, вызванная перекосом подвижной губки (нарушение принципа Аббе):

a — действительное значение измеряемой величины; b, c — значения измеряемой величины, содержащие отрицательную или положительную погрешность

Допускаемая погрешность штангенциркулей составляет 1 деление по нониусу.

Проверка штангенциркуля осуществляется с помощью эталонных плоскопараллельных концевых мер длины 4-го и 5-го разрядов

ГОСТ 26433.1—89 содержит перечень средств линейно-угловых измерений, наиболее широко применяемых в строительстве и схемы прямых и косвенных измерений большинства геометрических параметров. Приведены также предельные погрешности измерения линейных и угловых размеров, параметров формы и взаимного положения поверхностей при использовании различных измерительных инструментов. В ГОСТ 26433.2—94 приведены также предельные погрешности измерения отклонений от разбивочных осей, вертикали, проектных отметок и заданного уклона при использовании геодезических приборов. Приведенные данные должны использоваться при выборе измерительных средств по величине предельной погрешности.

Правила выбора определены в ГОСТ 23616—79 и ГОСТ 26433.0—85. В соответствии с указанными документами при установке элементов зданий и контроле допусков на геометрические параметры должно выполняться условие

$$\delta_{\text{изм}} \leq 0,2\Delta,$$

где Δ — допуск на контролируемый размер.

При производстве разбивочных работ допускается увеличение предельной погрешности:

$$\delta_{\text{изм}} \leq 0,4\Delta.$$

Заметим, что первое условие, установленное ранее для геодезических измерений, не всегда необходимо и не всегда выполняется на строительной площадке. Например, при контроле линейных размеров металлическими рулетками, а также при контроле вертикальности и проектных отметок с помощью специальных устройств с пузырьковыми уровнями предельная погрешность иногда составляет 50 % и более от заданного допуска. При этом применение более точных измерительных средств экономически нецелесообразно. Очевидно, требования к размеру предельной погрешности должны быть дифференцированы в зависимости от вида допуска (технологический или функциональный) и возможности исправления или компенсации полученного отклонения.

Размеры основных допусков на геометрические параметры строительных конструкций приведены в СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции». Очевидно, для всех приведенных допусков должны быть рекомендованы методы и средства измерений с учетом условий выполнения измерений и допустимой предельной погрешности измерений.

В настоящее время в связи с внедрением в строительное производство новых электронных геодезических приборов высокой точности появляется возможность пересмотреть ряд допусков. Это в первую очередь относится к разбивочным работам, где допуски на линейные размеры определялись исходя из точности измерения металлическими рулетками.

ГЛАВА 9

ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

9.1. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений» от 28.04.93 № 4871—1

Обеспечение единства измерений во все времена и повсеместно было важнейшей государственной задачей. Главные метрологические принципы — сравнение и достоверность — были заложены еще в Библии. Одной из основных задач Комиссии мер и весов, образованной в России в 1736 г., была организация поверочного дела в стране. Эта задача была успешно решена.

В советское время единство измерений в стране осуществлялось централизованным управлением, вписывавшимся в общий принцип управления народным хозяйством. Все средства измерений находились под тотальным государственным надзором. Это требовало значительных затрат, но и определяло достаточно высокий уровень поддержания единства измерений.

Переход к рыночным отношениям поставил перед метрологами задачу создания средств измерений, методы поверки и калибровки которых были бы адекватны зарубежным, а также создания определенных условий для участников измерительного дела, когда они вынуждены выполнять установленный государством регламент метрологических работ. Такой подход требовал перевода Российской системы измерений (РСИ) на законодательный принцип управления.

В апреле 1993 г. был принят закон РФ «Об обеспечении единства измерений» № 4871 — 1, сферой действия которого и явилась Российская система измерений. Она представляет собой организационное и функциональное объединение участников измерительного дела на определенной законодательной, научной и технической основе.

В соответствии с этим законом государственное управление деятельностью по обеспечению единства измерений в Российской Федерации осуществляет Государственный комитет Российской Федерации по стандартизации и метрологии (Госстандарт России).

В компетенции Госстандарта России следующие основные функции:

- установление правил создания, утверждения, хранения и применения эталонов единиц величин;
- осуществление государственного метрологического контроля и надзора;
- руководство деятельностью Государственной метрологической службы и иных государственных служб обеспечения единства измерений.

Кроме того, данным законом определяется около двадцати функций государственного управления, в числе которых:

- утверждение нормативных документов по обеспечению единства измерений;
- утверждение государственных эталонов, которые находятся в ведении Госстандарта России;
- отнесение технических устройств к средствам измерений;
- организация деятельности государственных научных метрологических центров (ГНМЦ), государственной метрологической службы (ГМС) и ее органов, государственной службы времени и частоты (ГСВЧ), государственной службы стандартных образцов (ГССО), государственной службы стандартных справочных данных (ГСССД), координация их деятельности;

• аккредитация государственных центров испытаний средств измерений;

• утверждение типа средства измерений;

• ведение государственного реестра средств измерений;

• аккредитация метрологических служб юридических лиц на право поверки средств измерений.

Данный закон устанавливает три вида государственного метрологического контроля:

• утверждение типа средств измерений;

• поверка средств измерений, в том числе эталонов;

• лицензирование деятельности юридических и физических лиц по изготовлению, ремонту, продаже и прокату средств измерений.

Данный закон устанавливает также три вида государственного метрологического надзора:

• за выпуском, состоянием и применением средств измерений, аттестованными методиками выполнения измерений, эталонами единиц величин, соблюдением метрологических правил и норм;

• количеством товаров, отчуждаемых при совершении торговых операций;

• количеством фасованных товаров в упаковках любого вида при их расфасовке и продаже.

Полномочия государственных инспекторов по применению правовых мер, в частности запрещение применения и выпуска в обращение средств измерений, гашение клейм, аннулирование свидетельств и другие, носят исключительно пресекающий или предупредительный характер и не направлены против конкретных лиц-нарушителей.

Основная трудность при определении мер за метрологические нарушения заключается в том, что в большинстве случаев санкции могут быть предусмотрены только за сам факт нарушения (например, за применение не поверенного прибора, просрочку лицензии), но не за последствия этих нарушений (например, взрыв, авария и др.). Последствия наступают, как правило, позднее, иногда с большим отрывом по времени, и на практике трудно, а порой невозможно выявить причинную зависимость между ними и совершенным нарушением. Мера ответственности должна быть в большинстве случаев адекватна тяжести нарушения и не может быть соотнесена с возможными последствиями.

Как уже было отмечено, данный закон разделил сферы государственных интересов и рынка. Государственный метрологический контроль и надзор в сфере свободных рыночных отношений не действует, но задача обеспечения единства измерений должна решаться и в этой сфере. Предлагается сертификация и калибровка средств измерений. В этих сферах между производителем и потребителем средств измерений также необходимо третье незави-

симое лицо. В случае сертификации третье лицо, выдающее сертификат соответствия, подтверждает технический уровень и качество изготовления приборной продукции. С другой стороны, оно выступает для потребителя некоторым гарантом этого качества. Следует добавить, что сертификация средств измерений как добровольная процедура по выбору сертифицируемых параметров и объему работ диктуется заявителем.

Калибровка средств измерений (подтверждение метрологической пригодности СИ) — также добровольная процедура. В основном она распространяется на внутренние технологические процессы в промышленном производстве. Калибровке могут подвергаться также средства измерений, используемые в быту. Однако к юридическим лицам, выполняющим калибровочные работы, предъявляются определенные государственные требования: лаборатории должны отвечать квалификационным требованиям к площадям, оборудованию, персоналу, наличию нормативных документов. Необходимо подключение используемых в процессе калибровки технических средств к государственным эталонам, поверочным схемам.

Создание системы калибровки, полностью соответствующей международным нормам, позволит России вступить в Европейскую кооперацию по Аккредитации (ЕА) и создаст условия для взаимного признания результатов метрологической деятельности всех участников системы.

Данным законом установлено, что федеральные органы исполнительной власти Российской Федерации, а также предприятия, организации, учреждения, являющиеся юридическими лицами, создают в необходимых случаях в установленном порядке метрологические службы для выполнения работ по обеспечению единства и требуемой точности измерений и осуществления метрологического контроля и надзора.

При выполнении работ в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора, предусмотренных данным законом, создание метрологических служб или иных организационных структур по обеспечению единства измерений является обязательным. К таким сферам относятся здравоохранение; ветеринария; охрана окружающей среды; обеспечение безопасности труда; торговые операции и взаимные расчеты между покупателем и продавцом; государственные учетные операции; обеспечение обороны государства; геодезические и гидрометеорологические работы; банковские, налоговые, таможенные и почтовые операции; производство продукции, поставляемой по контрактам для государственных нужд; испытания и контроль качества продукции в целях определения соответствия обязательным требованиям государственных стандартов Российской Федерации; обязательная сертификация продукции и услуг; измерения, про-

водимые по поручению органов суда, прокуратуры, арбитражного суда, федеральных органов исполнительной власти Российской Федерации.

В своей деятельности метрологические службы федеральных органов исполнительной власти и юридических лиц руководствуются законодательством Российской Федерации; постановлениями Правительства РФ; актами, принятыми администрациями автономной области, автономного округа, края, области или города; нормативными документами государственной системы обеспечения единства измерений; постановлениями Госстандарта России.

Права и обязанности структурных подразделений метрологической службы в центральном аппарате, головных и базовых организациях метрологической службы, а также на предприятиях и организациях определяются положением о метрологической службе федерального органа власти или юридического лица (концерна, ассоциации и т. д.), утверждаемыми их руководителями.

Головные и базовые организации метрологической службы подлежат аккредитации, которую проводят федеральные органы исполнительной власти с привлечением специалистов государственной метрологической службы, находящейся в ведении Госстандарта России.

Научно-методическое руководство работами по аккредитации головных и базовых организаций осуществляет ВНИИМС — главный центр метрологической службы, который по материалам аккредитации ведет регистрацию головных и базовых организаций метрологической службы федеральных органов исполнительной власти и объединений юридических лиц.

Метрологические службы предприятий могут быть аккредитованы на право калибровки средств измерений на основе договоров, заключаемых с государственными научно-метрологическими центрами или другими органами государственной метрологической службы.

9.2. Государственный метрологический контроль и надзор за средствами измерений

Закон РФ «Об обеспечении единства измерений» от 28.04.93 № 4871 — 1 устанавливает следующие виды государственного метрологического контроля:

- утверждение типа средств измерений;
- поверка средств измерений, в том числе эталонов;
- лицензирование деятельности юридических и физических лиц на право изготовления, ремонта, продажи и проката средств измерений.

Государственный метрологический контроль осуществляется только в сферах, установленных данным законом, т. е. все разра-

батываемые, производимые, поступающие по импорту и находящиеся в эксплуатации средства измерений подразделяются на две группы.

В *первую группу* входят средства измерений, предназначенные для применения и применяемые в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора. Эти средства измерений признаются годными для применения после их испытаний и утверждения типа и последующих первичной и периодической поверок.

Во *вторую группу* входят средства измерений, не предназначенные для применения и не применяемые в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора. Юридические и физические лица — владельцы этих средств измерений — самостоятельно устанавливают систему поддержания их в работоспособном состоянии, в том числе в рамках Российской системы калибровки и добровольной сертификации средств измерений (РСК).

На первый взгляд различие видов и форм государственного метрологического контроля заключается в отмене таких форм, как метрологическая аттестация и регистрация на право поверки средств измерений. Данное обстоятельство говорит об отмене деления парка средств измерений на выпускаемые серийно и единичными экземплярами. Последние (в случае их применения в сферах государственного метрологического контроля) подлежат испытаниям (по сокращенной программе) с последующим утверждением типа.

Аналогом регистрации на право поверки является аккредитация метрологических служб юридических лиц на право поверки.

Следует отметить, что анализ сфер распространения государственного метрологического контроля показывает, что достаточно трудно и, по-видимому, невозможно однозначно разделить весь парк средств измерений на две группы. Очевидно, что практически все серийно выпускаемые средства измерений (полностью или частично) будут использоваться в сферах государственного метрологического контроля (ГМК). Это означает, что для всех средств измерений, предназначенных для серийного производства, целесообразно проводить испытания в целях утверждения типа.

Предприятию-изготовителю, как правило, неизвестно, где будут применяться выпускаемые средства измерений. Учитывая, что существует большая вероятность применения их в сферах распространения ГМК, а также тот факт, что на предприятиях-изготовителях имеются все условия для проведения поверки, целесообразно производить их первичную поверку.

Разделение всех средств измерений на две группы возможно только в процессе их эксплуатации по фактической сфере применения каждого конкретного экземпляра. Такое разделение может

сделать юридическое или физическое лицо, применяющее эти средства измерений. Например, при контроле допусков на геометрические параметры при возведении зданий и сооружений широко используют геодезические приборы, которые в этом случае можно отнести ко второй группе. Однако эти же приборы могут использоваться для геодезических измерений, и в этом случае они подлежат обязательной поверке и государственному метрологическому надзору.

Очевидно, что за органами ГМС останется осуществление государственного надзора за правильностью отнесения средств измерений к той или иной группе. Именно такой порядок установлен правилами по метрологии ПР 50.2.006-94 «ГСИ. Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения».

В соответствии с Законом «Об обеспечении единства измерений» от 28.04.93 № 4871 — 1 деятельность по изготовлению, ремонту, продаже и прокату средств измерений, относящихся к сфере распространения государственного метрологического контроля и надзора, должна подвергаться лицензированию органами государственной метрологической службы.

Лицензирование является одним из видов государственного метрологического контроля наряду с утверждением типа средств измерений и поверкой средств измерений. Порядок лицензирования определяется правилами по метрологии ПР 50.2.005-94 «ГСИ. Порядок лицензирования деятельности по изготовлению, ремонту, продаже и прокату средств измерений», утвержденными постановлениями Госстандарта России от 08.02.94 № 8 и зарегистрированными в Минюсте России 09.12.94 под № 741.

Под лицензированием понимается выполняемая в обязательном порядке процедура выдачи лицензии юридическому или физическому лицу на осуществление им деятельности, не запрещенной действующим законодательством и подлежащей обязательному лицензированию. В рассматриваемом случае *лицензия* — это разрешение, выдаваемое органом государственной метрологической службы на закрепленной за ним территории юридическому или физическому лицу (лицензиату) на осуществление им деятельности по изготовлению, ремонту, продаже и прокату средств измерений. Лицензия действительна на всей территории Российской Федерации.

Лица, претендующие на получение лицензии на изготовление средства измерений должны иметь комплект конструкторско-технологической документации на изготовление данного средства измерения, имеющего Сертификат об утверждении типа средства измерений, обеспечить условия для изготовления средства измерений в соответствии с документацией, а также для проведения органом государственной метрологической службы испытаний на соответствие утвержденному типу по месту изготовления средства

измерений. Лицензия дает право лицензиату на ремонт, продажу и прокат данного средства измерений.

Лица, претендующие на получение лицензии на ремонт средств измерений, должны иметь рабочие помещения, соответствующие требованиям к организации ремонта средств измерений и условиям хранения средств измерений; необходимое технологическое оборудование; средства измерений; ремонтные документы; квалифицированные кадры, выполняющие работы по ремонту, юстировке, наладке средств измерений; должны обеспечить поверку выходящих из ремонта средств измерений своими силами либо путем договоров с уполномоченными органами.

Лица, претендующие на получение лицензии на продажу и прокат средств измерений, должны иметь рабочие помещения, соответствующие требованиям к условиям хранения средств измерений; помещения, квалифицированные кадры и необходимое оборудование, обеспечивающие условия для демонстрации работоспособности средств измерений; должны обеспечить поверку средств измерений своими силами либо путем договоров с уполномоченными органами.

В наименовании лицензии указывается вид лицензируемой деятельности, а в разделе «Область лицензирования» дается номенклатура средств измерений, на которые распространяется данная деятельность.

Отказ в выдаче лицензии может быть получен, если в документах, прилагаемых к заявлению, содержатся недостоверные сведения или условия осуществления лицензируемой деятельности не соответствуют требованиям. Лицензия выдается на срок не более пяти лет.

В обязанности органа, выдавшего лицензию, входит проведение периодического контроля за соблюдением условий осуществления лицензируемой деятельности в порядке, устанавливаемом им самим. При обнаружении нарушений он может приостановить действие лицензии до устранения нарушений или аннулировать лицензию путем ее изъятия. Лицензиат при этом может обжаловать решение компетентного органа в арбитражном суде по месту выдачи лицензии.

Лицензирование является платной процедурой. В плату за выдачу лицензии включаются затраты по оформлению лицензии и на проведение контроля за соблюдением условий осуществления лицензируемой деятельности. Размер и порядок внесения платы за выдачу лицензии устанавливается Госстандартом России.

Система испытаний и утверждения типа средств измерений (далее — Система) включает в себя следующие нормативные документы:

ПР 50.2.009-94 «ГСИ. Порядок проведения испытаний и утверждения типа средств измерений»;

ПР 50.2.010-94 «ГСИ. Требования к государственным центрам испытаний средств измерений и порядок их аккредитации»;

ПР 50.2.011-94 «ГСИ. Порядок ведения государственного реестра средств измерений».

Система предусматривает:

- испытания средств измерений в целях утверждения типа;
- принятие решения об утверждении типа, его государственную регистрацию и выдачу сертификата об утверждении типа;
- испытания средств измерений на соответствие утвержденному типу;
- признание утверждения типа или результатов испытаний типа средств измерений, проведенных компетентными организациями зарубежных стран;
- информационное обслуживание потребителей измерительной техники, контрольно-надзорных органов и органов государственного управления.

Организационную структуру Системы образуют:

- Научно-техническая комиссия по метрологии и измерительной технике (НТК) Госстандарта России;
- Управление Госстандарта России, на которое возложено руководство работами в системе;
- Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы (ВНИИМС);
- государственные центры испытаний средств измерений;
- органы государственной метрологической службы.

Испытания средств измерений в целях утверждения типа проводят по программе, устанавливающей объем и методику испытания, а также продолжительность испытания, номенклатуру и число документов, представляемых на испытания.

Средства измерений, подлежащие государственному метрологическому контролю и надзору, требуют поверки при выпуске из производства или ремонта, а также при ввозе по импорту и эксплуатации. Допускаются продажа и выдача напрокат только поверенных средств измерений.

В развитие Закона РФ «Об обеспечении единства измерений» от 28.04.93 № 4871 — I Госстандарт России утвердил ряд документов, регламентирующих различные аспекты поверочной деятельности:

ПР 50.2.006-94 «ГСИ. Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения»;

ПР 50.2.012-94 «ГСИ. Порядок аттестации поверителей средств измерений»;

ПР 50.2.007-94 «ГСИ. Поверительные клейма»;

ПР 50.2.014-96 «ГСИ. Правила проведения аккредитации метрологических служб юридических лиц на право поверки средств измерений».

Поверку средств измерений осуществляют органы ГМС, государственные научные метрологические центры, а также аккредитованные метрологические службы юридических служб. Поверка проводится физическим лицом, аттестованным в качестве поверителя в соответствии с ПР 50.2.012-94, по нормативным документам, утверждаемым по результатам испытаний с целью утверждения типа.

Результатом поверки является подтверждение пригодности средств измерений к применению или признание средства измерений непригодным к применению. Если средство измерений по результатам поверки признано пригодным к применению, то на него и (или) техническую документацию наносится оттиск поверительного клейма и (или) выдается Свидетельство о поверке.

Если средство измерений по результатам поверки признано непригодным к применению, то оттиск поверительного клейма и (или) Свидетельство о поверке аннулируется и выписывается Извещение о непригодности или делается соответствующая запись в технической документации.

Конкретные перечни средств измерений, подлежащих поверке, составляют юридические и физические лица — владельцы средств измерений. При составлении этих перечней следует руководствоваться ПР 50.2.006-94.

Результаты периодической поверки действительны в течение межповерочного интервала. Первый межповерочный интервал устанавливается при утверждении типа. Органы ГМС, юридические лица обязаны вести учет результатов периодических поверок и разрабатывать рекомендации по корректировке межповерочных интервалов с учетом специфики применения средств измерений. Корректировка межповерочных интервалов проводится органами ГМС по согласованию с метрологической службой юридического лица. В тех случаях, когда согласие сторон не достигается, результаты исследования, позволяющие вынести заключение об изменении межповерочных интервалов, передаются в ГНМЦ, которые дают соответствующее заключение.

В качестве методического материала при корректировке межповерочных интервалов следует использовать МИ 1872-88 «ГСИ Межповерочные интервалы образцовых средств измерений. Методика определения и корректировки» и МИ 2187-92 «ГСИ. Межповерочные и межкалибровочные интервалы средств измерений. Методика определения».

Внеочередную поверку проводят при эксплуатации (хранении) средств измерений:

- при повреждении знака поверительного клейма, а также в случае утраты свидетельства о поверке;
- вводе в эксплуатацию средств измерений после длительного хранения (более одного межповерочного интервала);

- проведении повторной юстировки или настройки, известном или предполагаемом ударном воздействии на средство измерений или неудовлетворительной работе прибора;

- продаже (отправке) потребителю средств измерений, нереализованных по истечении срока, равного половине межповерочного интервала;

- применении средств измерений в качестве комплектующих по истечении срока, равного половине межповерочного интервала.

Инспекционную поверку проводят для выявления пригодности к применению средств измерений при осуществлении государственного метрологического надзора.

Экспертную поверку проводят при возникновении спорных вопросов по метрологическим характеристикам, исправности средств измерений и их пригодности к применению.

Периодической поверке могут не подвергаться средства измерений, находящиеся на длительном хранении.

Периодическую поверку средств измерений, предназначенных для измерений нескольких физических величин или имеющих несколько диапазонов измерений, но используемых для измерений меньшего числа физических величин или на меньшем числе диапазонов измерений, допускается проводить на основании решения главного метролога юридического лица только по тем требованиям нормативных документов по поверке, которые определяют пригодность средств измерений для применяемого числа физических величин и применяемых диапазонов измерений. В этих случаях на средствах измерений должна быть нанесена отчетливая надпись или условное обозначение, определяющее область его применения. Соответствующая запись должна быть сделана в эксплуатационных документах.

Основная цель государственного метрологического надзора (ГМН) следует из основной цели Закона РФ «Об обеспечении единства измерений» от 28.04.93 № 4871—1 — защита интересов граждан и государства в целом от отрицательных последствий, вызванных неправильными результатами измерений.

Под ГМН понимаются процедуры проверок, в общем случае — соблюдения метрологических правил и норм. При этом под соблюдением метрологических правил и норм понимается соблюдение требований данного закона, нормативных документов системы ГСИ, принятых в связи с введением данного закона, а также действовавших ранее и не противоречащих данному закону.

Государственный метрологический надзор регламентируется следующими правилами по метрологии:

ПР 50.2.002-94 «ГСИ. Порядок осуществления государственного метрологического надзора за выпуском, состоянием и применением средств измерений, аттестованными методиками выполнения измерений, эталонами и соблюдением метрологических правил и норм»;

ПР 50.2.003-94 «ГСИ. Порядок осуществления государственного метрологического надзора за количеством товаров, отчуждаемых при совершении торговых операций»;

ПР 50.2.004-94 «ГСИ. Порядок осуществления государственного метрологического надзора за количеством фасованных товаров в упаковках любого вида при их расфасовке и продаже».

Кроме того, разработаны и утверждены ВНИИМС МИ 2304-94 «ГСИ. Метрологический контроль и надзор, осуществляемые метрологическими службами юридических лиц».

9.3. Российская система калибровки

Закон РФ «Об обеспечении единства измерений» от 28.04.93 № 4871 — I ввел новый термин *калибровка средств измерений*, под которым подразумевается совокупность операций, выполняемых с целью определения и подтверждения действительных значений метрологических характеристик и (или) пригодности к применению средства измерений, не подлежащего государственному метрологическому контролю и надзору.

Калибровку осуществляет любая метрологическая служба или физическое лицо, у которого есть условия для проведения этой работы. Однако добровольность калибровки как формы контроля пригодности средств измерений не снимает с метрологической службы предприятия необходимости соблюдения при этом определенных требований. Главное из этих требований — обязательная «привязка» рабочего средства измерений к государственному эталону. Это означает, что функция калибровки является составной частью государственной системы обеспечения единства измерений, которая в свою очередь согласована с аналогичными принципами других стран, т. е. калибровка адекватно включается в мировую систему обеспечения единства измерений.

Возможны следующие варианты организации калибровочных работ:

- предприятие самостоятельно организует у себя проведение калибровочных работ и не аккредитуется ни в какой системе;
- предприятие, заинтересованное в повышении конкурентоспособности продукции, аккредитуется в РСК на право проведения калибровочных работ от имени аккредитовавшей его организации;
- предприятие аккредитуется в РСК с целью выполнения калибровочных работ на коммерческой основе;
- предприятие, аккредитовавшееся на право поверки, временно получает аттестат на право проведения калибровочных работ по тем же видам измерений;
- метрологические институты и органы государственной метрологической службы регистрируются в РСК и как органы аккредитации, и на право проведения калибровочных работ;

- предприятие аккредитуется в качестве калибровочной лаборатории в какой-либо зарубежной калибровочной службе открытого типа.

В любом случае РСК строится на принципах добровольности и самокупаемости. Основным стимулом вступления в РСК является усиление степени доверия потребителя к показателям качества продукции, контролируемым путем измерений, что повышает конкурентоспособность продукции.

Кроме того, развернувшийся в стране процесс сертификации продукции в соответствии с требованиями международных стандартов ИСО/МЭК серии 9000 и общеевропейских стандартов EN45000 выдвигает обязательное требование аккредитации испытательных и калибровочных лабораторий, являющееся условием признания достигаемого качества, которое служит мощным стимулом для вступления метрологических служб предприятий в РСК. Членство в РСК позволяет также получать методическое и информационное обеспечение по всем аспектам калибровочной деятельности.

Российская система калибровки создается на базе действующих структур государственной метрологической службы и метрологических служб юридических лиц. При этом используются техническая и нормативная базы поверки и метрологической аттестации средств измерений.

Организацию калибровочных работ для средств измерений, используемых в строительстве, и аккредитацию на право проведения калибровочных работ осуществляет Всесоюзный научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений (ВНИИФТРИ), являющийся головным по метрологии в строительстве. Отделом строительной метрологии ВНИИФТРИ разработано более десяти методик калибровки средств измерений, используемых в строительстве при контроле прочности и других характеристик строительных изделий и конструкций.

Наряду с ВНИИФТРИ калибровку средств измерений для строительства осуществляет ряд калибровочных лабораторий, аккредитованных ВНИИФТРИ в Москве, Санкт-Петербурге и других городах России. Одной из наиболее оснащенных калибровочных лабораторий в Москве является МЕТУСВНИР, область аккредитации которой распространяется на восемь видов измерений при значительном количестве диапазонов измерений калибруемых измерительных средств.

Калибровка тесно связана с Системой сертификации средств измерений на соответствие метрологическим нормам и правилам, зарегистрированной в Государственном Реестре Системы сертификации под № РОСС RU. 0001.04 CE 00.

Поскольку сертификация связана с уровнем качества, в ней в первую очередь заинтересованы производители и пользователи

средств измерений. Вместе с тем сертификация предусматривает обязательную проверку обеспеченности сертифицируемых средств измерений методами и средствами калибровки с привязкой их к государственным эталонам и, таким образом, способствует повышению метрологической дисциплины в целом.

Система сертификации средств измерений регламентирована следующими нормативными документами:

МИ 2277-93 «ГСИ. Система сертификации средств измерений. Основные положения и порядок проведения работ»;

МИ 2278-93 «ГСИ. Система сертификации средств измерений. Органы по сертификации. Порядок аккредитации»;

МИ 2279-93 «ГСИ. Система сертификации средств измерений. Порядок ведения Реестра Системы».

9.4. Подготовка кадров метрологов

Система профессионального обучения кадров метрологов является важнейшей составной частью и ключевым звеном Российской системы измерений. Она включает в себя:

- подготовку дипломированных инженеров и техников-метрологов, а также бакалавров и магистров метрологии по различным направлениям, специальностям и специализациям (областям и видам измерений) в высших и средних специальных учебных заведениях технического и технико-экономического профиля;

- специальную подготовку и переподготовку государственных инспекторов по надзору за стандартами и обеспечением единства измерений, а также экспертов по сертификации качества продукции и услуг на базе Академии стандартизации, метрологии и сертификации (АСМС) и ее территориальных кафедр;

- переподготовку инженерно-технических работников по метрологии (с получением второго диплома) в вузах, институтах повышения квалификации (ИПК) и АСМС;

- повышение квалификации инженерно-технических работников метрологических служб всех должностных категорий в ведомственных ИПК подразделениях, специально аккредитованных для этой цели Госстандартом России;

- подготовку специалистов высшей квалификации (кандидатов и докторов наук) в аспирантурах и докторантурах НИИ Госстандарта России, а также в некоторых вузах.

Главным научно-методическим центром по подготовке и повышению квалификации кадров в системе Госстандарта России является учебная Академия стандартизации, метрологии и сертификации, включающая в себя Санкт-Петербургский филиал и около 40 специализированных кафедр.

Наряду с АСМС в системе Госстандарта России имеются два средних специальных учебных заведения: Московская инженер-

ная школа метрологии и качества и Уральский колледж метрологии и качества, которые ежегодно выпускают свыше 500 дипломированных специалистов.

На базе различных предприятий и организаций создано 20 учебных подразделений, в которых ежегодно обучаются свыше 1500 специалистов.

В системе подготовки и переподготовки кадров важнейшее значение имеет обучение и аттестация поверителей средств измерений.

Поверитель средств измерений — физическое лицо — сотрудник органа Государственной метрологической службы или метрологической службы юридического лица, аккредитованного на право поверки, прошедший аттестацию в качестве поверителя в установленном порядке.

В развитие Закона РФ «Об обеспечении единства измерений» от 28.04.93 № 4871 — 1 разработаны и утверждены Правила по метрологии ПР 50.2.012-94 «ГСИ. Порядок аттестации поверителей средств измерений». Правила не распространяются на предприятия, организации и учреждения Министерства обороны Российской Федерации. В ПР 50.2.012-94 отмечается, что аттестация поверителей осуществляется в органах ГМС. В отдельных случаях допускается аттестация поверителей государственными научными метрологическими центрами, а также крупными метрологическими службами юридических лиц, аккредитованными на право поверки.

Аттестацию поверителей целесообразно проводить ГНМЦ в том случае, если они проводят их подготовку. Если аттестация поверителей проводится метрологическими службами юридических лиц, то в состав аттестационной комиссии должен быть включен представитель органа ГМС по месту расположения этих юридических лиц. Устанавливается два вида аттестации — первичная и периодическая.

К *первичной аттестации* допускаются лица, получившие специальную подготовку и имеющие практический стаж работы в поверочных подразделениях. По решению аттестационной комиссии к первичной аттестации без получения специальной подготовки могут быть допущены лица, окончившие высшие учебные заведения со специализацией в области метрологии и измерительной техники и имеющие практический стаж работы в поверочных подразделениях.

В настоящее время специальную подготовку и переподготовку поверителей осуществляет АСМС, ряд ГНМЦ и органов ГМС, получивших это право в установленном порядке.

К *периодической аттестации*, проводимой не реже одного раза в пять лет, допускаются лица, прошедшие в межаттестационный период соответствующую специальную переподготовку. За лицами, аттестованными в качестве поверителей, осуществляют кон-

троль органы ГМС и руководство юридических лиц, а также государственные инспекторы по обеспечению единства измерений.

Одним из важнейших решений, направленных на повышение метрологической квалификации работников строительной отрасли, является включение в учебные планы строительных вузов и факультетов дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация».

Контрольные вопросы

1. Что изучает метрология?
2. Что такое измерение? Приведите примеры измерений.
3. Назовите основные метрологические учреждения России и укажите сферу их деятельности.
4. Дайте определение физической величины.
5. В чем состоит принципиальное различие между размером и значением величины?
6. Назовите основные и дополнительные единицы Международной системы единиц (СИ).
7. Что такое производные единицы СИ? Как они образуются? Приведите примеры.
8. Перечислите эталоны основных единиц СИ. Какие физические закономерности использованы для воспроизведения единиц физических величин с наивысшей точностью?
9. Что такое поверочная схема? Изложите принцип построения поверочных схем. Назовите основные способы поверки.
10. Назовите основные группы погрешностей в соответствии с принятой классификацией. Перечислите факторы, влияющие на формирование суммарной погрешности при измерениях длины, массы, температуры и т.д.
11. Назовите основные правила округления результатов измерений.
12. В чем состоит принципиальное отличие случайной погрешности от систематической?
13. Приведите примеры систематических погрешностей и назовите методы их устранения.
14. Назовите основные свойства случайных погрешностей.
15. Что такое нормальный закон распределения случайных погрешностей? Перечислите основные параметры нормального распределения.
16. Что такое контроль и чем он отличается от измерения? Что характеризуют ошибки 1-го и 2-го родов?
17. Какие средства измерений относятся к элементарным? Какие функции они выполняют?
18. Какие типы измерительных преобразователей вы знаете?
19. Из чего состоят аналоговые измерительные приборы? Как устроены применяемые в них отсчетные устройства?
20. Из каких структурных элементов состоит цифровой измерительный прибор? Чем он отличается от аналогового измерительного прибора?
21. Что такое измерительно-вычислительные комплексы?

РАЗДЕЛ II

СТАНДАРТИЗАЦИЯ

ГЛАВА 10

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

10.1. Основные пути повышения качества строительства

Качество — философская категория, выражающая существенную определенность объекта, благодаря которой он является именно этим, а не иным. Качество — объективная и всеобщая характеристика объектов, обнаруживающаяся в совокупности их свойств.

Качество продукции — совокупность свойств продукции, обуславливающих ее способность удовлетворять определенные потребности потребителя. Отношение к качеству все более обостряется под влиянием ряда объективных факторов.

Изготовление продукции, отвечающей по всем своим параметрам современным требованиям и соответствующей мировому уровню, требует совершенного оборудования, высококачественного сырья и материалов, использования точнейших приборов и передовых технологий.

Общество постоянно стремится к повышению качества всех видов продукции. Реализуется это стремление в формах, соответствующих уровню развития общества, что в полной мере соответствует утверждению К. Маркса: «...человечество ставит себе всегда только такие задачи, которые оно может разрешить, так как при ближайшем рассмотрении всегда оказывается, что сама задача возникла лишь тогда, когда материальные условия ее решения уже имеются налицо, или, по крайней мере, находятся в процессе становления»*.

Улучшение качественных показателей производства — одна из актуальных задач нашей экономики, действенный путь подъема производительности труда, разумного использования материальных ресурсов, более полного удовлетворения потребностей людей.

Решение проблемы повышения качества строительства, определяющей в значительной степени эффективность инвестиций, является важнейшей экономической задачей.

* Маркс К. К критике политической экономии / К. Маркс, Ф. Энгельс. Избранные сочинения. — Т. 4. — М.: Политиздат, 1986.

От качества введенных в действие промышленных комплексов, жилых домов, объектов культурно-бытового назначения во многом зависит успешная работа предприятий, своевременное освоение ими проектных мощностей, улучшение условий труда, быта и отдыха людей, надежность и долговечность зданий и сооружений, повышение их архитектурной выразительности, а также снижение эксплуатационных расходов.

Повышение качества строительной продукции предполагает повышение технико-экономического и архитектурного уровней проектных решений, а также улучшение качества возводимых объектов.

На стадии проектирования качество строительной продукции определяется высоким уровнем проектных решений, которые должны соответствовать современному научно-техническому уровню, действующим нормативным требованиям, а также учитывать возможности экономики.

Проектные решения реализуются в процессе возведения зданий и сооружений. При заданном уровне качества проекта качество конечной строительной продукции зависит от качества выполнения строительно-монтажных работ и качества применяемых строительных материалов, изделий и конструкций.

Улучшение качества строительства связано прежде всего с совершенствованием нормативных документов, которыми регламентируются требования к качеству проектов, строительных материалов, изделий, конструкций и качеству выполнения строительно-монтажных работ. Строгое соблюдение при производстве строительно-монтажных работ нормативных требований, а также проектных решений обеспечивает нормативный уровень вводимых в эксплуатацию объектов. Таким образом, обеспечение нормативного уровня строительно-монтажных работ является основным направлением повышения качества строительной продукции. Соответствие сдаваемых в эксплуатацию объектов нормативным и проектным требованиям позволит избежать дефектов в процессе их сооружения, сократить продолжительность строительства, упростить эксплуатацию и уменьшить эксплуатационные расходы.

Повышению качества строительно-монтажных работ будет содействовать обеспечение ритмичного ввода объектов в эксплуатацию в течение года.

Поскольку качество конечной строительной продукции зависит от качества используемых в процессе строительства материалов, изделий и конструкций, необходимо шире применять новые виды материалов и изделий, эффективные железобетонные конструкции из высокопрочных и легких бетонов.

На качестве строительного производства положительно сказываются унификация и типизация конструктивных решений зданий и сооружений, рост уровня индустриализации строительства.

Для повышения качества строительно-монтажных работ необходимо совершенствовать технологию строительного производства, внедрять новые методы производства работ (в том числе конвейерную сборку и блочный монтаж конструкций, совмещенный монтаж строительных конструкций и технологического оборудования), обеспечивать комплектные поставки на строящиеся объекты изделий и конструкций полной заводской готовности и т. д. На строительных площадках должны получить дальнейшее развитие такие формы производственного контроля качества поступающих материалов, изделий и конструкций, как входной, операционный и приемочный. Должно быть улучшено лабораторное, геодезическое и метрологическое обслуживание строительного производства.

Входной контроль — функция управления производственно-технологической комплектации. Тем не менее, непосредственно перед использованием материалы, изделия и конструкции должны быть освидетельствованы производителями работ и мастерами.

Операционный контроль, возлагаемый на линейных инженерно-технических работников — мастеров и производителей работ, должен стать неотъемлемой составной частью технологического процесса. Ответственность за его организацию и проведение несет технический руководитель строительного подразделения. Этот вид производственного контроля имеет профилактическое значение и направлен на предупреждение брака.

Приемочный контроль следует производить на различных этапах процесса возведения зданий и сооружений. Он сопровождается оценкой качества выполненных работ: при приемке работ от рабочих — производителями работ и мастерами; при приемке законченных конструктивных частей зданий и сооружений, а также ответственных конструкций — представителями заказчика, на которых возложен технический надзор за качеством работ; при приемке законченных строительством зданий и сооружений — рабочими и государственными приемочными комиссиями.

Следует повысить роль технического надзора заказчиков, организаций, контролирующих качество выполняемых работ, и авторского надзора проектных организаций, усилить их воздействие на качество строительства. В связи с этим требуется решить вопрос об экономической заинтересованности заказчиков и проектных организаций в осуществлении надзора.

Заказчик должен быть заинтересован в осуществлении действенного технологического надзора, так как от качества принимаемых им в эксплуатацию объектов во многом зависят соответствие этих объектов их функциональному назначению, прочности, устойчивости, долговечности зданий и сооружений, эксплуатационные и другие характеристики, предусмотренные проектами.

Проектные организации, закладывая в проектные решения качественные показатели будущих объектов, должны быть заин-

тересованы в надлежащем воплощении этих решений в построенных объектах.

Всем перечисленным выше видам контроля сопутствует лабораторное, геодезическое и метрологическое обслуживание строительного производства, осуществляемое с использованием традиционных и новых измерительных приборов — ультразвуковых, радиоизотопных, электронных, оптических и т.д. Лаборатории строительных организаций не должны ограничиваться лабораторным контролем качества материалов и подбором составов различных бетонов, растворов, мастик — на них возлагается выборочный контроль за соблюдением технологии производства и качества строительно-монтажных работ.

Геодезические работы в строительстве следует осуществлять в увязке с технологическими стадиями возведения зданий и сооружений, что должно предусматриваться в технической документации на производство строительно-монтажных работ. Это обеспечивает не только своевременное и качественное выполнение разбивочных работ, но и необходимый геодезический контроль за геометрическими размерами строящихся объектов, наблюдение за неизменяемостью (осадкой, деформацией) зданий и сооружений в период строительства, проведением исполнительных геодезических съемок.

Важной практической задачей является укомплектование лабораторий, геодезических и метрологических служб строительных организаций квалифицированными специалистами, обеспечением их современными измерительными инструментами и приборами.

Последовательность осуществления названных видов контроля обеспечивает (при строгом их проведении) обнаружение допущенных в процессе строительства дефектов и гарантирует должное качество готового объекта, сдаваемого в эксплуатацию.

Однако обеспечение качества, основанное на контроле, не всегда эффективно, так как является последствием, когда «де факто» можно получить некачественную продукцию. Например, при возведении монолитных, бетонных и железобетонных конструкций марка бетона определяется путем испытания на сжатие образцов — кубов, выдержанных в нормальных температурно-влажностных условиях (температура окружающей среды $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ и относительная влажность более 95 %) в течение 28 сут. Даже при невысоких темпах строительства за этот срок будет возведено несколько этажей здания или сооружения. Если марка бетона, а следовательно, и его класс окажутся меньше запроектированных, то встанет вопрос о необходимости выполнения специальных мероприятий для обеспечения требуемой несущей способности конструкций, возможности эксплуатации здания или сооружения. В худшем случае может встать вопрос о сносе части здания или сооружения с некачественными конструкциями и замене их новыми.

Причинами такой ситуации может быть использование бетонной смеси с несоответствующими технологическими и физико-механическими свойствами; не отвечающая нормативным требованиям укладка и уплотнение бетонной смеси. Поэтому усилия всех вовлеченных в строительный процесс организаций по обеспечению качества строительства целесообразно объединить, создав систему управления качеством строительства. Внедрение этой системы предусматривает принятие инженерно-технических, экономических, организационных и воспитательных мер, направленных на обеспечение нормативного уровня выпускаемой продукции.

В первую очередь комплексную систему управления качеством строительной продукции следует разработать и внедрить на предприятиях строительной индустрии и крупнопанельного домостроения, имеющих аналогичные условия с промышленным производством.

Для внедрения системы управления качеством строительства необходимо:

- создать нормативно-техническую базу системы с учетом использования стандартных материалов и изделий;
- обеспечить планирование повышения качества строительства;
- улучшить экономическое и материальное стимулирование повышения качества строительства;
- усилить эффективность контроля качества на всех стадиях строительства;
- создать объективную и постоянно действующую информационную базу о состоянии качества и учета его уровня;
- предусмотреть организационно-техническое обеспечение системы управления качеством строительства.

Только взаимодействие всех указанных принципов позволит системе управления качеством строительства нормально функционировать. В нормативно-технической документации должны быть конкретизированы все функции системы, в том числе оценка качества строительной продукции и качества строительно-монтажных работ, аттестация и планирование уровня качества, экономическое стимулирование повышения качества строительства и др.

За качество конечной строительной продукции должны кроме строителей отвечать проектировщики, заводы — изготовители материалов и конструкций, транспортные и снабженческие организации.

Для эффективного управления качеством строительства целесообразно определить нормативные требования к качеству готовой строительной продукции и установить ее категории. К высшей категории следует относить здания и сооружения, которые по архитектурно-строительным и экономическим показателям находятся на уровне лучших отечественных и зарубежных образ-

цов; к первой категории — здания и сооружения, отвечающие современным требованиям; ко второй категории — объекты с устаревшими решениями, строительство которых может осуществляться только в порядке исключения.

Следует рассмотреть возможность дифференциации материального поощрения работников в зависимости от качества создаваемых объектов. Целесообразно также в соответствии с этим принципом дифференцировать премии за ввод в действие объектов.

Что касается материального поощрения работников за улучшение качества строительно-монтажных работ, то следует иметь в виду положительный опыт ряда строительных организаций. При аттестации готовых объектов необходимо учитывать технический, архитектурный и экономический уровни проектов зданий и сооружений. Высокое качество выполнения строительно-монтажных работ является обязательным условием присвоения объекту категории качества, установленной для проекта.

Категория качества должна определяться сопоставлением технических, архитектурных и экономических показателей объекта (проекта) с базовыми показателями.

Важной задачей научно-исследовательских институтов, проводящих работы в области организации, технологии и экономики строительства, является дальнейшая разработка с учетом накопленного опыта единой комплексной системы управления качеством строительной продукции как составной части системы управления строительством.

10.2. Роль стандартизации в обеспечении качества продукции

В обеспечении высокого качества продукции огромную роль играет стандартизация. За последние годы в нашей стране значительно изменился характер работы по стандартизации. Если раньше основная цель стандартизации состояла в упорядочении правил производства и применения продукции, то теперь главное внимание уделяется установлению высоких требований к качеству, надежности и долговечности продукции и приведению этих показателей в соответствие с возрастающими требованиями народного хозяйства и международного рынка.

Качество продукции совершенствуется под воздействием объективных факторов, важнейшим из которых является улучшение материальных и культурных условий жизни людей и возрастание их потребностей. На современном этапе существенно расширяются возможности экспорта, а мировой рынок требует, главным образом, высокого качества продукции.

Стандарт (в широком смысле слова) — образец, эталон, модель, принимаемые за исходные для сопоставления с ними дру-

гих подобных объектов. Применение стандартов способствует улучшению качества продукции, повышению уровня унификации и взаимозаменяемости, развитию автоматизации производств и процессов, росту эффективности эксплуатации и ремонта изделий и конструкций.

Стандартизация как вид деятельности зародилась в глубокой древности. Еще в Древнем Египте, Древней Греции и других государствах при строительстве применялись однотипные «унифицированные» детали и изделия.

Развитие стандартизации в России началось в XVIII в., когда Петр I издал Указ о стандартизации в области вооружения и судостроения. В области строительства стандартизация начала широко применяться со второй половины XIX в. в связи с интенсивным строительством железных дорог. Были стандартизированы колея, вагоны и даже некоторые типы зданий и сооружений, необходимых для эксплуатации дорог (мосты, трубы, платформы, станционные здания и сооружения). В конце XIX в. был разработан стандарт «Русский нормальный метрический сортамент фасонного железа: угловое, тавровое, двутавровое, корытное и зетовое железо» и введены первые нормы на цемент.

Первый общесоюзный стандарт (ОСТ-1) был принят 7 мая 1928 г. К началу 1978 г. действовало более 20 тысяч ГОСТов.

Современный этап развития стандартизации связан с подготовкой к вступлению России во Всемирную торговую организацию (ВТО). В настоящее время международные стандарты и системы оценки соответствия могут внести значительный вклад в достижение целей интеграции российской экономики в мировое экономическое сообщество.

Стандартизация осуществляется путем установления обязательных правил, норм и требований при проектировании, изготовлении и эксплуатации зданий и сооружений. Стандартизация способствует повышению технического уровня и качества строительной продукции, интенсификации строительного производства и повышению его эффективности, ускорению научно-технического прогресса, установлению рациональной номенклатуры строительной продукции, рациональному и экономичному использованию ресурсов, установлению и применению правил с целью упорядочения деятельности в строительстве на пользу и при участии всех заинтересованных сторон. Стандартизация является звеном хозяйственного и экономического механизма, способствующим улучшению организации общественного производства, осуществлению технической и экономической политики государства, ускорению научно-технического прогресса, достижению мирового уровня качества продукции, эффективного управления факторами, интенсифицирующими развитие экономики. Стандартизация — это деятельность человека, заключающаяся в нахождении решений

для повторяющихся задач в сфере науки, техники и экономики направленная на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области.

Стандартизация основывается на достижениях техники, науки и практического опыта и определяет прогрессивные и экономически оптимальные решения многих народно-хозяйственных, отраслевых и внутрипроизводственных задач. Органически объединяя фундаментальные и прикладные науки, стандартизация способствует усилению их целенаправленности и быстрейшему внедрению научных достижений в практическую деятельность.

Стандартизация создает организационно-техническую основу изготовления высококачественной продукции, специализации и кооперирования производства, придает ему свойства самоорганизации.

Как нормативно-технический документ стандарт устанавливает комплекс норм, правил, требований к объекту стандартизации и утверждается компетентным органом.

Стандарт разрабатывается на материальные предметы (продукцию, эталоны, образцы веществ), нормы, правила и требования различного характера. Например, стандартом может быть образцовое по составу и свойствам вещество или химический элемент, образец промышленного изделия, знак, программа вычислительной машины.

Отечественная стандартизация является частью государственной технической политики. Она служит высокоэффективным средством внедрения в производство передовых достижений науки и техники, экономии трудовых и материальных затрат, обеспечения оптимального уровня качества продукции.

Стандартизация представляет собой отрасль знаний, изучающую действие стандартов в народном хозяйстве. Она рассматривает влияние стандартов на долговечность и надежность продукции, прогресс техники, специализацию и автоматизацию производства. Как наука стандартизация тесно связана с математикой и рядом технических дисциплин, в частности с материаловедением и технологией изготовления строительных изделий и конструкций.

Согласно определению, данному Международной организацией по стандартизации (ИСО), *стандартизация* — это процесс установления и применения правил с целью упорядочения деятельности в данной области на пользу и при участии всех заинтересованных сторон и, в частности, для достижения всеобщей оптимальной экономии, с соблюдением функциональных условий и требований техники безопасности.

Стандартизация позволяет обобщить достижения науки, техники и практического опыта и тем самым определяет линию перспективного развития той или иной отрасли народного хозяйства. Различают стандартизацию фактическую и официальную.

Фактическая стандартизация отражает некоторые исторически сложившиеся особенности и правила в жизни общества: систем и письменности, счета, денежных единиц, летосчисления, архитектурных стилей, международных обычаев и т. п.

В отличие от фактической официальная стандартизация является результатом целенаправленной деятельности специалистов. Она всегда завершается выпуском нормативно-технической документации, составляемой по определенной форме, имеющей вполне определенную сферу и сроки действия. Наибольшее распространение официальная стандартизация получила в различных отраслях промышленности, строительстве, сельском хозяйстве. Официальная стандартизация проявляется чаще всего в виде стандартов, технических условий или других нормативных документов. Согласно определению ИСО, стандарт может быть представлен:

- документом, содержащим комплекс требований, которые следует неукоснительно выполнять;
- основной единицей или физической константой (например, абсолютный нуль температуры, тройная точка воды);
- предметом для физического сравнения (например, эталон длины — метр, эталон массы — килограмм).

Развитие и совершенствование стандартизации преследует определенные цели:

- ускорение технического прогресса, повышение эффективности общественного производства и производительности общественного труда;
- улучшение качества продукции и обеспечение его оптимального уровня;
- совершенствование организации управления народным хозяйством и установление рациональной номенклатуры выпускаемой продукции;
- развитие специализации при проектировании и производстве продукции;
- рациональное использование производственных фондов и экономия материальных и энергетических ресурсов;
- обеспечение безопасности труда работников, а также охрана здоровья населения и сохранение окружающей среды;
- создание условий для широкого развития экспорта высококачественных товаров, отвечающих требованиям мирового рынка;
- развитие международного экономического и технического сотрудничества;
- повышение уровней безопасности жизни, здоровья граждан, а также жизни и здоровья животных и растений, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества, окружающей среды, в том числе для содействия выполнению требований технических регламентов;

- повышение конкурентоспособности продукции, работ и услуг в соответствии с уровнем развития науки, техники и технологий;
- экономия и рациональное использование ресурсов;
- техническая и информационная совместимость;
- сопоставимость результатов измерений и испытаний, технических и экономико-статистических данных на международном и национальном уровнях;
- взаимозаменяемость продукции.

Для достижения этих целей необходимо решить следующие задачи:

- разработка нормативных требований к качеству готовой продукции, а также к качеству сырья, полуфабрикатов и комплектующих изделий;
- создание единой системы показателей качества продукции, ее надежности и долговечности, а также разработка научно обоснованных методов и средств испытания и контроля качества продукции;
- разработка требований и норм в области проектирования и производства продукции, с тем чтобы рационально сократить многообразие видов и марок изделий, одновременно улучшив их ассортимент;
- унификация изделий, технического оборудования и контролирующих приборов, что даст возможность специализировать промышленное производство и осуществить комплексную механизацию и автоматизацию процессов;
- обеспечение единства и правильности измерений в стране, разработка новых и совершенствование существующих эталонов единиц измерений, образцовых мер и измерительных приборов высшей точности;
- совершенствование систем терминологии и обозначений в различных областях науки и техники;
- разработка систем технической документации, классификации и кодирования продукции, а также совершенствование информационных систем;
- участие в работе международных органов по стандартизации, разработка международных рекомендаций.

Обобщив перечисленные частные задачи, можно сформулировать главную задачу стандартизации — упорядочение процессов и отношений, возникающих при решении повторяющихся вопросов во всех сферах деятельности человека.

В области строительных материалов и производства сборных конструкций стандартизация должна способствовать внедрению новых эффективных легких материалов. Важной задачей стандартизации является установление перспективных оценок качества материалов и изделий массового производства. Современные строительные материалы должны обладать оптимальными свойствами

ми, а технология их изготовления должна быть экономичной, поэтому особое значение приобретают стандартизация и типизация высокоэффективных технологических процессов.

10.3. Взаимосвязь технического нормирования и стандартизации

Важную роль в проведении единой технической политики в строительстве должна сыграть система технического нормирования и стандартизации. Нормативные документы (Строительные нормы и правила, инструкции) и государственные стандарты на строительные материалы и изделия регламентируют требования, предъявляемые к проектируемым и строящимся предприятиям, зданиям и сооружениям. Эти документы являются официальными и обязательными к применению всеми ведомствами, проектными, строительными и другими организациями и предприятиями, независимо от их правового статуса.

Развитая система технического нормирования и стандартизации в строительстве обеспечивает достижение максимально высоких технико-экономических показателей. Эта задача решается на базе действующей в стране системы технического нормирования и стандартизации. Каждый нормативный документ представляет собой синтез передовых идей и методов по соответствующему кругу вопросов. Предусмотренные нормативными документами требования и правила отражают достижения научно-технического прогресса, являются аналитическим обобщением отечественного и зарубежного опыта проектирования и строительства, внедрения результатов научно-исследовательских работ в повседневную практику проектирования и строительства.

Нормативно-правовая и нормативно-техническая базы строительства включают в себя акты Госстроя России и его предшественников — Госстроя СССР и Госстроя РФ.

В настоящее время в Российской Федерации действует целый комплекс нормативных документов:

- СНиП — строительные нормы и правила;
- ГОСТ — государственный стандарт;
- СП — свод правил по проектированию и строительству;
- РДС — руководящие документы системы;
- ТСН — территориальные строительные нормы;
- СН — строительные нормы (утвержденные Госстроем СССР);
- РСН — Российские строительные нормы (утвержденные Госстроем России);
- ВСН — ведомственные строительные нормы (утвержденные Госстроем СССР, Госстроем России).

Документы органов государственного надзора:

- ПР — перечни, положения, порядки, правила;

- МИ — методические инструкции, рекомендации.

Ведомственные нормативы и методические документы:

- МДС — методические документы Госстроя России (порядки правила, пособия, рекомендации, указания, руководство).

Строительные нормы и правила, являющиеся основным нормативным документом, состоят из пяти частей, каждая из которых, кроме четвертой, в свою очередь подразделяется на группы

Часть 1 «Организация, управление, экономика» состоит из следующих групп.

- Система нормативных документов в строительстве.
- Организация, методология и экономика проектирования и инженерных изысканий.
- Организация строительства. Управление строительством.
- Нормы продолжительности проектирования и строительства.
- Экономика строительства.

• Положения об организациях и должностных лицах.

Часть 2 «Нормы проектирования» состоит из следующих групп.

- Общие нормы проектирования.
- Основания и фундаменты.
- Строительные конструкции.
- Инженерное оборудование зданий и сооружений. Внешние сети.

• Сооружения транспорта.

• Гидротехнические и энергетические сооружения, мелиоративные системы и сооружения.

• Планировка и застройка населенных пунктов.

• Жилые и общественные здания.

• Промышленные предприятия, производственные здания и сооружения, вспомогательные здания. Инвентарные здания.

• Сельскохозяйственные предприятия, здания и сооружения.

• Склады.

• Нормы отвода земель.

Часть 3 «Организация, производство и приемка работ» состоит из следующих групп.

• Общие правила строительного производства.

• Основания и фундаменты.

• Строительные конструкции.

• Защитные, изоляционные и отделочные покрытия.

• Инженерное и технологическое оборудование и сети.

• Сооружения транспорта.

• Гидротехнические и энергетические сооружения, мелиоративные системы и сооружения.

• Механизация строительного производства.

• Производство строительных конструкций, изделий и материалов.

Часть 4 «Сметные нормы».

Часть 5 «Нормы затрат материальных и трудовых ресурсов» состоит из следующих групп.

- Нормы расходов материалов.
- Нормы потребности в строительном инвентаре, инструменте и механизмах.
- Нормирование и оплата проектно-изыскательских работ.
- Нормирование и оплата труда в строительстве.

Порядок разработки нормативных документов с привлечением ведущих по профилю научно-исследовательских и проектных организаций (при широком участии многих родственных организаций), к которым проекты документов поступают на заключение и согласование, обеспечивает требуемую оптимизацию заложенных в них требований.

Нормативные документы способствуют оптимальному решению конкретных задач в процессе проектирования и строительства объектов. Они четко регламентируют требования, обязательные для выполнения, но позволяют при проектировании творчески подходить к решению вопросов в зависимости от конкретных условий.

Поскольку нормативные документы и государственные стандарты являются отображением достигнутого научно-технического прогресса и в то же время главным проводником результатов научных исследований, система технического нормирования и стандартизации находится в состоянии постоянного развития и совершенствования. При этом основные, фундаментальные положения отечественной школы проектирования и строительства, заложенные в нормативных документах, являются достаточно стабильными.

По мере развития науки и техники, накопления передового опыта нормативные документы должны дополняться и корректироваться с учетом новейших достижений, внедрение которых обеспечивает дальнейшее повышение технического уровня проектных решений; надежности и долговечности конструкций, зданий и сооружений; экономию материалов; рост производительности труда; высокое качество и сокращение сроков строительства; охрану окружающей среды и т. п.

Система технического нормирования в строительстве базируется на Строительных нормах и правилах, которые были утверждены Госстроем СССР и введены в действие 1 января 1955 г.

Эти строительные нормы и правила явились первым в истории строительства комплексным сборником обязательных для применения норм и правил. Они охватывают широкий круг вопросов, касающихся проектирования и сооружения объектов промышленного, жилищно-гражданского, сельского, транспортного, гидротехнического, водохозяйственного строительства и создания объектов связи.

Требования нормативных документов направлены на обеспечение надежности и долговечности конструкций, зданий и сооружений; экономное использование материальных ресурсов; снижение сметной стоимости; повышение качества и сокращение сроков строительства; применение наиболее рациональных решений при проектировании и строительстве предприятий, зданий и сооружений, застройке городов и населенных пунктов. Цель этих требований — повышение уровня индустриализации строительства, обеспечение роста производительности труда, улучшение условий труда и быта работающих, обеспечение охраны окружающей среды.

Строительными нормами и правилами определен единый метод расчета строительных конструкций, оснований зданий и сооружений, устанавливающий принципы и категории предельных состояний проектируемых конструкций и составляющих их элементов независимо от применяемого материала. Действие этого метода, развитое в нормах проектирования бетонных и железобетонных, стальных, алюминиевых, каменных и деревянных конструкций, оснований и фундаментов, обеспечивает надежность конструкций, их прочность, жесткость и устойчивость в эксплуатационных условиях, а также высокую экономичность. В нормах установлены требования по модульной координации размеров в строительстве и сквозной унификации проектных решений, способствующие широкой индустриализации строительства.

Нормы проектирования генеральных планов промышленных и сельскохозяйственных предприятий предусматривают создание условий для нормального хода основных технологических процессов при целесообразном сокращении территорий предприятий и соответствующем уменьшении протяженности коммуникаций, снижении стоимости строительства, улучшении технологических связей между отдельными предприятиями. Это позволяет более экономно использовать земли и обеспечивать дальнейшее сокращение протяженности инженерных коммуникаций.

Нормами проектирования производственных и вспомогательных зданий предприятий различного назначения установлены требования по унификации объемно-планировочных и конструктивных решений, блокированию зданий, позволяющие снизить стоимость строительства.

Нормы проектирования жилых и общественных зданий предусматривают упорядочение их объемно-планировочных решений, обеспечивают соответствие функциональному назначению, создание удобств для проживающих с учетом климатических и других условий.

Нормы проектирования содержат также требования, предъявляемые к основаниям и фундаментам, строительным конструкциям из различных материалов, инженерному оборудованию и

сетям водоснабжения, устройству канализации, тепловых и газовых сетей, автомобильных и железных дорог, зданиям и сооружениям связи, радиовещания и телевидения, гидротехническим и энергетическим сооружениям, планировке и застройке городов, поселков и сельских населенных пунктов, строительству промышленных предприятий, сельскохозяйственных зданий, складских зданий и сооружений и т. д.

Специальные нормы регламентируют вопросы строительной физики, сейсмостойкого строительства, нагрузок и воздействий на здания и сооружения, строительной климатологии, противопожарных требований и т. д.

Правила по производству и приемке работ содержат требования, регламентирующие общие вопросы организации строительства, приемку в эксплуатацию законченных строительством объектов, геодезические работы, вопросы техники безопасности, производства и приемки строительного-монтажных работ.

Особое место занимают нормы продолжительности строительства предприятий и объектов промышленного, сельскохозяйственного, жилищно-гражданского и другого назначения. Этими нормами устанавливаются также распределение инвестиций в строительные-монтажные работы по годам строительства, длительность подготовительного периода, сроки поставки оборудования и его монтажа.

Комплекс нормативных документов целенаправленно действует как проводник научно-технического прогресса во всех областях строительства. Применение норм и правил, государственных стандартов обеспечивает экономное расходование и рациональное использование строительных материалов и изделий. Нормативными документами регламентируется применение стали и железобетона для определенных типов и параметров конструкций, устанавливаются требования более широкого применения деревянных (особенно клееных) конструкций, местных строительных материалов, неметаллических труб, асбестоцементных конструкций и т. д.

Кроме нормативных документов, входящих в систему СНиП, действуют также инструкции по специфическим вопросам проектирования и производства строительного-монтажных работ.

Строительные нормы и правила, другие нормативные документы постоянно совершенствуются.

Основные направления развития технического нормирования и стандартизации:

- совершенствование методов расчета строительных конструкций, оснований зданий и сооружений, более точный учет реальных условий их работы, учет пространственной работы зданий и сооружений, а также совместной работы их с основаниями, учет пластических свойств материалов, развитие вероятностного метода расчета;

- повышение несущей способности оснований и применение наиболее рациональных типов фундаментов (в том числе свайных, в частности, для районов с особыми природно-климатическими условиями);

- разработка научно обоснованных противопожарных норм и исключение из действующих норм завышенных нормативов;

- совершенствование санитарных норм для обеспечения оптимальных санитарно-гигиенических условий труда;

- дальнейшее развитие норм проектирования систем водоснабжения и канализации с учетом внедрения новых способов опреснения и обессоливания воды, использования ионного обмена, замены водяного охлаждения технологических установок воздушным, внедрения эффективных способов очистки производственных сточных вод;

- расширение и уточнение климатологических, геофизических и гидрологических данных для строительства, уточнение комплексных параметров для расчета ограждающих и несущих конструкций, расчета систем отопления, вентиляции и других целей;

- повышение в нормах требований, обеспечивающих меньшее загрязнение воздушного бассейна населенных пунктов и предприятий вредными веществами от технологических и вентиляционных выбросов;

- совершенствование норм проектирования объектов, строящихся в сейсмических районах, путем дифференцированного назначения расчетной сейсмичности;

- совершенствование норм продолжительности строительства с целью сокращения сроков сооружения новых объектов, а также разработка норм продолжительности реконструкции предприятий, зданий и сооружений;

- совершенствование производства строительных работ путем внедрения прогрессивных методов их выполнения, обеспечивающих повышение производительности труда в строительстве;

- повышение в нормативных документах требований, направленных на улучшение качества, повышение уровня индустриализации и механизации строительного-монтажных работ;

- разработка нормативов и создание на их основе системы управления качеством строительного-монтажных работ.

Стандартизация в строительстве как составная часть общей государственной системы стандартизации направлена на рост эффективности инвестиций, повышение качества строительных материалов, изделий и конструкций, зданий и сооружений, рост уровня индустриализации, повышение производительности труда и снижение материалоемкости в строительстве.

Государственные стандарты в области строительства соответствуют современному уровню развития науки и техники, лучшим зарубежным стандартам.

Внедрение в капитальное строительство государственных стандартов обеспечивает получение значительного экологического эффекта.

Необходимо поднять научно-технический уровень стандартов, ускорить дальнейшее развитие стандартизации и повысить степень использования стандартов в строительстве. Следует лучше использовать большие возможности стандартизации для дальнейшего улучшения качества строительной продукции, быстрее внедрять стандарты в производство, не допускать изготовления материалов и изделий с отступлениями от стандартов и технических условий.

Необходимо повысить качественный уровень строительных материалов, изделий и конструкций, для чего должны значительно возрасти требования к их качеству, содержащиеся в соответствующих стандартах. Предусматриваемые в стандартах требования к строительным материалам, изделиям и конструкциям направлены на повышение степени их заводской готовности, качества, надежности и долговечности, улучшение архитектурно-эстетических характеристик. Разрабатывается ряд государственных стандартов на новые виды строительных материалов, конструкций и изделий, методы их испытаний; организован систематический пересмотр устаревших стандартов.

Основными направлениями дальнейшего развития стандартизации в строительстве являются:

- повышение научно-технического уровня стандартов и обеспечение с этой целью систематического пересмотра и обновления действующих государственных стандартов;
- разработка перспективных стандартов, отражающих передовой отечественный и зарубежный опыт;
- расширение номенклатуры государственных и отраслевых стандартов, развитие отраслевой стандартизации;
- разработка на базе стандартизации систем управления качеством в строительстве, на предприятиях строительной индустрии и промышленности строительных материалов, повышение уровня работ по аттестации строительной продукции;
- дальнейшая разработка и внедрение стандартов на более совершенные методы испытаний конструкций и изделий, в том числе на неразрушающие методы контроля изделий;
- создание системы стандартов по технике безопасности и охране труда в процессе производства строительного-монтажных работ, при изготовлении продукции на предприятиях строительной индустрии и в промышленности строительных материалов.

Значительный объем работ, проведенных в области унификации и типизации в строительстве, позволяет расширить номенклатуру стандартов на железобетонные, стальные и деревянные конструкции зданий и сооружений промышленного, жилищно-

гражданского, транспортного, сельского и других видов строительства, а также значительно дополнить общую номенклатуру государственных стандартов в сфере строительства. Необходимо более широко применять в народном хозяйстве международные стандарты.

Развитие и совершенствование технического нормирования и стандартизации позволит ускорить научно-технический прогресс в строительстве и повысить качество продукции.

Создавшаяся международная экологическая обстановка вызывает необходимость разработки и принятия территориальных строительных норм по конструктивной безопасности зданий и сооружений. С введением таких норм становится возможным контроль риска аварии не только на строящихся и эксплуатируемых объектах, но и на объектах, планируемых к возведению.

Необходимость нормирования конструктивной безопасности зданий и сооружений, мерой которой является риск аварии, обуславливается тем, что 80 % аварий происходят в результате пересечения двух случайных событий: проявления внешнего фактора, провоцирующего аварию; допущения при возведении и (или) эксплуатации объектов ошибок, формирующих риск, от степени которого зависит размер ущерба при аварии.

В нормы должны быть включены следующие понятия:

- *авария* — обрушение (повреждение) объекта строительства;
- *допустимый риск* — допустимое превышение теоретической вероятности аварии, содержащейся в действующих строительных нормах и закладываемой по умолчанию в объекты при их проектировании;

- *промежуточное здание* — часть объекта, содержащая нулевой цикл и часть его этажей (ярусов);

- *область допустимых значений риска* — область, ограниченная допустимыми значениями риска аварии всех промежуточных зданий объекта;

- *конструктивная безопасность* — нахождение фактического риска аварии всех промежуточных зданий объекта в области допустимых значений;

надежность несущей конструкции — соответствие конструкции требованиям проекта в части, касающейся обеспечения ее прочности, жесткости и устойчивости.

Область допустимых значений риска аварии определяется *стандартом конструктивной безопасности* — величиной, зависящей от степени ответственности объекта и уровня опасности территории, на которой он расположен. Степень ответственности назначается в зависимости от тяжести последствий гипотетической аварии объекта, а уровень опасности территории — от степени ее подверженности факторам риска природно-климатического и техногенного характера.

Контроль риска аварии объекта заключается в определении для каждого промежуточного здания вероятности события, состоящего в том, что фактический риск аварии не превышает допустимого значения. Контроль осуществляется статистическим методом испытаний случайной величины по приведенным в нормах методикам. Для контроля используются специальные компьютерные программы, способные на основе предоставляемой экспертами информации о дефектах, снижающих надежность несущих конструкций, сделать заключение о соответствии исследуемого объекта нормативным требованиям конструктивной безопасности. Экспертная информация о дефектах предоставляется на специальных бланках, которые наряду с результатами контроля риска аварии подлежат архивации с неограниченным сроком хранения.

При контроле риска аварии планируемых к возведению объектов с целью декларирования конструктивной безопасности закон распределения плотности вероятностей возможных ошибок устанавливается через соответствие элементов систем качества предполагаемых участников строительства (проектировщики, поставщики, подрядчики) международным стандартам ИСО.

Требования, установленные нормами, должны быть дополнительными (не альтернативными) по отношению к действующим строительным нормам, не противоречить им и использоваться в следующих случаях:

- сертификация строящихся зданий и сооружений на соответствие требованиям конструктивной безопасности;
- имущественное и личное страхование, а также страхование ответственности;
- декларирование конструктивной безопасности планируемых к возведению ответственных объектов строительства;
- оценка недвижимости.

Введение в строительную практику норм по конструктивной безопасности зданий и сооружений позволит не только снизить тяжесть социальных и экономических последствий аварий, спровоцированных внезапными и непредвиденными факторами риска, но и решить новые актуальные задачи, возникающие в процессе реформирования строительной отрасли:

- предоставление инвесторам надежных гарантий защиты от финансовых рисков на конкретной территории путем эффективного управления проектными, строительно-монтажными и эксплуатационными рисками, предотвращения и минимизации убытков;
- установление на рынке реального соотношения цена — качество;
- защита прав потребителей при недоброкачественной конечной строительной продукции.

Кроме того, такие нормы дают возможность создать информационную базу по безопасности построенных зданий и сооружений,

позволяющую планировать меры по предупреждению аварии объектов строительства в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.

10.4. Категории и виды стандартов

Стандартизация не выполнила бы своей роли, если бы ограничивалась только установлением требований к выпускаемой продукции. Она должна иметь опережающий характер и устанавливать перспективные требования к продукции, которые должны закладываться в технические задания на разработку новой, модернизируемой продукции. Разработка стандартов с перспективными требованиями к продукции — принципиально новое направление стандартизации.

Новое развитие получает комплексная стандартизация, основанная на программно-целевых методах повышения уровня качества продукции путем разработки комплексов взаимосвязанных стандартов на сырье, материалы, комплектующие изделия и готовую продукцию, а также на технологическое оборудование. Основопологающим стандартом в таких комплексах являются стандарты с перспективными требованиями на группы однородной конечной продукции. При комплексной стандартизации одновременно решается задача опережающей стандартизации сырья, материалов, конструкций, изделий, инструмента и технологий, качество и технический уровень которых оказывают решающее влияние на технико-экономические характеристики машин, механизмов, зданий, сооружений.

Таким образом, действующие научно-технические документы (НТД) должны обеспечить оптимальность норм, правил, показателей качества продукции с учетом получения максимального эффекта при эксплуатации (использовании) продукции при минимальных затратах на ее создание и эксплуатацию.

Действующие стандарты охватывают большой диапазон выпускаемой продукции, содержат разнообразные требования, показатели и нормы, а также устанавливают методы контроля качества материалов и изделий. Совокупность стандартов принято классифицировать по двум признакам: сфере (уровню) действия и содержанию.

Сфера действия стандартов. В зависимости от сферы действия стандарты подразделяются на следующие категории: государственные, отраслевые и стандарты предприятий.

Государственные стандарты (ГОСТ) — это обязательные документы для всех предприятий, организаций и учреждений, независимо от их ведомственной подчиненности.

Государственные стандарты устанавливаются преимущественно на продукцию массового и крупносерийного производства,

общетехнические правила, нормы, понятия и обозначения, единицы измерения и их эталоны, изделия в области техники безопасности, охраны труда, промышленной и бытовой санитарии. Большинство строительных материалов, изделий и конструкций является объектами государственной стандартизации. Это объясняется широким применением данной продукции в различных областях строительства и отраслях промышленности.

Государственные стандарты разрабатывают на группы однородной продукции межотраслевого производства и применения, конкретную продукцию, имеющую важное народнохозяйственное значение, а также на правила межотраслевого применения, обеспечивающие разработку, производство и применение продукции.

Под группой однородной продукции понимается максимально возможная совокупность продукции, характеризующаяся общностью функционального назначения, области применения, конструктивно-технологического решения и номенклатуры основных показателей качества.

Стандарты на группы однородной продукции определяют основные технико-экономические показатели продукции, рациональный состав ее номенклатуры (типы), как выпускаемой, так и перспективной, требования унификации и другие требования, обеспечивающие разработку и выпуск такой продукции, которая по своим показателям соответствовала бы мировому уровню или превосходила бы его.

Перечень групп однородной продукции, подлежащей государственной стандартизации, разрабатывают министерства и ведомства и утверждает Госстандарт России. В строительстве и промышленности строительных материалов подобные перечни устанавливает Госстрой России.

Правила, обеспечивающие разработку, производство и применение продукции, регламентируются в общетехнических и организационно-методических стандартах. Эти стандарты направлены на обеспечение технического, организационного единства и взаимосвязи процессов разработки, производства и применения продукции.

В общетехнических стандартах устанавливают термины и определения, условные обозначения (коды, символы и др.), общие требования к разъемным и неразъемным соединениям, нормы точности измерений, допуски и посадки, ряды предпочтительных чисел, классы точности оборудования, предельно допустимые выбросы, концентрации вредных веществ и другие общетехнические требования.

Организационно-методические стандарты регламентируют:

- основные (общие) положения по организации и проведению работ по стандартизации, метрологическому обеспечению, управлению качеством продукции и т. п.;

• порядок разработки, утверждения и внедрения НТД, порядок разработки и постановки на производство и т. п.

Общетехнические и организационно-методические стандарты как правило, объединяются в комплексы с общим групповым заголовком в каждом стандарте с одним номером, присвоенным комплексу.

Отраслевые стандарты (ОСТ) разрабатывают на группы однородной продукции отраслевого производства и применения, конкретную продукцию, закрепленную за данным министерством. Отраслевой стандартизации подлежит продукция, на которую не предусмотрены государственные стандарты.

Отраслевые стандарты утверждает министерства и ведомства являющиеся головными (ведущими) по видам выпускаемой продукции. По продукции межотраслевого применения отраслевые стандарты утверждает Правительство РФ. Сфера действия отраслевых стандартов — объединения, предприятия, организации и учреждения, занятые производством, обращением и использованием продукции, подлежащей отраслевой стандартизации, независимо от их ведомственной подчиненности. В условном обозначении отраслевых стандартов после аббревиатуры ОСТ указывают номер, присвоенный головным министерством.

Отраслевые стандарты обязательны для всех предприятий данной отрасли, а также для предприятий других отраслей, применяющих эту продукцию. Отраслевые стандарты устанавливаются на изделия мелкосерийного производства, продукцию ограниченного применения, сырье, материалы, детали и типовые технологические процессы, используемые только в данной отрасли.

Стандарты предприятий (СТП) обязательны только для определенного предприятия и утверждаются его руководством. Стандарты предприятий устанавливаются на технологические правила и нормы, полуфабрикаты, оснастку и инструмент, используемые на данном предприятии. Готовая продукция не может служить объектом стандартизации на предприятии.

Содержание стандартов. В зависимости от содержания стандарты подразделяются на виды. Разделение стандартов на виды отражает основные этапы проектирования, технологической переработки и применения продукции и значительно облегчает процесс разработки стандартов.

В области строительных материалов и изделий наиболее распространены стандарты общих технических требований; технических требований; общих технических условий; технических условий; типов изделий и их основных параметров (размеров); методов испытаний; правил приемки, маркировки, упаковки, транспортирования и хранения материалов и изделий.

Стандарты общих технических требований (стандарты ОТТ) разрабатывают на группы однородной продукции. Они являются в

настоящее время основным видом государственного (отраслевого) стандарта, в котором устанавливают требования к продукции: назначения; надежности; экономного использования сырья, материалов, топлива, энергии и трудовых ресурсов; эргономики и технической эстетики; технического обслуживания и ремонта; транспортабельности; безопасности; стандартизации и унификации; охраны природы; технологичности; радиоэлектронной защиты, а также конструктивные требования. Перечень и содержание разделов этих стандартов зависят от особенностей стандартизуемой продукции.

К стандартам вида ОТТ относят также стандарты, устанавливающие перспективные требования по основным показателям технического уровня и качества как к лучшей освоенной промышленностью продукции (первая ступень), так и к продукции, подлежащей разработке или модернизации (вторая ступень). Показатели второй ступени являются перспективными. В этих стандартах указывают дифференцированные сроки введения по ступеням качества в соответствии с нормативными сроками обновления продукции.

ГОСТ ОТТ с перспективными требованиями на группы однородной продукции содержит нормативные показатели лишь основных свойств: показатели назначения, надежности, экономного использования сырья, материалов, топлива и энергии, безопасности эксплуатации, допускаемых вредных выбросов в окружающую среду.

Требования второй ступени включают в техническое задание на разработку новой (модернизированной) продукции.

Стандарты технических требований нормируют показатели качества, надежности и долговечности продукции, ее внешний вид. Такие стандарты устанавливают гарантийный срок, срок службы и комплектности поставки изделий. Большинство стандартов на строительные материалы и изделия — это стандарты технических требований. Значительная часть требований в стандартах связана с физико-механическими характеристиками материалов (объемная масса, водопоглощение, влажность, прочность, морозостойкость).

Стандарты общих технических условий (стандарты ОТУ) разрабатывают на группы или подгруппы однородной продукции. В практике такие стандарты называют стандартами полной характеристики группы (подгруппы) однородной продукции. Стандарты ОТУ обычно состоят из разделов, устанавливающих основные параметры и размеры, технические требования, приемку, методы контроля (испытаний, анализа, измерений, определений), транспортирование и хранение, указания по эксплуатации.

Стандарты технических условий (стандарты ТУ), в отличие от стандартов ОТУ, разрабатывают на одну марку, модель продукции

или несколько марок, моделей продукции, имеющей важнейшее народно-хозяйственное значение.

Стандарты технических условий содержат всесторонние требования к продукции при ее изготовлении, поставке и эксплуатации, регламентируют методы испытаний, правила приемки, маркировки, упаковки, транспортирования и хранения, а также комплектность и гарантии предприятия-изготовителя. В этом стандарте содержится классификация типов и размеров изделий, сформулированы технические требования относительно допускаемых отклонений от проектных размеров, прочности и истираемости бетона, внешнего вида изделий и т. д.

Стандарты технических условий по своему содержанию наиболее всеобъемлющи. Если при создании таких стандартов недостает каких-либо необходимых данных, то разрабатывают стандарты других видов, например стандарты технических требований, параметров.

Стандарты типов изделий и их основных параметров (размеров) устанавливают типы и марки продукции, а также ее основные параметры: проектные нагрузки, массу изделий, вид материалов, используемых для изготовления продукции. Чаще всего требования к типам и параметрам строительных изделий не выделяются в самостоятельные стандарты, а входят в качестве отдельного раздела в так называемые совмещающие стандарты.

При разработке требований к типам продукции необходимо указывать не только изделия, освоенные в массовом производстве, но и новые типы и виды изделий, производство которых будет способствовать развитию технического прогресса. Таким образом, в данном случае целесообразно применять один из соподчиненных принципов стандартизации — принцип обобщения достижений прогрессивной практики.

Стандарты методов испытаний включают в себя требования о порядке отбора проб или образцов, методы испытаний материалов и изделий, используемые для оценки качества продукции. Такие стандарты обеспечивают единство методов и средств испытаний продукции. Стандарты методов испытаний строительных материалов и изделий могут быть самостоятельными (например, испытания цементов, бетонов и т. д.) либо входить составной частью в так называемые совмещающие стандарты (кирпич глиняный обыкновенный, различные железобетонные изделия).

В стандартах методов испытаний содержатся также требования к измерительным приборам, инструментам и установкам, используемым для контроля показателей качества продукции.

Допускается разработка не одного, а комплекса стандартов методов испытаний материалов и изделий. Например, существует несколько стандартов методов испытаний тяжелого бетона: методы определения объемной массы, плотности, пористости и водо-

поглощения; методы определения прочности; метод оценки морозостойкости.

Стандарт методов контроля может устанавливать методы контроля либо одного показателя нескольких групп однородной продукции, либо комплекса показателей группы однородной продукции. Для каждого метода контроля должны быть установлены: методы отбора проб (образцов); требования к средствам контроля; требования к подготовке контроля; требования к проведению контроля и обработке, оформлению и оценке результатов контроля.

Стандарты правил приемки, маркировки, упаковки, транспортирования и хранения материалов и изделий разрабатывают на одну или несколько групп однородной продукции.

В стандартах приемки продукции потребителями устанавливаются порядок предъявления к приемке и проведения приемки продукции, размер предъявляемых партий, необходимость и время выдержки продукции до начала приемки, порядок оформления результатов приемки (документ о качестве, штамп, клеймо).

Стандарты правил приемки, маркировки, упаковки, транспортирования и хранения материалов и изделий устанавливают порядок приемки продукции, вид и программу испытаний при приемке, требования к потребительской маркировке и упаковке изделий, а также указания о транспортировании и хранении изделий. В большинстве строительных стандартов предусматриваются совмещающие данные, свойственные стандартам нескольких видов. Наиболее распространены совмещающие стандарты, которые содержат следующие разделы: классификация (сортамент, типы и основные размеры); технические требования; методы испытаний; правила приемки, маркировки, упаковки, транспортирования и хранения.

Знание видов стандартов позволяет легко определить весь массив НТД, на соответствие которой определяют технический уровень и качество принимаемой продукции.

Управление стандартизацией в стране возложено на Государственный комитет Российской Федерации по стандартизации и метрологии, который несет ответственность за организацию, состояние и развитие стандартизации и межотраслевой унификации; усиление роли стандартизации в ускорении научно-технического прогресса, повышении эффективности общественного производства и улучшении качества продукции; научно-технический уровень и технико-экономическую обоснованность утверждаемых им государственных стандартов, надзор за их внедрением. Ответственность за состояние стандартизации в области строительства и строительных материалов в стране возложена на Госстрой России.

Одна из особенностей государственной системы стандартизации в строительстве и технологии строительных изделий состоит

в том, что кроме стандартов здесь действует система нормативных документов, объединенная в СНиП. Строительные нормы и правила — это свод нормативных документов по проектированию, строительству и строительным материалам, обязательный для всех организаций и предприятий. Требования, нормы и правила, содержащиеся в СНиП, основаны на передовом опыте и в основном соответствуют современному уровню строительной науки и техники.

Сопоставление СНиП и системы государственных стандартов показывает, что оба комплекса нормативных документов содержат ряд общих элементов, но существуют и различия. Известно, например, что государственные стандарты разрабатываются преимущественно на строительные материалы и изделия массового изготовления. Строительные нормы и правила устанавливают требования ко всей строительной продукции. В СНиП отсутствуют методы испытания качества материалов, но имеются соответствующие ссылки на действующие стандарты. Наконец, СНиП содержат почти все нормы строительного проектирования, между тем как стандартов на такие нормы нет. Таким образом, оба комплекса нормативных документов по строительству — СНиП и ГОСТ — взаимно дополняют друг друга. Если в разрабатываемые стандарты включены показатели, которые отличаются от требований СНиП, то одновременно вносятся изменения и в соответствующую главу СНиП.

ГЛАВА 11

РАЗРАБОТКА СТАНДАРТОВ

11.1. Общие принципы стандартизации

Работы по стандартизации базируются на использовании ряда правил, которые называются принципами стандартизации. Стандартизация в Российской Федерации осуществляется с учетом целого ряда факторов:

- добровольности применения стандартов;
- максимального учета при разработке стандартов интересов всех заинтересованных лиц;
- использования международных стандартов как основы для подготовки стандартов, за исключением случаев, когда такое использование признано невозможным из-за несоответствия уровня требований международных стандартов климатическим и географическим особенностям, техническим и технологическим различиям или по иным соразмерным по значимости основаниям, а также случаев, когда Российская Федерация возражала, В

соответствии с принятыми процедурами, против принятия данного международного стандарта или отдельных его положений;

- недопустимости создания препятствий для производства и оборота продукции, работ и услуг в большей степени, чем это минимально необходимо для выполнения целей. Стандарты должны основываться на требованиях к характеристикам потребительских свойств и эксплуатационным характеристикам продукции, а не на требованиях к ее конструктивным или описательным характеристикам;

- недопустимости установления в стандартах требований, противоречащих требованиям технических регламентов;

- обеспечения условий для единообразного применения стандартов.

Разрабатывают стандарты в соответствии с определенными принципами, которые можно разделить на главные и соподчиненные.

11.2. Главные принципы стандартизации

Принцип комплексности осуществления стандартизации. Показатели качества, надежности, долговечности изделий являются функцией качества составляющих элементов, поэтому недостаточно устанавливать нормативные требования только в конечной продукции. Принцип комплексности требует разработки системы стандартных взаимосвязанных показателей для сырья, материалов, комплектующих и готовых изделий и конструкций. Например, в технологии бетона помимо стандартов на готовую продукцию — железобетонные изделия — действует также и комплекс стандартов на составляющие их элементы: вяжущие материалы, заполнители, стальную арматуру, закладные детали, отделочные материалы и т. д. Стандарт на кровельный материал — рубероид — базируется на ряде нормативных требований к сырью и полуфабрикатам: строительному картону, нефтяной пропиточной и кровной массе, а также к минеральному наполнителю (тальку и асбесту). Стандарт на твердые древесноволокнистые плиты с окрашенной поверхностью тесно связан с требованиями к основе плит, эмалям и краскам, а также к грунтам, применяемым при изготовлении изделий.

Принципы многоступенчатости и многозвенности стандартизации. Значение этих принципов проявляется в процессе практического осуществления стандартизации.

Принцип многоступенчатого развития стандартизации. Он означает постепенное перемещение объекта на более высокий уровень, т. е. сфера действия стандарта вначале может быть на местном уровне, а затем — на отраслевом и общероссийском. Подавляющее большинство стандартов на строительные материалы и

изделия еще в 1940-е гг. действовало на отраслевом уровне. В настоящее время большинство стандартов имеет общегосударственное значение.

В процессе многоступенчатого развития стандартизации почти неизбежно наличие параллельных стандартов на разных уровнях.

Принцип многозвенного развития стандартизации. Он предполагает для каждого объекта конкретный, всегда определенный уровень. В этом случае стандарты на разных уровнях (государственные, отраслевые и т.д.) взаимосвязаны и являются звеньями единой цепи. В данном случае объекты стандартизации не перемещаются вдоль цепи, а имеют всегда конкретную сферу действия. Таким образом, важное преимущество принципа многозвенности состоит в полном исключении параллельности стандартов.

Принцип общей или частной классификации продукции при ее стандартизации. Расширение марок и видов материалов, номенклатуры строительных изделий требует разработки научно обоснованной классификации. Классификация должна строиться по единым принципам и может быть отраслевой или общегосударственной.

Принцип экономичного использования материальных ресурсов. Он заключается в стандартизации конкретных областей применения материалов. Использование этого принципа в практике стандартизации дает возможность улучшить использование материальных ресурсов, а также способствует сокращению материалоемкости и стоимости строительства.

Поясним применение этого принципа на примерах. Бетонная плотина противостоит напорному воздействию воды, но кроме этого на сооружение действуют коррозионные факторы: переменное замораживание — оттаивание, агрессивные воды. Для защиты от агрессивных воздействий необходимо применять специальные цементы: сульфатостойкий портландцемент, гидрофобный, пластифицированный. Использование таких цементов позволяет обеспечить заданные марки бетона по морозостойкости, регламентированные стандартом на гидротехнический бетон. Вместе с тем стандарт предусматривает применение морозостойкого бетона для вполне определенных частей сооружения — зоны переменного уровня воды и водосливной грани. Внутри массивный бетон может подвергнуться действию отрицательных температур лишь в период возведения плотины, поэтому стандарт не регламентирует требования по морозостойкости к подводному и внутримассивному бетону. Для изготовления таких бетонов могут быть использованы более дешевые пуццолановый портландцемент и шлакопортландцемент, а также дисперсные минеральные добавки, например зола-унос. Применение таких цементов вызывается и технической необходимостью, так как сокращает тепловыделение бетона и предотвращает возникновение больших перепадов температуры в конструкции. По тем же соображениям стандарт

устанавливает специальные требования по водонепроницаемости для бетона напорной грани плотины. В других частях сооружения марка бетона по водонепроницаемости обычная — В2 ... В4.

Другой пример применения принципа экономичного использования материальных ресурсов связан с высокопрочным бетоном. Для изготовления бетонов марок 500, 600 рекомендуется применять портландцемент марки 600, БТЦ или ОБТЦ, а также тщательно промытые и фракционированные высококачественные заполнители. Отступление от этих требований приводит к большому перерасходу цемента. Рекомендуемые в научной литературе оптимальные соотношения между маркой цемента и маркой бетона $R_{ц} : R_{б} = 1,7 \dots 2,5$ преследуют цель подобрать состав бетона при минимально возможном расходе цемента.

Принцип стандартизации технологических требований. В практике зарубежной стандартизации сложилось положение, при котором в стандарт включаются только технические требования, которые необходимо соблюдать при изготовлении продукции. Такая стандартизация не предусматривает описания рациональных способов изготовления продукции, которые могут быть секретом фирмы.

Для стандартизации важны не только требования к продукции, но и способы ее производства, которые должны быть максимально эффективными. Поэтому целесообразно иметь нормативные документы, в которых регламентируются оптимальные требования по технологии изготовления изделий или содержатся рекомендации по прогрессивным способам производства.

В качестве примера укажем на нормы технологического проектирования предприятий сборных железобетонных изделий. В этих документах приведены рекомендации по расходу материалов для приготовления бетона, указаны необходимые сведения для оптимального проектирования складов цемента, заполнителей, арматуры. Кроме того, в нормах даны рекомендации по рациональному проектированию основных технологических переделов: приготовлению бетонной смеси, формованию и распалубке железобетонных изделий, тепловой обработке и складированию продукции. Использование норм способствует созданию рациональных технологий, что в конечном счете обеспечивает большую производительность труда и высокое качество готовых изделий.

11.3. Соподчиненные принципы стандартизации

Принцип стандартизации планируемой продукции. Этот принцип заключается в том, что стандарты разрабатывают на выпускаемую продукцию. Следовательно, в таких стандартах фиксируется уже достигнутый уровень развития науки и техники, в то время как прогресс народного хозяйства постоянно требует разработки

новой техники. Стандарты планируемой продукции — это преимущественно марочные стандарты, в которых отражаются требования к конкретным маркам материалов и изделий.

Основным путем совершенствования стандартов планируемой продукции является разработка нормативных документов, в которых устанавливается диапазон марок и типов изделий от некоторого наименьшего до некоторого наибольшего значения.

Принцип стандартизации размеров. Этот принцип связан, главным образом, с нормированием основных размеров строительных конструкций и изделий, которые должны назначаться в соответствии с требованиями единой модульной системы.

Стандартизация основных размеров (габаритных, присоединительных) целесообразна в том случае, когда производство изделий специализировано. В этом случае завод составляет каталог выпускаемой продукции, основанный на требованиях стандарта, но включающий в себя также дополнительные характеристики изделий, которые необходимы потребителям.

Принцип стандартизации конструкций и изделий путем их отбора из числа существующих. Данный принцип предусматривает простое ограничение, отбор выпускаемых конструкций и изделий с целью упрощения их производства. Параметры конструкций и изделий (размеры, марки материалов и т.д.) в этом случае остаются неизменными. Такой отбор предполагает использование и других принципов, например принципов стандартизации планируемой продукции и размеров.

Использование принципа отбора в ряде случаев признается целесообразным, в особенности для технически отстающих предприятий, так как облегчает внедрение передового опыта.

Принцип стандартизации на основе обобщения достижений прогрессивной практики. Стандарты всегда разрабатывают с учетом достижений теории и практики. Такое обобщение позволяет отражать в стандартах реально достигнутые показатели качества материалов. Однако от создания проекта стандарта до его внедрения проходит несколько лет и содержащиеся в стандарте сведения могут оказаться морально устаревшими. Поэтому обобщение достижений практики должно быть критическим, иначе стандартизация утратит важнейшее качество — перспективность.

Принцип стандартизации заградительных параметров. В большинстве стандартов на строительные материалы, конструкции и изделия устанавливают определенные границы показателей сырья, полуфабрикатов, что дает возможность получать готовый продукт гарантированного качества.

Стандартизация заградительных параметров осуществляется в двух вариантах. В первом варианте нормируют уровень значения показателей (максимальный или минимальный), во втором — определяют пределы варьирования (от — до).

Заградительные параметры чрезвычайно широко используют при стандартизации материалов и изделий, поэтому важно устанавливать научно обоснованные параметры. Тогда стандарты на конструкции и изделия и сами конструкции и изделия будут прогрессивными.

Теорией стандартизации разработано 13 соподчиненных принципов, однако в строительном материаловедении и технологии чаще всего применяют пять принципов, перечисленных выше. Все эти принципы используют в практике стандартизации как самостоятельно, так и комбинированно. Иногда, в зависимости от конкретной задачи, решаемой отраслью промышленности, соподчиненный принцип может стать руководящим.

11.4. Методы стандартизации

Практическая работа по стандартизации осуществляется различными методами, выбор которых зависит от конкретных задач. В теории стандартизации разработаны четыре метода: симплификация, унификация, типизация и агрегатирование.

Симплификация (упрощение) — это простейшая разновидность стандартизации, ее первоначальный этап. Она заключается в простом сокращении числа типов или разновидностей изделий до некоторого технически и экономически обоснованного минимума. Симплификация означает всемерную экономию, сокращение излишних типоразмеров деталей и изделий. Характерной чертой симплификации является то, что сокращение числа изделий в объекте не вносит каких-либо технических изменений, поэтому возможности рационального комбинирования марок и типоразмеров изделий при симплификации ограничены. Несравненно большие возможности появляются при унификации продукции.

Унификация представляет собой рациональное сокращение числа типов, видов, размеров или марок конструкций и изделий одинакового функционального назначения, для того чтобы изделия были взаимозаменяемыми при эксплуатации. Главное отличие и вместе с тем преимущество унификации заключаются в том, что уменьшение числа разновидностей сопровождается изменением конструкции, основных и второстепенных размеров, марок изделий. В результате многообразия видов изделий, материалов, сырья и комплектующих деталей (закладных деталей, арматуры железобетонных изделий и т.д.) уменьшается. В процессе унификации параметры технологии изготовления материалов и изделий изменяются таким образом, чтобы можно было организовать их централизованное производство. Унификация позволяет создавать комплексы из ограниченного числа разновидностей, когда путем комбинирования двух и более разновидностей можно создать большую номенклатуру изделий.

Унификация сборных железобетонных конструкций и изделий массового производства способствует уменьшению числа типоразмеров, повышению точности и взаимозаменяемости изделий. Одновременно создается основа для совершенствования технологии и улучшения качества продукции. Например, в процессе унификации конструкций многоэтажных промышленных зданий были изменены размеры плит перекрытий (высота ребра), сечения колонн; одновременно были определены предпочтительные марки бетона, арматурной стали и т. д. В результате оказалось возможным сократить число типовых серий зданий и на 20 % уменьшить число типоразмеров монтажных изделий. Это позволило значительно ускорить монтажные работы и уменьшить трудоемкость изготовления изделий примерно на 10 %.

Одновременно унификация позволила повысить индустриальность изготовления изделий, улучшить эксплуатационные характеристики и архитектурную выразительность зданий.

Типизация — разработка и установление типовых конструктивных или технологических решений, которые содержат общие для ряда изделий или процессов характеристики. В конкретных случаях эти характеристики дополняются необходимыми данными. Например, типовым технологическим процессом называется технология изготовления однотипных деталей той или иной группы, имеющих некоторые различия. Эти различия учитываются при разработке рабочего технологического процесса.

Типизация позволяет сократить затраты времени на проектирование и разработку технологического процесса. Метод типизации объемно-планировочных и конструктивных решений широко применяется в строительстве при проектировании зданий и сооружений различного назначения. В процессе типизации предусматриваются и перспективные виды изделий с учетом требований технического прогресса — это важное достоинство типизации как одного из развитых методов стандартизации.

Типизация позволяет решать задачи целой отрасли промышленности, обеспечивая единство технических требований и показателей различного оборудования, поставляемого предприятиями смежных отраслей.

Агрегатирование — компоновка разнообразной номенклатуры машин, агрегатов, объектов путем применения ограниченного числа стандартизованных деталей, обладающих функциональной и геометрической взаимозаменяемостью. Агрегатирование может быть осуществлено путем расчленения технологии на отдельные укрупненные узлы, что облегчит монтаж технологической линии и обеспечит взаимозаменяемость ее отдельных элементов.

Рассмотренные принципы и методы стандартизации составляют теоретическую основу деятельности в данной области. В процессе стандартизации строительных материалов и изделий необ-

ходимо исходить из анализа условий работы их в сооружении, которые определяют закономерности стандартизации. Дальнейшее развитие стандартизации как науки связано с внедрением количественных методов для характеристики надежности, долговечности, качества материалов зданий и сооружений и с использованием достижений математики.

11.5. Стандартизация строительных материалов, изделий и конструкций

Работа материала и конструкций в зданиях и сооружениях определяется различными воздействиями, которые обуславливаются объемно-планировочным и конструктивным решениями сооружения и окружающей средой. Для современного строительства особое значение приобретает система выбора размеров элементов, обеспечивающая качественное возведение конструкции. Поэтому методика стандартизации в строительном материаловедении и технологии учитывает особенности работы материалов и включает в себя в качестве составных элементов стандартизацию нагрузок на материал и конструкцию, воздействий окружающей среды, размеров строительных изделий.

Правильный выбор материалов с учетом указанных особенностей стандартизации способствует повышению качества, надежности, долговечности сооружений и снижению их стоимости.

Стандартизация нагрузок на материал и конструкцию. Нагрузки и воздействия в соответствии с СНиП подразделяют на постоянные и временные. К постоянным нагрузкам и воздействиям относят:

- вес постоянных частей зданий и сооружений;
- вес и давление грунтов (насыпей, засыпок), а также горное давление;

- силовое влияние предварительного напряжения конструкций.

Временные нагрузки подразделяют на длительные, кратковременные и особые. К длительным нагрузкам относят:

- вес стационарного оборудования (например, вес бетоносмесителей, дозаторов, бункеров вместе с заполняющими их материалами);

- вес перегородок или других частей здания, положение которых может измениться в процессе эксплуатации;

- давление газов, жидкостей и сыпучих тел в емкостях и трубопроводах;

- длительные температурные воздействия, оказываемые стационарным оборудованием (автоклавами, сушилками, печами);

- вес воды на водонаполненных плоских кровлях;

- нагрузки на перекрытия различных складских помещений.

Кратковременными считают следующие нагрузки и воздействия:

- нагрузки от подвижного оборудования (кранов, тельферов, вагонеток, самоходных бетоноукладчиков и т. п.);
- нагрузки на перекрытия в жилых и общественных зданиях от веса людей и мебели;
- снеговые и ветровые нагрузки;
- температурные климатические воздействия, вызывающие термическое сжатие или расширение материалов в конструкциях;
- нагрузки на стадиях изготовления, складирования, перевозки и монтажа строительных изделий и конструкций.

Стандартизация воздействий окружающей среды. При разработке строительных стандартов необходимо учитывать следующие виды воздействий на материалы здания и сооружения:

- климатические условия, характеризующиеся изменениями температуры и относительной влажности наружного воздуха и другими факторами;
- воздействия агрессивных сред, вызывающие коррозию материалов и понижение их долговечности;
- влажностный режим помещений.

Климатические и геофизические показатели (температуру и влажность наружного воздуха, число циклов изменения температуры и влажности за определенный период времени, скорость ветра, солнечную радиацию, световой климат и др.) необходимо учитывать при разработке стандартов на ограждающие конструкции, кровельные, стеновые и облицовочные материалы. В зависимости от степени влияния атмосферных воздействий стандарты содержат требования по морозостойкости, водопоглощению и другим свойствам материалов.

Отступление от стандартных требований в отношении плотности бетона приводит к преждевременному коррозионному разрушению железобетонных конструкций. Степень разрушения может быть различной: от шелушения бетона и появления в нем волосных трещин до ярко выраженного растрескивания и выпадения отдельных кусков материала, в результате чего значительно снижается несущая способность конструкций.

Долговечность ограждающих конструкций в значительной степени предопределяется влажностным режимом внутренних помещений зданий, поэтому стандарты на наружные ограждения содержат указания об относительной влажности воздуха, при которой возможна нормальная эксплуатация бетонных и железобетонных изделий.

В зависимости от влажностного режима допускается использование определенных материалов для наружных ограждающих конструкций.

Стандартизация влияния параметров окружающей среды дает возможность выбирать необходимые виды и марки материалов, обеспечивающие требуемую долговечность конструкций. Степень

долговечности конструкций определяется календарным сроком службы без потери эксплуатационных качеств в конкретных климатических условиях и режиме эксплуатации.

Для того чтобы обеспечить заданную в проекте долговечность конструкций и изделий, следует применять бетоны с необходимым комплексом показателей. В общем случае это могут быть плотность бетона, водопоглощение, морозостойкость, водонепроницаемость, коррозионная стойкость, жаростойкость и т.д.

Общие требования, регламентирующие воздействия окружающей среды, устанавливаются в соответствии с нормами при проектировании зданий и сооружений и указывают на рабочих чертежах конструкций. Кроме того, эти требования входят в стандарты на соответствующие конструкции и изделия.

Стандартизация размеров строительных изделий. Методическую основу стандартизации размеров в проектировании, изготовлении строительных конструкций и изделий и при возведении зданий и сооружений составляет Единая модульная система (ЕМС). Эта система представляет собой совокупность правил координации размеров элементов зданий и сооружений, строительных изделий и оборудования на базе основного модуля, равного 100 мм. Применение ЕМС позволяет в значительной степени унифицировать и сократить число типоразмеров строительных конструкций и изделий, что в свою очередь обеспечивает взаимозаменяемость деталей, выполненных из разных материалов или отличающихся по конструкции. Наконец, изделия и детали одинаковых типоразмеров, изготовленные в соответствии с требованиями ЕМС, могут быть использованы в зданиях различного назначения.

В ЕМС используется принцип стандартизации основных размеров изделий. С помощью ЕМС назначаются так называемые номинальные размеры строительных элементов. *Номинальный размер* — это условный размер элемента, включающий в себя соответствующие части швов и зазоров.

Различают также *конструктивный размер* — проектный размер элемента, отличающийся от номинального, как правило, на нормированный зазор.

Нормированный зазор представляет собой толщину шва или зазора, установленную нормами.

В процессе изготовления изделий их действительные размеры по разным причинам могут оказаться отличными от конструктивных, предусмотренных рабочими чертежами.

Фактический размер строительных изделий, полученный в результате измерения с помощью соответствующего инструмента, называется *натурным размером*. Отклонение натурального размера от конструктивного не должно быть больше так называемого допустимого отклонения.

Допуск размера всегда является положительной величиной.

Отклонение действительного (натурного) размера от конструктивного (проектного), находящееся в пределах, установленных нормами, называется *допускаемым отклонением*.

Общие положения по назначению допусков и расчету точности строительных конструкций изложены в соответствующей главе СНиП.

Следует различать изготовительные и монтажные допуски. *Изготовительные допуски* определяют погрешность в процессе изготовления изделий, а *монтажные допуски* — разбивочные (геодезические) и установочные — характеризуют точность сборки конструктивных элементов сооружения. Допуски при изготовлении сборных конструкций зависят от размеров элементов и класса точности и назначаются в соответствии с требованиями СНиП.

В зависимости от установленного допуска назначаются отклонения от проектных размеров. Следовательно, назначение допусков связано с необходимостью повышения точности изготовления и монтажа конструкций. Нормируемое уменьшение значений допускаемых отклонений зависит от уровня технологического процесса изготовления изделий.

ГЛАВА 12

СТАНДАРТИЗАЦИЯ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

12.1. Методы оценки качества продукции

Понятие «качество» является одним из основных в теории и практике стандартизации. Качество продукции является решающим фактором, по которому судят о развитии производства. Вся деятельность по стандартизации в стране подчинена проблеме повышения качества продукции.

В стандартах сконцентрированы наиболее прогрессивные показатели качества каждого изделия, определяемые с учетом отечественного и зарубежного опыта и последних достижений науки и техники. Государственный стандарт, имеющий силу закона, является эталоном качества. Закрепляя в стандартах требования к качеству, надежности и долговечности конструкций и изделий, государство осуществляет научно обоснованное управление качеством и способствует совершенствованию продукции.

Каждый вид продукции обладает вполне определенными свойствами (проявлениями), представляющими интерес для потребителей. Для продукции строительной индустрии это прочность, объемная масса, степень точности размеров изделий, теплопроводность, морозостойкость, стойкость по отношению к действию

воды, агрессивных жидкостей и газов и т. д. Любое из этих свойств продукции необходимо и достаточно определяется тремя числовыми параметрами: размером (абсолютным показателем), оценкой (относительным показателем) и весомостью.

Размер свойства определяется обычно измерением физико-механических и иных характеристик материала или изделия и выражается в соответствующих единицах. Например, абсолютным показателем (размером) качества бетона является его предел прочности, выражаемый в МПа.

Оценка качества характеризует степень удовлетворения групповой потребности в данном свойстве и носит общественный характер. В процессе оценки сопоставляют значение некоторого показателя продукции с базовым показателем или показателем эталонного изделия.

В науке о качестве продукции можно выделить ряд направлений: исследование технико-экономической природы качества; исследование принципов и методов обеспечения качества продукции (управление качеством); квалиметрия; изучение экономических и социально-правовых проблем качества продукции; информация о качестве продукции, методы и средства ее хранения и передачи.

Детальный анализ этих аспектов науки о качестве является предметом специальных исследований. Остановимся на основных понятиях, необходимых строителю в практической деятельности.

Научными исследованиями установлено, что качество как сложная технико-экономическая категория чрезвычайно переменчиво и неустойчиво. Оно подвержено влиянию множества технических, организационных и экономических факторов. Например, отдельные показатели качества строительных конструкций и изделий претерпевают изменения под влиянием окружающей среды. Увлажнение тонких ограждающих панелей из легкого бетона, если они не защищены конструктивными или технологическими способами, приводит к росту теплопроводности. Это в свою очередь ухудшает температурно-влажностный режим в помещениях и снижает уровень комфорта. Эксплуатация водонасыщенного бетона в условиях переменного замораживания — оттаивания вызывает деструкцию в материале и понижает одно из основных его свойств — прочность.

С точки зрения оценки качества вся промышленная продукция разделяется на два класса:

- 1) продукция, расходуемая при использовании;
- 2) продукция, расходуемая при использовании свой ресурс.

Продукция первого класса расходуется по назначению в процессе использования. Вяжущие вещества, заполнители и стальную арматуру используют для изготовления бетонов, железобетонных изделий и конструкций, строительных растворов. Синтетические

смолы, наполнители и пластификаторы идут на изготовление полимерных строительных материалов. Глина расходуется для изготовления строительной керамики и т.д. Процесс переработки продукции первого класса является, как правило, необратимым.

Эксплуатация *продукции второго класса* сопровождается расходом ее ресурса. Например, линолеум или керамическая плитка для полов подвергаются систематическому истирающему воздействию и постепенно теряют свои свойства. Здания или инженерные сооружения со временем утрачивают первоначальные качества. Продукция второго класса эксплуатируется до технического или морального износа. Определены три группы количественных показателей, используемых при оценке качества продукции: единичные, комплексные, интегральные.

Разработка системы показателей качества дала возможность количественно измерять и выражать качество продукции.

Измерением качества продукции занимается квалиметрия. Предметом квалиметрии является разработка научно обоснованной методологии измерения и количественной оценки качества продукции. Квалиметрия широко использует методы, разработанные в других отраслях науки. Например, оценка качества производится с учетом классификации продукции по видам и сортам, установленным стандартами. Часто применяют в квалиметрии методы теории вероятности и математической статистики, потому что многие показатели продукции имеют статистический характер. Так, в любой совокупности массовой продукции наблюдается рассеяние показателей качества (прочности, долговечности и т.д.). Количественная оценка рассеяния производится при помощи показателей однородности (дисперсия, среднеквадратическое отклонение).

Квалиметрия тесно связана со стандартизацией. Именно стандартизация обеспечивает сопоставимость результатов измерения и оценки качества продукции. В стандартах установлены единые методы контроля качества, которые облегчают использование методов квалиметрии.

Для измерения свойств качества продукции квалиметрия использует инструментальные, органолептические и комбинированные методы.

Инструментальные методы основаны на использовании приборов для оценки показателей свойств продукции. Они имеют сложившуюся научную базу и широко применяются при проектировании, производстве и использовании продукции. В основе инструментальных методов лежит метрология.

Органолептические методы основаны на анализе ощущений человека. Эти методы применяют для измерения таких свойств продукции, которые пока не поддаются измерению с помощью приборов и аппаратов (оценка качества пищевых продуктов

основе дегустации, оценка качества интерьеров, помещений и т. п.). В историческом плане органолептические методы предшествовали инструментальным, однако до сих пор они не имеют достаточно развитой научной базы. Качество продукции оценивается экспертами с помощью системы баллов. Следовательно, любой органолептический метод контроля качества изделий является в сущности субъективным.

Совершенствование органолептического метода оценки качества продукции связано с развитием таких наук, как физиология, психология, эстетика и эргономика.

Комбинированный метод заключается в сочетании инструментального и органолептического методов оценки качества продукции. Теория метода разработана пока недостаточно, но его применяют на практике довольно широко.

12.2. Методы определения показателей качества продукции

Значения показателей качества продукции в зависимости от используемых средств определяют различными методами:

- экспериментальным, осуществляемым техническими измерительными средствами или путем подсчета числа событий или объектов;
- расчетным, заключающимся в вычислениях по значениям параметров продукции, найденным другими методами;
- органолептическим, основанным на анализе восприятия органов чувств без применения технических измерительных средств;
- социологическим, основанным на сборе и анализе мнений потребителей данной продукции;
- экспертным, учитывающим мнение группы специалистов-экспертов.

При использовании *расчетного метода* вычисления производят на основе установленных теоретических или эмпирических зависимостей показателей качества продукции от ее параметров.

Точность оценки показателей качества *органолептическим методом* в значительной мере определяется накопленным опытом, квалификацией и способностями специалистов, производящих оценку. При органолептическом методе обычно применяют балльный способ выражения показателей качества. При балльной оценке предлагается использовать, как правило, четыре оценки качества: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «плохо». При этом оценке «плохо» всегда соответствует 0 баллов, так как целью оценки является определение уровня качества, а не степени непригодности изделия. Балльная оценка может применяться при оценке показателей качества отделки строительных изделий и конструкций.

При использовании *социологического метода* составляют и распространяют анкеты и анализируют анкетные данные, касающиеся показателей качества продукции. Использование этого метода на практике требует разработки научно обоснованной системы опроса и создания математических методов обработки информации, поступающей от потребителя.

При использовании *экспертного метода* показатели качества продукции оценивают на основании решения группы специалистов — экспертов. В состав экспертной комиссии должны входить высококвалифицированные специалисты, степень компетентности которых в данной области примерно одинакова. Для исключения необъективных оценок в состав экспертной комиссии не должны входить авторы изделия. Экспертная комиссия должна состоять не менее чем из семи человек. При меньшем числе экспертов возрастает вероятность принятия случайного решения. Решение экспертной комиссии принимается либо путем проставления оценок (система баллов), либо голосованием экспертов. Решение принимается в том случае, если за него подано не менее $2/3$ голосов.

12.3. Аттестация качества продукции

Методы отраслевой и заводской аттестации качества продукции позволяют планировать уровень качества материалов и изделий, оценивать качество выполнения технологических операций, а также устанавливать требования к уровню качества продукции в стандартах.

Уровнем качества продукции называют относительную характеристику, основанную на сравнении совокупности показателей ее качества с соответствующей совокупностью базовых показателей.

При контроле качества продукции в качестве базовых используют нормативные показатели; при анализе динамики качества базовыми могут быть показатели предыдущего периода. В процессе аттестации качества продукции отдельные показатели сравниваются с эталонными.

За эталон принимается реально существующая продукция или гипотетическая продукция, для которой установлены необходимые показатели качества. Эталоны качества продукции могут отражать средний достигнутый мировой уровень качества, средний или высший достигнутый народно-хозяйственный уровень, перспективный мировой или народно-хозяйственный уровень, а также экономически оптимальный уровень качества.

Эталоны, представляющие собой средний и высший достигнутый мировой или народно-хозяйственный уровень качества, используют при оценке уровня качества продукции с целью присвоения ей категории качества. Эталоны, представляющие собой

перспективный народно-хозяйственный или мировой уровень качества, предназначаются для оценки уровня качества проектируемой продукции с целью выбора оптимального варианта решения. Такие эталоны следует выбирать с учетом прогнозов научно-технического прогресса, с тем чтобы выбранный эталон не устарел к моменту освоения производства продукции.

Эталонами могут быть планируемое изделие, конкретное изделие или стандарт. Условием, определяющим достоверность эталона качества, является его представительность на мировом или внутреннем рынке.

Одно из важных направлений стандартизации состоит в разработке норм, методов, требований и правил в области контроля качества изделий, в числе которых:

- правила и нормы входного контроля материалов, правила и методы операционного технологического контроля, правила приемки готовых изделий, методы измерения параметров изделий, методы испытаний изделий на устойчивость к внешним воздействиям и надежность;

- требования к испытательному и контрольно-измерительному оборудованию.

Создание научно обоснованных методов контроля связано с проведением исследовательских работ, включающих в себя сравнительные натурные и лабораторные испытания, разработку методов неразрушающего контроля и прогнозирования качества изделий, применение методов математической статистики и т. п.

Для эффективной реализации контроля каждое предприятие обязано обобщать в технологических картах с учетом конкретных особенностей производства всю нормативно-техническую документацию на методы и средства контроля показателей технологии и качества конкретной продукции. Таким образом, в технологических картах регламентируются правила ведения технологических операций, контролируемые параметры процесса и продукции, а также сроки поверки и замены средств измерений и оснащения ими.

В зависимости от контролируемого производственного этапа различают контроль входной, технологический и приемочный.

Входной контроль заключается в проверке соответствия поступающих материалов, изделий и конструкций установленным требованиям. Например, ОТК предприятий сборного железобетона проверяют качество исходных материалов: заполнителей, вяжущих для бетона, арматурной стали, закладных и комплектующих деталей, облицовочных, отделочных и других материалов, поступивших от других предприятий.

В процессе входного контроля проводятся необходимые испытания материалов и полуфабрикатов и определяется соответствие показателей их качества требованиям стандартов.

Технологический контроль состоит в проверке соответствия характеристик, режимов и других показателей технологического процесса установленным требованиям.

Разновидностью технологического контроля является контроль операционный, т.е. контроль продукции или технологического процесса после завершения определенной технологической операции. Использование операционного контроля дает возможность выявить причины возникновения брака изделий и наметить пути существенного повышения качества продукции. Методика операционного контроля разрабатывается применительно к данной технологии и типу изделий, вместе с тем любая методика базируется на использовании ряда общих основополагающих принципов.

Приемочный контроль заключается в проверке соответствия готовых изделий и конструкций требованиям стандартов или технических условий. Лаборатория и ОТК проверяют физико-механические свойства материалов, изделий и конструкций, оценивают внешний вид и геометрические параметры продукции. При необходимости готовые изделия испытывают на прочность, жесткость и трещиностойкость.

12.4. Качество технической документации

Технический уровень и качество продукции закладываются при проектировании, обеспечиваются при изготовлении и реализуются при эксплуатации. Одним из основных направлений обеспечения качества продукции является контроль за качеством технической документации — конструкторской и технологической.

Конструкторская и технологическая документации относятся к технической стороне подготовки производства и самого производства продукции.

В связи с этим вопросы правильного составления, оформления и контроля технической документации в процессе разработки, а также организация ее прохождения, хранения и изменения в соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), Единой системы технологической документации (ЕСТД), Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП) и других систем приобретают большое значение.

Техническая документация на принимаемую продукцию должна быть отработана по результатам изготовления и испытания опытных образцов и установочных серий (о чем должна свидетельствовать литерность документов) и утверждена в установленном порядке.

Для обеспечения и поддержания качественного состояния технической документации, по которой производится выпуск при-

нимаемой продукции установленного технического уровня и качества, необходимо постоянно осуществлять:

- контроль соответствия технической документации требованиям государственных стандартов и условиям поставки продукции;

- согласование изменений технической документации, связанных с установлением конструктивных и производственных недостатков, улучшением конструкций и технических характеристик конструкций и изделий, а также других изменений, влияющих на качество и надежность принимаемой продукции, условия ее производства, правила и методы контроля качества, приемки и испытаний;

- контроль за своевременностью и полнотой внедрения согласованных изменений технической документации на принимаемую продукцию;

- контроль за своевременностью рассылки извещений об изменении технической документации предприятиям-смежникам;

- контроль наличия учетной технической документации и ее состояния во всех подразделениях организаций и предприятий;

- учет замечаний по технической документации;

- учет изменений технической документации.

Конструкторская документация (ЕСКД) — это комплекс государственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила и положения по порядку разработки, оформления и обращения конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой организациями и предприятиями.

Внедрение ЕСКД позволило упростить выполнение конструкторских документов, устранить многообразие форм документации, повысить ее качество и информативность, упорядочить передачу и использование новых разработок, что в итоге обеспечило повышенную готовность промышленности к организации производства новых конструкций и изделий.

Накопленный опыт работы при разработке, производстве, эксплуатации показал, что ЕСКД является единой нормативно-технической, методической и организационной основой для обеспечения:

- единого технического языка и терминологии;

- взаимобмена конструкторской документацией между предприятиями и организациями без ее переоформления;

- стабилизации комплектности, исключающей дублирование и разработку не требуемых производству документов;

- возможности расширения унификации при конструкторской разработке изделий;

- возможности получения и использования конструкторской документации в системах автоматизированного проектирования (САПР);

- установления единых правил разработки и оформления эксплуатационной и ремонтной документации на конструкции и изделия в целях улучшения их эксплуатации и увеличения срока службы;

- оперативной подготовки документации для быстрой переналадки действующего производства;

- совершенствования учета, хранения и изменения конструкторской документации.

Установленные стандартами ЕСКД правила и положения распространяются:

- на все виды конструкторских документов;

- учетно-регистрационную документацию и документацию по внесению изменений в конструкторские документы;

- нормативно-техническую и технологическую документацию, а также на научно-техническую и учебную литературу в той части, в которой они могут быть для них применимы и не регламентируются специальными стандартами и нормативами, устанавливающими правила выполнения этой документации и литературы.

Технологические документы, в соответствии с принятой в ЕСТД классификацией, в зависимости от назначения подразделяются на основные и вспомогательные.

К основным относят документы, определяющие технологический процесс изготовления конструкций и изделий (составных частей зданий и сооружений), а также содержащие сводную информацию, необходимую для решения инженерно-технических, планово-экономических и организационных задач.

К вспомогательным относят документы, применяющиеся при разработке, внедрении и функционировании технологических процессов.

Основные технологические документы подразделяются на документы общего и специального назначения.

Документы общего назначения применяются независимо от технологических методов изготовления конструкций и изделий. К таким документам относятся титульный лист, технологическая инструкция и карта эскизов (ГОСТ 3.1105—84). Применение технологических документов специального назначения зависит от типа и вида производства (объемно-планировочных и конструктивных зданий и сооружений), методов изготовления конструкций и изделий. К ним относятся технологическая карта и карта трудового процесса.

В ГОСТ 3.1102—81 установлены для отраслей промышленности единые виды технологических документов, даны их определения, полностью и однозначно отражающие назначение каждого документа, а также приняты условные обозначения названий документов.

В строительстве к технологическим документам относятся проект организации строительства (ПОС), проект производства работ (ППР), технологическая карта (ТК), карта трудового процесса (КТП). Эти документы разрабатываются на основании соответствующих нормативных актов и утверждаются Госстроем России.

В технологических документах изготовления конструкций и изделий (составных частей зданий и сооружений, производства работ), включая контроль, испытания и перемещения, должны быть учтены требования безопасности труда.

В технологической карте, карте технологического процесса, технологической инструкции и комплекточной карте требования безопасности отражаются с применением ссылок на обозначения действующих на данном предприятии или в данной организации инструкций по охране труда. При необходимости разработчик может дать текстовое изложение требований безопасности.

Полнота отражения требований безопасности в документах устанавливается их разработчиком с учетом особенностей выполнения технологического процесса (операции), норм и требований стандартов и других нормативных документов, в которых изложены утвержденные требования безопасности труда.

Порядок разработки, согласования и утверждения документов технологического процесса (операции), содержащих требования безопасности, устанавливается на отраслевом уровне или предприятием.

Отражение требований безопасности труда в технологических документах проверяется при проведении нормоконтроля.

Общие правила отражения и оформления требований безопасности труда в технологических документах устанавливает ГОСТ 3.1120—83.

Стандартами ЕСТД установлены унифицированные формы и правила оформления технологических документов на процессы контроля и испытаний.

Документы ЕСТД на технический контроль применяются при проведении и оформлении результатов контроля конструкций и изделий и их составных частей в процессе изготовления, а также при оформлении результатов контроля технологических процессов.

Документы на технический контроль входят в комплект документов, разрабатываемых на процессы, специализированные по видам работ, либо оформляются отдельным комплектом.

При заполнении документов на технический контроль применяется терминология, установленная ГОСТ 16504—81.

При описании содержания операций и процессов технического контроля используют операционную карту и ведомость операций.

Операционная карта (ОК) технического контроля применяется при операционном описании технологических процессов технического контроля. Этот документ обычно разрабатывается для

сложных операций контроля. В принятой форме документа указывается содержание и последовательность переходов, место проведения контроля, данные об используемых средствах технологического оснащения, требования к контролируемым параметрам и др.

Ведомость операций (ВОП) технического контроля применяется для операционного описания технологических операций технического контроля в технологической последовательности их выполнения. Документ разрабатывается при большом количестве операций технического контроля с учетом удобства и рациональности применения документа на рабочих местах. В ВОП технического контроля указываются те же виды информации, что и в ОК. Применение ВОП технического контроля позволяет сократить общий объем технологической документации, так как этот документ заменяет несколько ОК технического контроля.

Действенным средством повышения качества технологических документов является проведение их нормоконтроля. Нормоконтролю подлежит технологическая документация на всех стадиях ее разработки. Выполняется также входной нормоконтроль технологической документации, поступающей от других предприятий (организаций).

Основная цель нормоконтроля — обеспечение соблюдения норм и требований стандартов и других нормативно-технических документов при проектировании технологической документации.

Проведение нормоконтроля должно быть также направлено на достижение в разрабатываемых технологических процессах высокого уровня типизации на основе широкого использования ранее разработанных и освоенных в производстве типовых и групповых технологических процессов (операций), обеспечение максимально возможного применения стандартизованных и унифицированных средств технологического оснащения.

Важное значение для использования потребителем действующих нормативных документов, своевременного получения сведений о внесении изменений в действующие, разработке и вводе в действие новых является создание и применение эффективной информационной системы.

Действующая Автоматизированная система обработки информации (АСОИ) включает в себя целый ряд Функциональных автоматизированных информационных систем (ФАИС):

«Классификация» — автоматизированное ведение классификаторов технико-экономической и социальной информации;

«Метрология» — автоматизированное ведение закрепленных информационных ресурсов по Государственной метрологической службе;

«Сертификация» — автоматизированное ведение и обработка информации по сертификации продукции и услуг;

«Аккредитация» — автоматическое ведение и обработка информации по аккредитации органов сертификации и испытательных лабораторий;

«Качество» — автоматизированное ведение и обработка информации по качеству продукции и услуг;

«Каталогизация» — автоматизированное ведение и обработка информации по Государственной системе каталогизации продукции.

Подробнее расшифруем новые понятия «Классификация» и «Каталогизация».

ФАИС/«Классификация» предназначена для использования кодов классификаторов как элементов языка запросов во всех функциональных АИС, основанных на применении общероссийских классификаций, гармонизированных с международными. Она включает в себя общероссийские классификаторы и для каждого классификатора содержит конкретные сведения: служебную запись, обложку, титульный лист, информационные данные, содержание, введение, классификатор. В базе данных реализованы различные режимы поиска информации.

Классификаторы содержат стандартное описание данных о технико-экономических объектах (продукции, услугах, единицах величин и т. д.) и единые кодовые обозначения, что позволяет обеспечить сопряжение используемых информационных данных. Общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации распределяют технико-экономическую и социальную информацию в соответствии с ее классификацией (классами, группами, видами и др.) и являются обязательными для применения при создании государственных информационных систем и информационных ресурсов и межведомственном обмене информацией.

Функциональная система «Каталогизация» служит информационной поддержкой при решении проблемы управления номенклатурой, техническим уровнем и качеством продукции, а также при решении проблем экспорта-импорта в условиях международного разделения труда.

К объектам каталогизации относят продукцию, составные части продукции, комплектующие изделия для производства продукции, материалы и вещества, используемые в процессе производства продукции и комплектующих изделий, технологии, применяемые в ходе производства продукции. Конечным продуктом процесса каталогизации является упорядоченная информация об объектах каталогизации, в которой каждому типомуналу продукции, поступающей в торговлю внутри страны и на внешний рынок, соответствуют номер государственной регистрации независимо от того, кто является его изготовителем, а также основные функционально-параметрические характеристики.

В строительном комплексе для эффективного использования информационных ресурсов и максимального приближения экономической, научно-технической, нормативно-правовой информации к участникам инвестиционно-строительной деятельности создается Объединенная система информации в области строительства, архитектуры, градостроительства и жилищно-коммунального хозяйства (ОСИС). Для улучшения работы по ведению информационного фонда российских, международных и зарубежных национальных норм, правил и стандартов и для решения задач совершенствования нормативной базы проектирования и строительства Госстрой России возложил функции Информационного центра по нормированию и стандартизации в строительстве на государственное предприятие — Центр методологии, нормирования и стандартизации в строительстве Госстроя России (ГП ЦНС).

Информационный фонд российских, международных и зарубежных национальных норм, правил, стандартов и других документов по строительству, формируемый Информационным центром, является составной частью Федерального фонда государственных стандартов и общероссийских классификаторов технико-экономической информации, международных стандартов, правил, норм и рекомендаций по стандартизации, национальных стандартов зарубежных стран и одновременно составной частью информационного фонда Объединенной системы информации в области строительства, архитектуры, градостроительства и жилищно-коммунального хозяйства.

Основными задачи Информационного центра являются:

- формирование и ведение информационного фонда российских, международных и зарубежных национальных норм, правил, стандартов и рекомендаций в строительстве, а также других нормативных актов органов государственного управления и надзора, используемых в строительстве;
- обеспечение субъектов строительного комплекса, заинтересованных организаций, объединений и физических лиц информацией о документах и копиями документов информационного фонда по нормированию и стандартизации в строительстве;
- проведение анализа состояния фонда отечественных и зарубежных нормативных документов.

Информационный центр осуществляет следующие функции:

- формирует и ведет информационный фонд по нормированию и стандартизации в строительстве;
- ведет централизованный учет сведений о документах информационного фонда;
- осуществляет обеспечение Госстроя России и пользователей информацией о документах информационного фонда по нормированию и стандартизации в строительстве и копиями документов (включая переводы на русский язык);

- регулярно публикует информацию о документах информационного фонда по нормированию и стандартизации в строительстве;

- взаимодействует с Федеральным фондом государственных стандартов и общероссийских классификаторов, международных (региональных) стандартов, правил, норм и рекомендаций по стандартизации, национальных стандартов зарубежных стран и Главным информационным центром стандартов.

ГЛАВА 13

ПРИНЦИПЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ НА ОСНОВЕ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

13.1. Общие положения

Для устранения технических и экономических барьеров при интеграции России в мировое экономическое сообщество и вступлении во Всемирную торговую организацию разработан и принят Закон РФ «О техническом регулировании» от 15.12.02 № 184-ФЗ, определяющий:

- техническое регламентирование;
- стандартизацию;
- подтверждение соответствия и сертификацию;
- государственный надзор за соблюдением требований технических регламентов.

Основные идеи и принципы, изложенные в этом законе, заключаются в сближении требований систем развитых стран и, в первую очередь, стран Общего рынка и ВТО с требованиями национальной системы стандартизации путем ее либерализации. Данный закон предусматривает ввод новой системы нормативных документов:

- технических регламентов, которые устанавливают обязательные для применения и соблюдения требования, обеспечивают безопасность всех видов. Регламенты представляют собой федеральные законы;

- стандартов национальных, международных, субъектов хозяйственной деятельности, некоммерческих организаций, которые применяются на добровольной основе.

Обязательное подтверждение соответствия или обязательная сертификация будет осуществляться только на технические регламенты, причем в технических регламентах будут установлены применяемые формы и схемы подтверждения соответствия, имеющие прямое действие на территории Российской Федерации. Обязательная сертификация будет осуществляться органами по сер-

тификации, аккредитованными для этих целей в национальной системе аккредитации.

Добровольное подтверждение соответствия проводится только в режиме добровольной сертификации по инициативе заявителей органом по сертификации, входящим в добровольную систему сертификации, на основе договора с заявителем.

Принципиально новым и очень важным для развития здоровой конкуренции на рынке услуг по сертификации является принцип недопустимости установления территориальных границ действия документов по аккредитации и ограничения конкуренции и создания необоснованных препятствий пользования услугами аккредитованных органов.

Государственный надзор предполагается осуществлять только в отношении требований технических регламентов исключительно на стадии обращения продукции на рынке и только федеральными органами исполнительной власти. Очевидно, что переход от существующего состояния нормативной базы к установленному законом должен быть поэтапным, при минимальных затратах, без нанесения ущерба строительной отрасли.

Наиболее острая проблема в строительстве как для инвесторов, так и для собственников жилья — качество строительства, обеспечить которое при добровольном или рекомендуемом использовании требований нормативных документов достаточно сложно.

13.2. Основные понятия

В зависимости от конкретной потребности термин (слово, словосочетание) может иметь несколько отличающихся определений: общеязыковое (согласно толковому словарю), заимствованное из терминологического стандарта или отраслевого словаря, либо уточненное для отдельной надобности. В строительстве употребляют не только отраслевые, но и общетехнические термины.

Расшифровке содержания термина помогает классификация соответствующего понятия, например рекомендации. При этом не следует ожидать четкого разграничения отдельных классификационных группировок, напротив, они всегда образуют совместные пограничные области.

Далее рассмотрены основные материальные объекты строительного нормирования, которым предпосланы определения некоторых межотраслевых терминов.

Напомним, что латинская «норма», английский «стандарт», французский «регламент» и русское «правило» — синонимы. В межгосударственной (для СНГ) стандартизации используется международное определение этого термина. *Стандартизация* — деятельность, направленная на достижение оптимального упорядочения в определенной области посредством установления для всеобщего

и многократного использования положений в отношении решения реальных или возможных задач.

Термин «нормирование» давно используется в строительстве, но до сих пор не получил определения, отличного от приведенного выше. Нормативный документ — один из основных результатов такой деятельности, он может иметь разные названия (стандарт, нормы, правила, типовое техническое решение и т. п.). Его принимают (утверждают) на разных уровнях. К нормативным документам можно также отнести различного типа пособия. В общем (для любой деятельности) случае употребляются следующие определения.

Продукция — результат деятельности, способный удовлетворить установленные потребности. Эта способность должна быть подтверждена (например, документирована при сдаче — приемке результата).

К наиболее распространенным видам производственной продукции относятся материалы и изделия. Определения этих терминов пока не установились — обычно их различают по виду единиц учета количества продукции. Рекомендуется положить в основу характерные особенности способа их использования.

Материал — продукция, которую при использовании расходуют с изменением формы, состава или состояния.

Изделие — продукция, которая при использовании расходует свой ресурс без изменения состава.

Законом РФ «О техническом регулировании» от 15.12.02 № 184-ФЗ установлены следующие термины и понятия.

Аккредитация — официальное признание органом по аккредитации компетентности физического или юридического лица выполнять работу в определенной области оценки соответствия.

Безопасность продукции, процессов (методов) производства, эксплуатации и утилизации — отсутствие недопустимого риска, связанного с причинением вреда жизни, здоровью граждан, окружающей среде, в том числе жизни и здоровью животных или растений, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу.

Декларирование соответствия — форма подтверждения соответствия, посредством которого изготовитель (продавец) документально удостоверяет, что продукция соответствует требованиям технических регламентов.

Декларация о соответствии — документ, удостоверяющий, что выпускаемая в обращение продукция соответствует требованиям технических регламентов.

Заявитель — физическое или юридическое лицо, осуществляющее обязательное подтверждение соответствия.

Заинтересованные стороны — юридические лица и индивидуальные предприниматели, объединения юридических лиц (союзы, ассоциации), чья деятельность непосредственно связана со сфе-

рой применения разрабатываемых технических регламентов, а также иные лица, участие которых прямо предусмотрено международными договорами Российской Федерации, а в случае разработки технического регламента, устанавливающего требования к новой, не имеющей аналогов и заменителей, продукции, — любые заинтересованные лица.

Заказчик (покупатель) — физическое лицо, юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, приобретающие продукцию, работы или услуги по возмездному или безвозмездному договору.

Знак обращения на рынке — изображение, наносимое на выпускаемую в обращение продукцию, соответствие которой требованиям технических регламентов подтверждено в установленном порядке. Данный знак не является специальным защищенным знаком и наносится в информационных целях.

Знак соответствия системы добровольной сертификации — зарегистрированное в установленном порядке изображение, применяемое по правилам системы добровольной сертификации и указывающее, что объект сертификации соответствует требованиям данной системы сертификации.

Идентификация продукции — установление тождественности характеристик продукции ее определяющим признакам.

Изготовитель — юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, производящие продукцию для последующего отчуждения третьим лицам по возмездному и (или) безвозмездному договору или собственного потребления в производственных целях.

Исполнитель — юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, выполняющие работы или оказывающие услуги третьим лицам на основании возмездного или безвозмездного договора.

Контроль (надзор) за соблюдением требований технических регламентов — деятельность уполномоченных государственных органов с целью обеспечения соблюдения требований технических регламентов, включающая в себя ознакомление с документацией, в том числе с документацией о соответствии, и привлечение к ответственности за нарушение требований технических регламентов.

Орган по сертификации — юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, аккредитованные в установленном порядке для проведения работ по сертификации.

Оценка соответствия — прямое или косвенное определение того, что соответствующие требования к объекту выполняются. Оценка соответствия может проводиться в формах государственного контроля (надзора), аккредитации, испытаний, регистрации, подтверждения соответствия, приемки и ввода в эксплуатацию законченного строительством объекта.

Подтверждение соответствия — документальное удостоверение (в виде декларации о соответствии или сертификата соответствия) того, что продукция, процессы (методы) производства, эк-

сплуатации и утилизации, работы или услуги соответствуют установленным требованиям технических регламентов или положениям стандартов, условиям гражданско-правовых договоров.

Продавец — юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, не являющийся изготовителем продукции, отчуждающий ее третьим лицам по возмездному или безвозмездному договору.

Продукция — результат деятельности, представленный в вещественной форме и предназначенный для дальнейшего использования в хозяйственных и иных целях.

Сертификация — форма подтверждения соответствия, в ходе которого орган по сертификации документально удостоверяет, что продукция, процессы (методы) производства, эксплуатации и утилизации, работы или услуги соответствуют установленным требованиям технических регламентов или положениям стандартов.

Сертификат соответствия — документ, удостоверяющий, что сертифицированная продукция, процесс (метод) производства, эксплуатации и утилизации, работа или услуга соответствуют установленным требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договора.

Система сертификации — совокупность правил выполнения работ по сертификации, ее участников и правил функционирования системы в целом.

Стандарт — документ, в котором устанавливаются для добровольного многократного использования правила, общие принципы, характеристики продукции, процессов (методов) производства, эксплуатации и утилизации, работ или услуг. Стандарт может также содержать требования к терминологии, символике, упаковке, маркировке или этикетированию.

Стандарт международный — стандарт, разработанный и принятый международной организацией на основе всеобщего согласия (консенсуса).

Стандарт национальный — стандарт, принятый национальным органом по стандартизации и предназначенный для всеобщего, добровольного и многократного применения.

Стандартизация — деятельность по установлению правил, общих принципов, характеристик, рассчитанных для многократного использования на добровольной основе, направленная на достижение упорядоченности и повышение конкурентоспособности в области производства и оборота продукции, выполнения работ и оказания услуг.

Техническое регулирование — деятельность по установлению обязательных требований, добровольных правил, общих принципов, характеристик в отношении продукции, процессов (методов) производства, эксплуатации и утилизации, работ или услуг, оценки соответствия, а также по контролю за соблюдением обязательных требований.

Технический регламент — федеральный закон или постановление Правительства РФ, а в случае, прямо предусмотренном федеральным законом, Указ Президента Российской Федерации, устанавливающий обязательные для применения и соблюдения требования к объектам технического регулирования (продукции, в том числе к зданиям и сооружениям, процессам и методам производства, эксплуатации и утилизации), а также устанавливающий в случае необходимости процедуры оценки соответствия обязательным требованиям и (или) требования к терминологии, упаковке, конструкции, способу исполнения, маркировке или этикетированию, если это необходимо для достижения целей принятия технических регламентов.

Форма подтверждения соответствия — установленная совокупность действий, результаты которых рассматриваются в качестве доказательств соответствия продукции, процесса (метода) производства, эксплуатации и утилизации, работы или услуги установленным требованиям технических регламентов или положениям стандартов.

13.3. Принципы технического регулирования

Техническое регулирование в Российской Федерации осуществляется в соответствии с принципами:

- применения единых правил установления требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ или оказанию услуг;
- соответствия технического регулирования уровню развития национальной экономики, материально-технической базы и уровню научно-технического развития;
- независимости органов по аккредитации, органов по сертификации от изготовителей, продавцов, исполнителей и покупателей;
- единства системы и единства правил аккредитации;
- единства правил и методов исследований (испытаний) и измерений при проведении процедур обязательной оценки соответствия;
- единства применения требований технических регламентов независимо от видов или особенностей сделок;
- недопустимости ограничения конкуренции в сферах аккредитации и сертификации;
- недопустимости совмещения полномочий органа государственного контроля (надзора) и органа по сертификации;
- недопустимости совмещения одним органом функций по аккредитации и сертификации;
- недопустимости внебюджетного финансирования государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технических регламентов.

Законодательство о техническом регулировании состоит из Закона РФ «О техническом регулировании» от 15.12.02 № 184-ФЗ и принимаемых в соответствии с ним технических регламентов, указов Президента Российской Федерации и постановлений Правительства РФ.

Если международным договором Российской Федерации в сфере технического регулирования установлены иные правила, чем предусмотренные данным законом и принятыми в соответствии с ним техническими регламентами, то применяются правила международного договора.

Технические регламенты принимаются в целях:

- защиты жизни или здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества;
- охраны окружающей среды, жизни или здоровья животных и растений;
- предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей.

Принятие технических регламентов в иных целях не допускается.

Требования технических регламентов не могут служить препятствием осуществлению предпринимательской деятельности. В Российской Федерации принимаются:

- общие технические регламенты;
- специальные технические регламенты.

Обязательные требования к отдельным видам продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации определяются совокупностью требований любых видов продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации.

Требования общего технического регламента обязательны для применения и соблюдения в отношении любых видов продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации.

Требованиями специального технического регламента учитываются технологические и иные особенности отдельных видов продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации.

Общие технические регламенты принимаются по вопросам:

- безопасной эксплуатации и утилизации машин и оборудования;
- безопасной эксплуатации зданий, строений, сооружений и безопасного использования прилегающих к ним территорий; пожарной безопасности;
- биологической безопасности;
- электромагнитной совместимости;

- экологической безопасности;
- ядерной и радиационной безопасности.

Специальные технические регламенты устанавливают требования только к тем отдельным видам продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, в отношении которых цели, определенные Федеральным законом для принятия технических регламентов, не обеспечиваются требованиями общих технических регламентов.

Технические регламенты с учетом степени риска причинения вреда устанавливают минимально необходимые требования, обеспечивающие безопасность излучений; взрывобезопасность; биологическую, механическую, пожарную, промышленную, термическую, химическую, электрическую, ядерную и радиационную безопасность; электромагнитную совместимость; единство измерений.

Технический регламент также может предусматривать особые требования к продукции, процессам (методам) производства, эксплуатации и утилизации, обеспечивающие защиту отдельных интересов потребителей.

Технический регламент может предусматривать особые требования в отдельных местностях, если отсутствие таких особых требований в силу климатических и географических особенностей приведет к недостижению целей, в которых принимается технический регламент. Технические регламенты с учетом степени риска причинения вреда устанавливают также любые минимально необходимые требования и процедуры в отношении продукции, процессов (методов) производства, эксплуатации и утилизации в отдельных местностях и (или) ограничения на ввоз (использование) продукции, которая ввозится из отдельных стран и (или) местностей, обеспечивающие санитарно-эпидемиологическую и фитосанитарную безопасность, в том числе предотвращение и (или) устранение опасности, связанной с распространением вредных для человека, животных и растений биологических веществ, вредителей, заболеваний, их переносчиков и болезнетворных организмов.

Технический регламент содержит требования к характеристикам продукции, процессам (методам) производства, эксплуатации и утилизации, а не к конструкции и исполнению, за исключением случаев, при которых не обеспечивается достижение целей разработки технического регламента. Он также устанавливает применимую к объекту технического регулирования форму оценки соответствия, особенности идентификации в целях обязательного подтверждения соответствия, отбора образцов, проведения испытаний, проведения контроля органа по сертификации за объектом сертификации (если это предусмотрено схемой подтверждения соответствия) и других процедур, необходимых для достижения целей технического регламента.

Технический регламент может включать в себя самостоятельные разделы, содержащие требования к характеристикам продукции, а также разделы, содержащие требования к процессам производства, эксплуатации и утилизации. Технический регламент содержит исчерпывающий перечень продукции, процессов (методов) производства, эксплуатации и утилизации, на которые распространяются его требования к техническим характеристикам продукции, процессов (методов) производства, эксплуатации и утилизации с указанием форм и схем оценки соответствия и ее предельных сроков по каждому объекту технического регулирования.

Обязательные требования к техническим характеристикам продукции, процессам (методам) производства, эксплуатации и утилизации, формам и схемам оценки соответствия, содержащиеся в технических регламентах, являются исчерпывающими, имеют прямое действие на всей территории Российской Федерации и не могут быть изменены иначе, как путем внесения изменений и дополнений в соответствующий технический регламент. Не включенные в технические регламенты требования к техническим характеристикам продукции, процессам (методам) производства, эксплуатации и утилизации не могут носить обязательный характер.

Международные и национальные стандарты могут использоваться полностью или частично в качестве основы для разработки проектов технических регламентов, за исключением случаев, когда использование международных и (или) национальных стандартов не в полной мере обеспечивает достижение целей.

Современный этап развития стандартизации связан с подготовкой к вступлению России во Всемирную торговую организацию (ВТО). В настоящее время международные стандарты и системы оценки соответствия могут внести значительный вклад в достижение целей интеграции российской экономики в мировое экономическое сообщество.

Технические регламенты и стандарты не должны создавать дополнительных препятствий в международной торговле. Россия имеет право принимать меры, необходимые для обеспечения качества ее экспорта для защиты жизни и здоровья людей, охраны животного или растительного мира, окружающей среды, для предупреждения вводящих в заблуждение действий на тех уровнях, которые она сочтет необходимыми. Такие меры не должны применяться для произвольной или необоснованной дискриминации стран, в которых преобладают аналогичные условия, и не должны создавать скрытых препятствий на пути международной торговли. Россия имеет право и возможность с помощью стандартизации принимать меры, направленные на защиту интересов ее безопасности. Следует признать значение вклада, который международная стандартизация может внести в дело передачи технологий из высокоразвитых стран.

Международная стандартизация — это работа по стандартизации, в которой принимают участие несколько (два и более) суверенных государств. Результатом работы по международной стандартизации являются международные стандарты или рекомендации по стандартизации, используемые странами-участниками в качестве национальных стандартов или при создании (пересмотре) национальных стандартов.

Международная стандартизация может осуществляться на основе двусторонних соглашений между двумя странами, а также на основе многосторонних соглашений стран, относящихся к определенному региону или объединенных взаимными экономическими связями. Наиболее широкой по масштабам является международная стандартизация, осуществляемая международными организациями, в первую очередь Международной организацией по стандартизации (ИСО). Россия является членом ИСО.

Международные стандарты являются эффективным средством устранения технических барьеров в международном экономическом сотрудничестве, так как они приобретают статус документов, определяющих технический уровень и качество продукции. Международные стандарты влияют на отношения продавца и покупателя не только на внешнем рынке, но и на внутренних рынках стран — членов ИСО, так как заставляют изыскивать пути удовлетворения требований этих стандартов. Одним из основных направлений развития стандартизации в России является переход на применение международных стандартов, т.е. выпуск продукции по международным стандартам.

Одной из целей международной стандартизации является гармонизация стандартов — предотвращение или устранение различий в техническом содержании стандартов, имеющих одинаковую область распространения, особенно тех различий, которые могут вызвать препятствия в международной торговле, международной производственной кооперации и в деятельности совместных предприятий. Международная гармонизация достигается совместной разработкой новых стандартов и путем унификации существующих национальных стандартов на двух и многосторонней основе.

Развитие международной стандартизации получило новый импульс в связи с созданием единого рынка стран Европейского экономического сообщества: ведется разработка около трех тысяч стандартов, необходимых для функционирования единого рынка.

Зарубежная практика стандартизации является эффективным инструментом управления, средством повышения производительности, снижения себестоимости и улучшения качества продукции. В последние годы резко возросло число стандартов, разрабатываемых в развитых странах. Во многих странах работы по стандартизации приобретают международный характер. Большое вни-

вание уделяется развитию и совершенствованию организационных, методических и теоретических основ стандартизации.

В странах с развитой рыночной экономикой в основу системы стандартизации положен принцип так называемого добровольного участия заинтересованных организаций, при этом решается трудная задача создания единой системы и координация работ по стандартизации в масштабе страны. Стандартизация проводится в основном на трех уровнях: национальная стандартизация, отраслевая стандартизация, стандартизация на фирмах и предприятиях. Основная масса стандартов в развитых странах разрабатывается на отраслевом уровне научно-техническими и профессиональными обществами, а также ассоциациями промышленников. Национальные стандарты составляют лишь небольшую часть. Соблюдение стандартов в развитых странах не является обязательным. Исключение из правил добровольности составляют случаи, когда дается ссылка на стандарты в указах органов власти (в некоторых странах число обязательных стандартов достигает 20 % от общего количества).

ГЛАВА 14

СТАНДАРТИЗАЦИЯ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ С УЧЕТОМ ИСО 9000

14.1. Общие положения системы качества

Промышленные, торговые и строительные организации снабжают потребителей продукцией, удовлетворяющей их требования. Возросшая конкуренция привела к ужесточению требований, предъявляемых потребителем к качеству продукции. Для успешной экономической деятельности организаций и поставщиков необходимо применять высокоэффективные системы обеспечения качества.

Требования потребителя включают в технические условия. Однако сами по себе технические условия не могут быть гарантией качества, если в организационной системе, включающей в себя снабжение продукцией и ее обслуживание, имеются какие-либо несоответствия. Поэтому были разработаны стандарты на системы качества и руководящие указания, дополняющие соответствующие требования к продукции, приведенные в технических условиях. Международные стандарты серии ИСО 9000 предназначены для обеспечения общего руководства качеством в основных отраслях промышленности и экономики. В этих стандартах установлены следующие термины.

Качество — совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворять установленные и предполагаемые потребности.

Политика в области качества — основные направления и цели организации в области качества, официально сформулированные высшим руководством.

Общее руководство качеством (административное управление качеством) — аспекты общей функции управления, которые определяют политику в области качества, цели и ответственность, а также осуществляют их с помощью таких средств, как планирование качества, управление качеством, обеспечение качества и улучшение качества в рамках системы качества.

Система качества — совокупность организационной структуры, методик, процессов и ресурсов, необходимых для общего руководства качеством.

Управление качеством — методы и виды деятельности оперативного характера, используемые для выполнения требований к качеству.

Обеспечение качества — все планируемые и систематически осуществляемые виды деятельности в рамках системы качества, а также подтверждаемые (если это требуется), необходимые для создания достаточной уверенности в том, что объект будет выполнять требования к качеству.

Улучшение качества — мероприятия, предпринимаемые в организации с целью повышения эффективности и результативности деятельности и процессов для получения выгоды как для организации, так и для ее потребителей.

Продукция — результат деятельности предприятия или выполняемых процессов.

Услуги — результат непосредственного взаимодействия поставщика (исполнителя) и потребителя и внутренней деятельности поставщика по удовлетворению потребностей потребителя.

Потребитель — получатель продукции, предоставляемой поставщиком.

Поставщик — организация, предоставляющая продукцию потребителю.

Процесс — совокупность взаимосвязанных ресурсов и деятельности, которая преобразует вход в выход.

Система управления качеством зависит от задач организации, вида производимой продукции и конкретного практического опыта, поэтому системы качества предприятий различны. Главная цель общего руководства качеством — такое совершенствование систем и процессов, при котором можно добиться постоянного улучшения качества.

Международные стандарты серии ИСО 9000 сосредоточивают свои методические указания и требования на удовлетворении потребителя.

Требования общества становятся более жесткими во всем мире. Кроме того, требования и запросы становятся более явными при

рассмотрении гигиены и безопасности на рабочем месте, защиты окружающей среды (включая сохранение энергии и естественных ресурсов) и безопасности. Учитывая, что международные стандарты серии ИСО 9000 обеспечивают широко практикуемый подход к административным системам, которые могут удовлетворять требования к качеству, эти административные принципы можно использовать в интересах общества и в других областях. Совместимость подхода административной системы в этих областях может повышать эффективность организации. Точно так же, как технические условия на продукцию и процесс самостоятельны по отношению к требованиям административных систем, технические условия в каждой области должны разрабатываться отдельно.

Требования к системе качества являются дополнительными по сравнению с техническими требованиями к продукции. Технические условия на продукцию и технические условия на процесс различны и отличаются от применяемых требований или методических указаний серии ИСО 9000.

Международные стандарты серии ИСО 9000 изложены в виде задач систем качества, которые предстоит решить. Эти международные стандарты не описывают, как выполнить эти задачи, но предоставляют такой выбор руководству организации.

Продукцию подразделяют на следующие категории:

- оборудование (технические средства);
- программное обеспечение (средство);
- перерабатываемые материалы;
- услуги.

Эти категории охватывают все виды продукции, поставляемой организациями. Стандарты серии ИСО 9000 применяют ко всем категориям продукции. Требования к системе качества являются общими для всех категорий продукции, но терминология, детали административных систем и акценты могут отличаться.

Для качества продукции имеют значение четыре аспекта.

Первым аспектом качества продукции является спрос на продукцию, определяющийся ее качеством и удовлетворяющий требования и возможности рынка.

Вторым аспектом качества продукции является качество проектирования характеристик продукции, позволяющее удовлетворять требования и возможности рынка и обеспечивать ценность для потребителей и других заинтересованных лиц. Качество продукции, обусловленное проектированием (показатель проектирования), влияет на характеристики продукции и их стабильность в различных условиях производства и использования.

Третьим аспектом качества продукции является степень соответствия продукции проекту и обеспечение характеристик для потребителей и других заинтересованных лиц.

Четвертым аспектом качества продукции является материально-техническое обеспечение продукции на протяжении ее жизненного цикла с целью достижения спроектированных характеристик для потребителей и других заинтересованных лиц.

Для некоторых видов продукции в перечень важных характеристик включают характеристики надежности. Надежность (безотказность, ремонтпригодность и готовность) может быть подвержена влиянию всех четырех аспектов качества продукции.

Цель межгосударственных стандартов серии ИСО 9000 — выполнить требования всех аспектов качества продукции и обеспечить общие методические указания по руководству качеством.

При рассмотрении всестороннего предложения продукции потребитель будет учитывать дополнительные факторы:

- положение компании-поставщика на рынке и стратегию;
- финансовое состояние компании-поставщика и стратегию;
- состояние трудовых ресурсов компании-поставщика и стратегию.

Эти дополнительные факторы имеют существенное значение при оценке предложений организации-поставщика как предприятия в целом.

Если компания-поставщик имеет авторитет на рынке, достигла известного финансового положения, располагает авторитетными трудовыми ресурсами и стратегией улучшения финансовых показателей, совершенствования навыков в отношении своих трудовых ресурсов, то ее предложения потребителями будут оценены выше.

Каждая организация выполняет работу посредством сети процессов. Структура этой сети, как правило, довольно сложная.

К функциям организации относятся: производство, проектирование продукции, управление технологией, маркетинг, подготовка кадров, руководство трудовыми ресурсами, стратегическое планирование, поставка, выписка счетов, техническое обслуживание и ремонт. Важно выделить основные процессы, упростить и расставить их в зависимости от приоритетов с целью общего руководства качеством.

Организации необходимо определить свою сеть процессов, организовать управление процессами и их взаимодействие. Организация ставит, улучшает и обеспечивает постоянное качество в своих предложениях с помощью сети процессов. Процессы и их взаимодействие должны подвергаться анализу и непрерывному улучшению.

Особенно сложно управлять несколькими процессами и их взаимосвязями, например крупными процессами, которые могут связывать ряд функций. Для выяснения взаимодействия, ответственности и полномочий у каждого процесса должен быть владелец — лицо, несущее за него ответственность. Качество процессов, за которые ответственно исполнительное руководство, особенно важно.

Система качества состоит из ряда элементов. Она функционирует посредством процессов как внутри, так и во взаимодействии функций. Для эффективности системы качества эти процессы и соответствующие ответственность, полномочия, методики и ресурсы следует определить и развернуть на постоянной основе. В целях обеспечения эффективности системы качества необходимы координация и совместимость составляющих ее процессов, а также определение их взаимодействия.

При оценке систем качества необходимо задавать три основных вопроса к каждому оцениваемому процессу.

- Определены ли процессы и, соответственно, оформлены ли документально их методики?

- Полностью ли развернуты и внедрены процессы согласно документации?

- Являются ли процессы эффективными для достижения ожидаемых результатов?

Ответы на эти вопросы, относящиеся, соответственно, к подходу, развертыванию и результатам, будут определять выходные данные оценки. Оценка системы качества охватывает широкий диапазон деятельности организаций и предприятий.

Проверки проводит сама организация или другая организация от ее имени (первая сторона), потребители (вторая сторона) или независимые органы (третья сторона). Проверка второй или третьей сторонами повышает объективность.

Внутренние проверки качества первой стороной проводят члены организации или другие лица от имени организации. Они предоставляют сведения для проведения эффективного анализа со стороны руководства и корректирующего, предупреждающего или улучшающего действия.

Проверки качества второй стороной проводят потребители организации или другие лица от имени потребителя, если рассматривается контракт или серия контрактов. Они обеспечивают уверенность в поставщике.

Проверки качества третьей стороной проводят компетентные органы по сертификации с целью осуществления сертификации или регистрации, обеспечивая таким образом уверенность потенциальных потребителей.

Стандарты серии ИСО 9000 предназначены для использования в следующих ситуациях:

- оказание методической помощи при общем руководстве качеством;

- заключение контракта между первой и второй сторонами;

- одобрение системы качества второй стороной или проведение регистрации;

- осуществление сертификации третьей стороной или регистрации.

14.2. Стандарты на системы качества

Идеи универсальности основных принципов управления качеством и стремление к объединению на базе этих принципов различных национальных стандартов в области управления качеством нашли свое воплощение в серии международных стандартов на системы качества, разработанных Международной организацией по стандартизации (ИСО).

Разработанные ИСО стандарты отражают накопленный к началу 1990-х гг. и обобщенный мировой опыт в области разработки и внедрения систем качества.

Наличие в организации системы качества, отвечающей требованиям стандартов ИСО, рассматривается как гарантия стабильности качества выпускаемой продукции и гарантия стабильности самой организации.

Системы качества на базе стандартов серии ИСО 9000 получают все большее распространение в различных отраслях промышленности и сфере услуг. Они служат основой для достижения высокого качества продукции. Способность предприятия достигать цели, обеспечивающая его конкурентоспособность, определяется действующей на нем системой управления качеством.

Основными принципами системы качества, соответствующей стандартам серии ИСО 9000, являются:

- цель работы — ноль дефектов;
- правило работы — предупреждение дефектов, а не их устранение;
- развитая система самоконтроля — все производственные отношения между персоналом строятся как отношения потребителя и поставщика;
- постоянное обучение персонала.

В целях повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции и предоставляемых услуг российских предприятий Государственный стандарт России в 1996 г. принял государственные стандарты серии ГОСТ Р ИСО 9000, включающие в себя:

- ГОСТ Р ИСО 9001 — 96 «Системы качества. Модель обеспечения качества при проектировании, разработке, производстве, монтаже и обслуживании»;
- ГОСТ Р ИСО 9002 — 96 «Системы качества. Модель обеспечения качества при производстве, монтаже и обслуживании»;
- ГОСТ Р ИСО 9003 — 96 «Системы качества. Модель обеспечения качества при контроле и испытаниях готовой продукции».

ГОСТ Р ИСО 9001 — 96 применяется, когда поставщику необходимо подтвердить соответствие продукции установленным требованиям в процессе проектирования, разработки, производства, монтажа и обслуживания. ГОСТ Р ИСО 9002 — 96 применяется для подтверждения соответствия продукции установленным тре-

бованиям на стадиях производства, монтажа и обслуживания. ГОСТ Р ИСО 9003—96 применяется, когда поставщиком обеспечивается соответствие продукции установленным требованиям только на стадии окончательного контроля.

Область распространения стандартов серии ГОСТ Р ИСО 9001—96... ГОСТ Р ИСО 9003—96, а также межгосударственных стандартов стран СНГ ГОСТ 40.9001—88... ГОСТ 40.9003—88 в России определяется следующими факторами:

- действующая система сертификации продукции, предусматривающая в ряде случаев проверку состояния технологии и организации производства исходя из необходимости обеспечения стабильного качества сертифицируемой продукции, в том числе соответствия требованиям стандартов серии ИСО 9000;

- практика заключения контрактов наших предприятий с зарубежными фирмами, которые в качестве обязательного условия выдвигают наличие на предприятии системы качества, соответствующей стандартам.

Однако требования к системе качества, установленные стандартами ГОСТ Р ИСО 9001—96, ГОСТ Р ИСО 9002—96 и ГОСТ Р ИСО 9003—96, являются дополнительными к техническим требованиям на продукцию. Стандарты устанавливают также определяющие элементы, необходимые для включения в системы качества. Но эти стандарты не навязывают единообразия системам качества. Стандарты являются общими и не зависят от конкретной отрасли промышленности или сектора экономики. На разработку и внедрение системы качества оказывают влияние специфика потребностей организации, ее конкретные задачи, поставляемая продукция и услуги, а также применяемые процессы и практический опыт.

При использовании этих государственных стандартов в настоящем виде может возникнуть необходимость добавления или изъятия определенных требований к системе качества в зависимости от конкретных ситуаций. Международный стандарт ИСО 9000 содержит указания по такой адаптации, а также по выбору соответствующей модели обеспечения качества.

Качество строительной продукции формируется на различных этапах строительства и может быть охарактеризовано с помощью ряда показателей, таких как надежность, долговечность, технологичность, эстетичность и т. п. Каждый такой показатель отражает определенную группу свойств, а все вместе они дают общую комплексную характеристику, объединяющую все свойства в единое понятие, что позволяет оценивать качество строительного объекта в целом.

Под обеспечением качества строительной продукции понимают все планируемые и систематически осуществляемые виды деятельности в рамках системы качества, гарантирующие, что построенное здание или сооружение будет удовлетворять заданным требованиям.

Процесс обеспечения надлежащего качества строительной продукции можно разделить на три стадии:

- установление требуемого уровня качества;
- достижение заданного уровня качества в процессе производства;
- поддержание достигнутого уровня качества в процесс эксплуатации.

Строительные и монтажные организации для разработки и сертификации системы качества используют модель обеспечения качества, изложенную в стандарте ГОСТ Р 9002—96.

Государственный стандарт ГОСТ Р ИСО 9002—96 содержит свод общих требований, которые должны выполняться строительными организациями и быть положенными в основу всех документов в области качества.

Эти требования относятся как к производственному процессу, так и к функциям системы управления качеством. В то же время стандарт не устанавливает, каким образом каждая строительная организация будет выполнять эти требования. Выполнение требований зависит от различных параметров, характеризующих объект и условия строительства, например от сложности сооружения, внешних ограничений, способов контроля, требований заказчика и т. д.

Конкретные условия строительства должны найти отражение в процедурах, которые разрабатываются строительной организацией по элементам системы качества.

Для того чтобы обеспечить сдачу готовых строительных объектов в эксплуатацию без замечаний и с учетом всех требований, предъявляемых заказчиком, строительным организациям необходимо создать действенную систему управления качеством на базе стандартов серии ИСО 9000.

Таким образом, применение стандартов серии ИСО 9000 дает возможность строительным организациям создать систему качества, сертифицировать ее на соответствие установленным требованиям, дает уверенность заказчику в гарантии качества, расширяет рынок сбыта как на внутреннем, так и на международном рынке строительных услуг и тем самым повышает эффективность их деятельности.

Стандарты серии ИСО 9000 на системы качества подразделяются на четыре группы:

- основополагающие стандарты;
- стандарты и проекты по категориям продукции и услугам;
- стандарты по проверке систем качества;
- руководящие указания и руководства по отдельным аспектам качества.

Стандарты серии ИСО 9000 устанавливают общие требования, предъявляемые к выбору модели системы качества, требования к системе качества, определяющие, какие элементы необходимо

рассмотреть для включения в систему качества, а также требования к документации систем качества.

Несмотря на то, что стандарты серии ИСО 9000 на системы качества устанавливают единый для всех организаций подход к решению проблем качества, это не означает, что целью стандартов серии ИСО 9000 является введение единообразных систем качества.

В стандартах серии ИСО 9000 неоднократно подчеркивается, что потребности организаций отличаются друг от друга. Специфичными являются цели, продукция и процессы, а также методы, используемые в конкретной организации. Система качества каждой организации уникальна и опирается на реальный способ управления деятельностью в области качества в данной организации.

14.3. Реализация системы качества

Политика качества как часть общей политики организации отражает принципы, цели и задачи в области качества. При этом управление качеством должно восприниматься как задача руководства, которая определяется политикой качества.

Значимость политики качества основывается на установленных руководством предприятия принципах. Такими принципами могут быть, например: удовлетворение требований потребителей строительной продукции, расширение рынка строительных услуг, завоевание доверия заказчиков, улучшение экономического положения организации и т. д.

Исходя из установленных принципов намечаются долго-, средне- и краткосрочные цели. Для достижения поставленных целей руководство разрабатывает стратегию, включающую в себя пути, способы и средства повышения качества строительно-монтажных работ.

Политика в области качества дает четкое представление об официальном отношении руководства организации к качеству и ориентирует весь коллектив на достижение поставленных целей, поэтому она должна быть доведена до сведения работников всех структурных подразделений организации. Руководству, в свою очередь, необходимо добиться, чтобы весь персонал организации понимал, внедрял и поддерживал политику качества. В то же время каждый работник должен не только принять и поддерживать политику руководства в области качества, но и выполнять ее положение в своей повседневной работе.

В соответствии с требованиями этой нормы стандарта политика в области качества должна быть документально оформлена.

Организация управления качеством на предприятии включает в себя:

- установление полномочий ответственности персонала;

- обеспечение предприятия необходимыми средствами и ресурсами для выполнения провозглашенной политики качества;
- назначение представителя руководства, уполномоченного обеспечивать функционирование системы качества.

Для вовлечения работников в коллективную деятельность по достижению поставленных целей и задач в области качества необходимо:

- установить ответственность персонала, руководящего, выполняющего и проверяющего работу, влияющую на качество строительной продукции;
- предоставить ответственному персоналу полномочия для принятия решений в отношении качества;
- установить порядок взаимодействия между всеми подразделениями.

При этом должна быть обеспечена организационная независимость тех сотрудников, которые, обладая определенными полномочиями, в соответствии со своим статусом в системе качества будут:

- проводить мероприятия, предупреждающие появление несоответствий и дефектов в процессе производства СМР и в готовой строительной продукции;
- осуществлять контроль за несоответствиями и дефектами до тех пор, пока они не будут устранены;
- выявлять и регистрировать все проблемы, связанные с качеством СМР и строительной продукции;
- обеспечивать выработку и принятие корректирующих мероприятий, направленных на решение проблем качества;
- осуществлять проверку выполнения предусмотренных и намеченных решений по проблемам качества.

Таким образом, это требование стандарта гарантирует вовлечение работников строительной организации в коллективную деятельность по достижению поставленных целей в области качества на базе четко сформулированных задач, обеспечению ответственности за их выполнение, полномочий в принятии решений и достижению установленных форм взаимодействия.

Необходимо выделить достаточные средства для выполнения провозглашенной политики качества, в том числе на обучение работников всех уровней и подразделений с целью привлечения к работе над системой управления качеством.

Выполнение этого требования стандарта направлено на создание необходимых условий для достижения целей политики качества в установленные сроки. Кроме того, необходимо определить требования к уровню компетенции, квалификации и подготовки персонала, а также к техническому и технологическому уровню строительного производства.

С учетом этих требований руководство должно предусмотреть выделение средств:

- на обучение и повышение квалификации персонала;
- приобретение недостающих средств контроля качества;
- совершенствование технологии строительного производства, отвечающей требуемому техническому уровню.

Руководство должно назначить представителя от администрации, который независимо от других выполняемых им до этого обязанностей будет иметь необходимые полномочия для выполнения задач в области качества. Являясь ответственным за разработку, внедрение и функционирование системы качества, представитель руководства:

- обеспечивает соответствие системы качества требованиям стандарта ГОСТ Р ИСО 9002;
- представляет руководству отчеты о функционировании системы качества.

С назначением ответственного из числа руководящего состава служба качества организации автоматически становится независимой, способной эффективно влиять на деятельность в области качества и достижение поставленных целей.

При назначении ответственного за систему качества необходимо:

- определить круг задач, входящих в обязанности ответственного за систему качества;
- установить полномочия и разработать должностную инструкцию;
- подобрать кандидатуру из лиц руководящего состава, обладающую необходимой квалификацией и пользующуюся уважением в коллективе;
- обеспечить подготовку кандидата, предоставив ему возможность обучения по проблеме управления качеством.

Руководство должно периодически осуществлять анализ пригодности и эффективности системы качества.

Для этого необходимо установить систему отчетности по качеству, ее периодичность, определить, какие данные и в какой форме должны быть представлены руководству организации для анализа.

Выполнение этого требования стандарта гарантирует полное и достаточное информационное обеспечение руководства организации о состоянии реализации политики качества.

Наличие периодической информации о системе качества создает у руководства уверенность, что намеченные цели в области качества достигаются или будут достигнуты в установленные сроки.

Анализ системы качества со стороны руководства дает возможность своевременно принять решения о корректировке политики качества, организационной структуры или технологии строительного производства.

Для анализа системы качества могут использоваться, например, следующие данные:

- результаты внутренних аудитов;
- результаты оценки поставщиков строительных материалов, деталей и конструкций;
- результаты оценки субподрядчиков;
- результаты опроса заказчиков;
- сведения о существенных или периодически повторяющихся несоответствиях и дефектах;
- сведения о рекламациях.

В соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 9002 система качества должна быть документирована. Для этого необходимо осуществить разработку состава документации, используемой в системе качества.

Система качества должна быть организована таким образом, чтобы обеспечивалось соответствующее и непрерывное управление всеми видами деятельности, влияющими на качество строительной продукции.

Система качества должна быть ориентирована на проведение профилактических воздействий, помогающих избегать возникновения проблем и сохранять способность реагирования на возникающие отказы и их устранения.

Система качества должна предусматривать правильное обозначение, распространение, сбор и ведение всех документов по управлению качеством.

Система качества должна быть разработана и функционировать таким образом, чтобы обеспечивалась уверенность в следующем:

- система качества правильно понимается, применяется, получает необходимое обеспечение и обладает необходимой эффективностью;
- выполненные СМР действительно удовлетворяют требованиям потребителя;
- основное внимание уделяется предотвращению проблем, а не их решению после возникновения.

Разработка и внедрение системы качества включают в себя следующие этапы.

1. Обеспечение соответствия системы качества требованиям ГОСТ Р ИСО 9002.
2. Подготовка соответствующей документации системы качества.
3. Подготовка планов и программ качества.
4. Внедрение системы качества, документации и планов качества

14.4. Документация системы качества

Качество нельзя обеспечить случайными мерами, его достижение требует планового подхода. План качества представляет собой документ, содержащий действия по реализации требований к качеству.

В процессе планирования качества целесообразно уделить внимание определению потребности и порядку обеспечения ресурсами для достижения требуемого качества, обеспечению необходимого контроля качества СМР, идентификации нормативной документации, используемой в строительстве. При планировании качества необходимо учитывать квалификацию персонала, пригодность средств производства и контроля для удовлетворения предъявляемых потребителем требований к строительной продукции.

В документации системы качества отражается вся деятельность строительной организации:

- маркетинг и исследование рынка;
- материально-техническое снабжение;
- планирование и подготовка производства;
- производство строительного-монтажных работ;
- пусконаладочные работы;
- сдача в эксплуатацию;
- гарантийное обслуживание готовых строительных объектов.

Документация системы качества включает в себя внутренние и внешние документы. Внешние документы — это государственные стандарты, правовые документы, отраслевая нормативная документация (СНиП, СН, СПТУ, справочники и т.д.). Внутренние документы включают в себя процедуры системы качества, технологические карты, инструкции, методики, чертежи и т.д.

Внутренние документы системы качества, в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 9002, подразделяются:

- на документы по качеству, используемые в процессе производства и содержащие требования к строительной продукции;
- документы по доказательству качества СМР, содержащиеся в зарегистрированных в процессе производства значениях контролируемых признаков и параметров.

К документации и данным системы качества относятся: руководство по качеству; документированные процедуры системы качества; методологические, рабочие и контрольные инструкции; стандарты предприятия; должностные инструкции и др. Управление документацией и данными предупреждает отказы из-за использования некорректных, недействительных, устаревших документов и данных. Процедура управления документацией и данными включает в себя:

- порядок разработки документов системы качества;
- принятие и утверждение документов;
- порядок учета и хранения документов;
- периодический анализ каждого документа;
- порядок внесения изменений и пересмотра документов;
- своевременную отмену и изъятие устаревших документов.

В документацию системы качества могут быть внесены только те изменения, которые имеют достаточное технико-экономиче-

ское обоснование. При этом должна быть обеспечена возможность прослеживаемости внесения изменений в документы. Кроме того, необходимо предусмотреть корректные действия по замене недействительных документов. Чтобы не вводить два различных процесса (составление и изменение) в процедуру управления документацией, целесообразно рассматривать измененный документ в качестве вновь составленного.

В процессе возведения зданий и сооружений помимо головной организации (генподрядчика), выполняющей все основные работы и координирующей процесс строительства, принимает участие большое количество смежных организаций (субподрядчиков), выполняющих отдельные или специальные работы.

Под *субподрядчиком* в ИСО 9002 понимаются организации, поставляющие на стройку строительные материалы (предприятия строительной индустрии), оказывающие услуги (транспортные организации и тресты механизации) и выполняющие по субподряду строительные или монтажные работы (специализированные строительные и монтажные организации).

К выполнению контракта целесообразно допускать только тех субподрядчиков, которые привели доказательства своей способности выполнить поставленные перед ними требования к качеству работ, стоимости и срокам выполнения. Для этого строительной организации необходимо определить критерии качества для оценки субподрядчиков и разработать методы проверки качества СМР, выполненных субподрядчиками.

Работы, выполняемые субподрядчиками, оказывают непосредственное влияние на качество готовой строительной продукции, поэтому с каждым субподрядчиком должны быть установлены тесные рабочие контакты и система обратной связи.

Работа с субподрядчиками включает в себя:

- передачу необходимых исходных данных (проектно-сметной документации), требований заказчика и другой технической информации;
- согласованный подход к обеспечению качества строительной продукции;
- согласованные критерии и методы приемки и проверки СМР, выполненных субподрядчиками;
- положения, касающиеся решения спорных вопросов;
- процедуры и средства проведения входного контроля;
- регистрацию данных о качестве СМР, выполненных субподрядчиками.

Правильно организованная работа с субподрядчиками начинается с четкого определения требований к выполняемым ими СМР.

Строительные организации, как правило, имеют постоянных поставщиков и субподрядчиков со сложившимися деловыми отношениями. Тем не менее, устойчивость деятельности строитель-

ной организации во многом определяется способностью выбирать на рынке надежных поставщиков и субподрядчиков, опираясь не только на приемлемые цены, но и на качество, стабильность поставок и своевременность выполнения субподрядных работ.

Необходимо документировать возможные причины и критерии выбора того или иного субподрядчика и поставщика. Такими критериями могут быть:

- число дефектов по результатам входного контроля, связанные с ними убытки строительной организации;
- случаи несогласованных замен (например, одной марки бетона на другую);
- наличие системы качества;
- соблюдение сроков поставки или выполнения работ.

Строительная организация должна следить, чтобы поставляемые заказчиком проектно-сметная документация (ПСД), строительные материалы и технологическое оборудование, предназначенные для использования при строительстве объекта, отвечали установленным требованиям, так как в этом случае заказчик выступает не только как заказчик, но и как поставщик.

Качество строящегося объекта (готовой строительной продукции) зависит от проектных решений, поэтому необходимо, чтобы строительная организация проверяла соответствие ПСД строительным нормам, стандартам, техническим условиям и установленным требованиям по безопасности и согласовывала с заказчиком внесение необходимых изменений в ПСД. Этот вид деятельности должен регулироваться с помощью документированных процедур по идентификации, проверке и хранению проектно-сметной документации, предоставляемой заказчиком.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается сущность и назначение стандартизации?
2. Как классифицируются стандарты?
3. Какие виды документов технического нормирования вы знаете?
4. Как связаны техническое нормирование и стандартизация?
5. Назовите общие положения и принципы стандартизации.
6. Перечислите соподчиненные принципы стандартизации.
7. Каков порядок стандартизации строительной продукции?
8. Как происходит оценка качества строительной продукции в соответствии со стандартами?
9. Как влияет качество технической документации на качество строительной продукции?
10. Назовите основные термины, принятые в стандартизации.
11. Перечислите принципы технического регулирования (на основе Закона РФ «О техническом регулировании» от 15.12.02 № 184-ФЗ).
12. Как обеспечивается качество строительной продукции с использованием международных стандартов серии ИСО 9000?

РАЗДЕЛ III

СЕРТИФИКАЦИЯ

ГЛАВА 15

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ СЕРТИФИКАЦИИ

15.1. Понятие сертификации и ее цели

Сертификация в строительстве осуществляется в соответствии с общими целями и задачами сертификации продукции для защиты интересов потребителя в вопросах безопасности продукции строительства для жизни, здоровья, имущества и окружающей среды, обеспечения надежности и долговечности строительных конструкций и инженерных систем зданий и сооружений, а также для повышения конкурентоспособности продукции.

Сертификация в строительстве является составной частью Системы сертификации ГОСТ Р и осуществляется под общим методическим руководством Госстандарта России, который является национальным органом Российской Федерации по сертификации.

Система сертификации создается государственными органами управления, предприятиями, учреждениями и организациями и представляет собой совокупность участников сертификации, осуществляющих сертификацию по правилам, установленным в этой системе. Она может быть создана также юридическим лицом или предпринимателем.

В систему сертификации могут входить предприятия, учреждения и организации независимо от форм собственности, а также общественные объединения.

В систему сертификации могут входить несколько систем сертификации однородной продукции.

Сертификация систем качества в строительстве включает в себя организацию работ (предсертификационный этап) и три этапа сертификации:

- предварительная оценка системы качества;
- проверка и оценка системы качества в организации;
- инспекционный контроль за сертифицированной системой качества.

Системы сертификации подлежат государственной регистрации в установленном Госстандартом России порядке.

Сертификация осуществляется в целях:

- удостоверения соответствия продукции, процессов (методов) производства, эксплуатации и утилизации, работ и услуг требованиям технических регламентов, положениям стандартов, условиям гражданско-правового договора;
- содействия покупателям в компетентном выборе продукции, работ и услуг;
- повышения конкурентоспособности продукции, работ и услуг на российском и международном рынках;
- создания условий для обеспечения свободного перемещения товаров в Российской Федерации, а также для участия в международном экономическом, научно-техническом сотрудничестве и международной торговле;
- создания условий для деятельности предприятий, учреждений, организаций и предпринимателей на едином товарном рынке Российской Федерации, а также для участия в международном экономическом, научно-техническом сотрудничестве и международной торговле;
- содействия потребителям в компетентном выборе продукции;
- защиты потребителя от недобросовестности изготовителя (продавца, исполнителя);
- контроля безопасности продукции для окружающей среды, жизни, имущества;
- подтверждения показателей качества продукции, заявленных изготовителем.

Сертификация может иметь обязательный и добровольный характер.]

Сертификация продукции в строительстве проводится для оценки ее соответствия характеристикам, установленным в стандартах и технических условиях на продукцию, включая применение (соответствие назначению), а также приведенным в строительных правилах расчетным и другим характеристикам.

Сертификация продукции может проводиться также на соответствие требованиям международных и национальных стандартов зарубежных стран.

Для наиболее полной оценки свойств сертифицируемой новой отечественной или импортируемой продукции, связанных с надежностью и долговечностью зданий и сооружений, и при отсутствии их в действующих нормативных документах сертификация проводится по специальным программам, устанавливающим порядок и правила проведения сертификации данной продукции, показатели, подтверждающие соответствие продукции ее функциональному назначению с учетом особенностей продукции, условий ее производства, эксплуатации, а также методики определения этих параметров.

15.2. Терминология, принятая в сертификации

При сертификации в строительстве используется целый ряд терминов и понятий.

Сертификация — процедура, посредством которой третья сторона дает письменную гарантию, что продукция, процесс или услуга соответствуют заданным требованиям. При указании объектов сертификации используют термины «товары», «работы», «услуги».

Соответствие — соответствие продукции, процесса или услуги установленным требованиям.

Сертификат соответствия (или просто *сертификат*) — документ, выданный по правилам системы сертификации для подтверждения соответствия сертифицированной продукции установленным требованиям. Обязательной составной частью сертификата соответствия является сертификат пожарной безопасности.

Третья сторона — лицо или орган, признаваемые независимыми от участвующих сторон в рассматриваемом вопросе. Участвующие стороны представляют, как правило, интересы поставщиков (первая сторона) и покупателей (вторая сторона). Поставщиками могут быть разработчики и изготовители продукции, исполнители работ и услуг, а покупателями — потребители продукции, работ и услуг.

Нормативный документ — документ, устанавливающий правила, общие принципы или характеристики, касающиеся различных видов деятельности или их результатов. Термин «нормативный документ» в строительстве охватывает такие понятия, как «стандарты», «строительные нормы и правила», «технические условия» и т. п.

Система сертификации — система, располагающая собственными правилами процедуры и управления для проведения сертификации соответствия.

Система сертификации однородной продукции — система сертификации, относящаяся к определенной продукции, процессам или услугам, для которых применяются одни и те же конкретные стандарты и правила и одна и та же процедура.

Орган по сертификации — орган, проводящий сертификацию соответствия. Орган по сертификации может сам проводить испытания и контроль за испытаниями или осуществлять надзор за этой деятельностью, проводимой по его поручению другими органами.

Центральный орган по сертификации — орган, который управляет системой сертификации и осуществляет надзор за данной системой.

Знак соответствия (в области сертификации) — защищенный в установленном порядке соответствия знак, применяемый или

выданный в соответствии с правилами системы сертификации, указывающий, что данная продукция, процесс или услуга соответствуют конкретному стандарту или другому нормативному документу.

Лицензия (свидетельство) в области сертификации — документ, изданный в соответствии с правилами системы сертификации, посредством которого орган по сертификации наделяет лицо или орган правом соответствия для своей продукции, процессов или услуг в соответствии с правилами соответствующей системы сертификации.

Оценка соответствия — систематическая проверка степени соответствия продукции, процесса или услуги заданным требованиям.

Заявление поставщика о соответствии — процедура, посредством которой поставщик дает письменную гарантию, что продукция, процесс или услуга соответствуют данным требованиям.

Обеспечение соответствия — процедура, результатом которой является заявление, дающее уверенность в том, что продукция, процесс или услуга соответствуют заданным требованиям.

Аккредитация — процедура, посредством которой авторитетный орган официально признает правомочность лица или органа выполнять конкретные работы; официальное признание правомочий осуществлять какую-либо деятельность в области сертификации.

Сертификация производства — официальное подтверждение органом по сертификации или другим специально уполномоченным органом наличия необходимых и достаточных условий производства продукции (исполнения данных услуг), обеспечивающих стабильность требований к ней, заданных в нормативных документах и контролируемых при сертификации.

Система качества — совокупность организационной ответственности, процедур, процессов, обеспечивающая осуществление руководства качеством.

Инспекционный контроль — контроль за деятельностью аккредитованных органов по сертификации, испытательных лабораторий, а также за сертифицированной продукцией и состоянием ее производства.

Заявитель — предприятие, организация, гражданин, обратившиеся в орган по сертификации с заявкой на проведение сертификации продукции или аккредитации на право проведения работ в области сертификации.

Соискатель свидетельства (в области сертификации), *заявитель* — лицо (орган), добывающееся получения соответствующего свидетельства от органа по сертификации.

Обладатель свидетельства (в области сертификации) — лицо или орган, которому каким-либо органом по сертификации выдано соответствующее свидетельство.

Эксперт-аудитор — лицо, аттестованное на право проведения одного или нескольких видов работ в области сертификации.

Схема сертификации — состав и последовательность действий третьей стороны при проведении сертификации соответствия.

Обязательная сертификация — подтверждение уполномоченным на то органом соответствия товара (работы, услуги) обязательным требованиям стандарта.

Добровольная сертификация — подтверждение уполномоченным на то органом соответствия продукции (работ, услуг) требованиям, установленным в нормативных документах, проводимое по инициативе поставщика (изготовителя, исполнителя, разработчика, продавца) или потребителя.

Требования безопасности — обязательные требования, установленные в законодательных актах или стандартах, которые направлены на обеспечение жизни, здоровья потребителей, охраны окружающей среды, предотвращение причинения вреда имуществу потребителей.

Соглашение по признанию — соглашение, основанное на принятии одной стороной результатов, представленных другой стороной, которые получены от применения одного или нескольких установленных функциональных элементов системы сертификации.

Регистрация — процедура, посредством которой какой-либо орган указывает соответствующие характеристики продукции, процесса или услуги или особенности органа или лица в соответствующем общедоступном перечне.

15.3. Объекты сертификации

Общими объектами являются продукция; процессы (методы) производства, эксплуатации и утилизации; работы или услуги; системы качества; системы управления охраной окружающей среды, в отношении которых техническими регламентами, стандартами и гражданско-правовыми договорами устанавливаются обязательные требования; добровольные правила; общие принципы или характеристики и формы подтверждения соответствия этим требованиям, правилам, общим принципам или характеристикам.

Объектом сертификационной деятельности в строительстве являются:

- продукция предприятий строительной индустрии и промышленности строительных материалов (промышленная продукция);
- проектная продукция;
- объекты строительства — здания и сооружения (строительная продукция);
- работы и услуги в строительстве;

• продукция, импортируемая в Россию, на которую распространяется действие утверждаемой Госстроем России или закрепленной за ним нормативной документации.

Сертификация систем качества и сертификация производств в строительстве осуществляются в соответствии с общими целями и задачами сертификации для создания уверенности у инвесторов, заказчиков, генподрядных организаций и генпроектировщиков, организаторов торгов подряда, покупателей материалов, изделий и конструкций для строительства и пользователей строительных объектов, а также органов надзора, органов по сертификации продукции и других заинтересованных сторон в возможности организаций-исполнителей стабильно обеспечивать соответствие своей продукции и услуг установленным требованиям.

Объектами сертификации являются системы качества и производства предприятий следующих отраслей (подотраслей):

- предприятия строительной индустрии и промышленности строительных материалов, производящие и поставляющие строительные материалы, изделия и конструкции для строительства;
- проектные и изыскательские организации и проектно-изыскательские подразделения комплексных организаций;
- строительные организации, выполняющие строительные-монтажные и ремонтные работы и строительные (ремонтно-строительные) подразделения комплексных организаций;
- организации жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ), осуществляющие техническую эксплуатацию зданий, сооружений и городских инженерных систем.

Проверяемые при сертификации элементы систем качества и положения нормативных документов по проектированию и строительству уточняются в методиках сертификации проверки систем качества и сертификации производств в зависимости от вида объекта сертификации.

Сертифицируемые системы качества и производства могут охватывать как работу организации в целом, так и участки по выполнению определенных видов работ, услуг или производству определенных видов продукции.

Сертификация систем качества и сертификация производств в строительстве осуществляются исключительно на добровольной основе. Органы надзора, экспертизы и лицензирования при выполнении своих функций не должны требовать от предприятий и организаций наличия сертифицированных систем качества и производств.

Номенклатуру строительных товаров (работ, услуг), в том числе импортируемых в Россию, для личных бытовых нужд граждан, в стандартах на которые необходимо устанавливать обязательные требования по безопасности и охране и которые в соответствии с Законом РФ «О защите прав потребителей» от 07.02.92 № 2300-1

подлежат обязательной сертификации по этим требованиям, а также номенклатуру другой продукции, к которой предъявляются требования по обязательной сертификации, установленные другими законодательными актами, формирует Госстрой России для включения в номенклатуру, утверждаемую Госстандартом России.

15.4. Основные принципы сертификации

Сертификация в строительстве является добровольной, за исключением тех случаев, когда действующим законодательством установлена обязательная сертификация.

Сертификация осуществляется на основе:

- открытости и доступности информации о порядке проведения процедур сертификации для всех заинтересованных лиц;
- недопустимости применения обязательных процедур сертификации к объектам, в отношении которых отсутствуют обязательные требования технических регламентов;
- независимости органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров) от изготовителей, исполнителей, продавцов, покупателей продукции;
- установления исчерпывающего перечня форм и схем обязательной сертификации в отношении определенной продукции в соответствующем техническом регламенте;
- минимизации сроков прохождения и затрат заявителя на прохождение процедур обязательной сертификации;
- недопустимости принуждения заявителей к прохождению добровольных процедур сертификации, в том числе в определенной системе добровольной сертификации;
- защиты имущественных интересов заявителей, в том числе путем соблюдения коммерческой тайны в отношении сведений, полученных в процессе прохождения процедур обязательной сертификации;
- недопустимости подмены сертификации продукции, подлежащей обязательной сертификации, добровольной сертификацией;
- недопустимости совмещения деятельности по сертификации с деятельностью по осуществлению государственного контроля (надзора).

При сертификации систем качества и сертификации производств в строительстве должны соблюдаться и другие принципы сертификации:

- бездискриминационный доступ к участию в процессах сертификации (право строительных организаций обращаться в любые аккредитованные органы по сертификации систем качества);
- воспроизводимость результатов оценок;

- достоверность представленных заявителем доказательств соответствия систем качества и производств нормативным требованиям;
- использование сведений, полученных от пользователей строительной продукции и потребителей услуг, для оценки систем качества и производств.

Наличие у исполнителя работ (проектировщика, подрядчика, службы ЖКХ) или изготовителя продукции сертифицированной системы качества или сертифицированного производства:

- создает им при прочих равных условиях преимущества при проведении торгов на выполнение соответствующих работ (торгов подряда) или поставку продукции;
- служит основанием для упрощения процедуры сертификации продукции или услуг (переход на схему сертификации по декларации заявителя или отказ органа по сертификации продукции от проведения проверки стабильности производства);
- учитывается органами надзора и лицензирования для установления ими упрощенных процедур по надзору и выдаче лицензий на осуществление проектной, строительной и других видов деятельности.

При сертификации систем качества на предприятиях и в организациях всех видов проверяется деятельность по управлению и обеспечению качества и состояние производственной системы.

В соответствии с правилами, установленными в Системе сертификации ГОСТ Р, при проведении сертификации в строительстве уполномоченные (аккредитованные) органы по сертификации организуют проведение в аккредитованных испытательных лабораториях (центрах) первоначальных (типовых) испытаний продукции и оценку ее соответствия установленным требованиям, а в необходимых случаях, предусмотренных схемой сертификации, также оценку и контроль состояния производства путем его сертификации или сертификации системы качества.

На основании результатов испытаний и оценки состояния производства осуществляется выдача сертификатов соответствия и регистрация сертифицированной продукции по представлению Госстроя России в Государственном Реестре Системы сертификации ГОСТ Р.

За сертифицированной продукцией, сертифицированным производством или сертифицированными системами качества в зависимости от принятых схем сертификации ведется инспекционный контроль.

Инспекционный контроль за сертифицированной продукцией, сертифицированным производством или сертифицированными системами качества, как правило, осуществляют органы по сертификации, выполнившие эту работу, или соответствующие территориальные органы надзора по договорам с указанными органами по сертификации продукции.

Инспекционный контроль за аккредитованными органами по сертификации и испытательными лабораториями (центрами) осуществляют Госстрой России и Госстандарт России за счет лицензионных платежей, получаемых от деятельности по сертификации.

При проведении сертификации производится оценка соответствия продукции (работ, услуг) всем требованиям, установленным в государственных стандартах и технических условиях на продукцию, включая область ее применения (соответствие назначению), а также приведенным в строительных нормах и правилах расчетным и другим характеристикам.

По требованию заказчика сертификация продукции может проводиться на соответствие требованиям международных и национальных стандартов зарубежных стран.

Для наиболее полной оценки свойств сертифицируемой новой или импортируемой продукции, связанных с надежностью и долговечностью зданий и сооружений, органы по сертификации в необходимых случаях должны разрабатывать и утверждать специальные программы сертификации, устанавливающие порядок и правила проведения сертификации данной продукции, показатели, подтверждающие соответствие продукции ее функциональному назначению, включая область применения, а также методики испытаний с учетом особенностей этой продукции, условий ее производства, эксплуатации и т.п.

Участники сертификации в строительстве несут установленную руководящими документами Системы сертификации ГОСТ Р ответственность за выполнение принятых на себя обязательств:

- изготовитель (исполнитель, разработчик, поставщик) — за обеспечение соответствия выпускаемой им с сертификатом Системы сертификации ГОСТ Р продукции (выполняемых работ, услуг) требованиям соответствующих нормативных документов, за правильность использования знака соответствия и соблюдение других условий сертификации;

- испытательная лаборатория — за соответствие проведенных ею сертификационных испытаний требованиям нормативных документов, за достоверность и объективность результатов этих испытаний;

- орган по сертификации — за полноту и правильность оценки соответствия продукции установленным требованиям нормативных документов при выдаче сертификата и последующее подтверждение его действия.

Применение мер ответственности, установленных руководящими документами Системы сертификации ГОСТ Р, не освобождает участников сертификации от ответственности, предусмотренной действующим законодательством Российской Федерации.

Регистрация объектов, участников работ, в том числе учебных подразделений по подготовке экспертов-аудиторов, и докумен-

тов в области сертификации в строительстве осуществляется в соответствии с Правилами ведения Государственного Реестра Системы сертификации ГОСТ Р и РДС-203.

Официальное признание аккредитованных органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров), в том числе зарубежных, а также сертификатов соответствия на продукцию, в том числе импортируемую в Россию, сертификатов производств и сертификатов систем качества и взаимодействие с соответствующими органами других стран и международных организаций по вопросам сертификации в строительстве производится в порядке, принятом в Системе сертификации ГОСТ Р.

15.5. Виды сертификации

Добровольная сертификация осуществляется на основании договора между заявителем и органом по сертификации. Порядок проведения работ по добровольной сертификации устанавливается правилами соответствующей системы добровольной сертификации. Срок выполнения работ по добровольной сертификации, а также порядок и размер их оплаты определяются правилами соответствующей системы и договором между заявителем и органом по сертификации.

Добровольная сертификация проводится органом по сертификации, входящим в систему добровольной сертификации.

Орган по сертификации вправе:

- проводить испытания объектов добровольной сертификации в испытательной лаборатории (центре), входящей в состав органа по сертификации, или в других испытательных лабораториях (центрах);
- осуществлять иные действия по подтверждению соответствия объектов добровольной сертификации правилам, общим принципам или характеристикам данной системы сертификации и условиям договора с заявителем;
- выдавать сертификаты соответствия на объекты, прошедшие добровольную сертификацию;
- предоставлять заявителю право на применение знака соответствия системы добровольной сертификации, если применение такого знака предусмотрено данной системой;
- приостанавливать либо отменять действие выданных им сертификатов соответствия в случаях и порядке, предусмотренными правилами соответствующей системы добровольной сертификации.

Система добровольной сертификации может быть создана юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем. Лицо, образовавшее систему добровольной сертификации, устанавливает перечень объектов, подлежащих сертификации в данной си-

стеме; перечень правил, общих принципов или характеристик, на соответствие которым проводится добровольная сертификация; правила проведения и порядок оплаты работ в данной системе сертификации, а также определяет участников данной системы добровольной сертификации. Система добровольной сертификации может предусматривать применение знака соответствия.

Юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, образовавшие систему добровольной сертификации, вправе зарегистрировать созданную систему в федеральном органе исполнительной власти в области технического регулирования.

Для регистрации системы добровольной сертификации заявитель представляет:

- свидетельство о государственной регистрации юридического лица или индивидуального предпринимателя;
- правила функционирования системы добровольной сертификации;
- изображение знака соответствия для данной системы добровольной сертификации и порядок его применения, если применение знака соответствия предусмотрено данной системой;
- документ, подтверждающий оплату стоимости регистрации.

Объекты сертификации, сертифицированные в системе добровольной сертификации, могут маркироваться знаком соответствия этой системы. Изображение знака соответствия и порядок маркировки объекта сертификации устанавливаются правилами соответствующей системы добровольной сертификации.

Маркировка знаком соответствия национальным стандартам осуществляется заявителем на добровольной основе любым удобным для него способом в порядке, предусмотренном национальным органом по стандартизации.

Обязательная сертификация проводится только в случаях, установленных соответствующим техническим регламентом.

Организация и проведение работ по обязательной сертификации возлагаются на Госстандарт России, а в случаях, предусмотренных законодательными актами Российской Федерации в отношении отдельных видов продукции, могут быть возложены на другие государственные органы управления Российской Федерации.

Формы обязательной сертификации продукции устанавливаются Госстандартом России либо другими государственными органами управления Российской Федерации, уполномоченными на это, с учетом сложившейся международной и зарубежной практики.

Запрещается рекламировать продукцию, подлежащую обязательной сертификации, но не имеющую сертификата соответствия.

Участниками обязательной сертификации являются Госстандарт России; иные государственные органы управления Россий-

ской Федерации, уполномоченные проводить работы по обязательной сертификации; органы по сертификации; испытательные лаборатории (центры); изготовители (продавцы, исполнители) продукции, а также центральные органы систем сертификации.

Допускается участие в проведении работ по обязательной сертификации зарегистрированных некоммерческих (бесприбыльных) объединений (союзов) и организаций любых форм собственности при условии их аккредитации соответствующим государственным органом управления.

Объектом обязательной сертификации может быть только продукция, поступающая в обращение на территории Российской Федерации, и исключительно в соответствии с требованиями технических регламентов.

Форма обязательной сертификации в отношении конкретной продукции, процедуры и схемы сертификации могут устанавливаться только в техническом регламенте с учетом степени риска на достижения целей технических регламентов.

Соответствие продукции требованиям технических регламентов подтверждается сертификатом соответствия, выдаваемым заявителю органом по сертификации, осуществлявшим обязательную сертификацию. Сертификат соответствия действует на всей территории Российской Федерации.

В сертификате соответствия указываются:

- наименование и местонахождение заявителя;
- наименование и местонахождение изготовителя продукции, прошедшей сертификацию, кроме случаев, когда изготовителя установить невозможно;
- наименование и местонахождение органа по сертификации, выдавшего сертификат соответствия;
- информация об объекте сертификации, позволяющая идентифицировать его;
- наименование технического регламента, на соответствие требованиям которого проводилась сертификация;
- срок действия сертификата соответствия.

Сертификат действует в течение всего срока выпуска продукции, если иное не установлено техническим регламентом.

Сертификат соответствия также включает в себя информацию о проведенных испытаниях, оценке системы качества, предусмотренных соответствующей схемой подтверждения соответствия, а также информацию о документах, представленных заявителем в орган по сертификации в качестве доказательств соответствия продукции требованиям соответствующего технического регламента.

Форма сертификата соответствия утверждается федеральным органом исполнительной власти в области технического регулирования.

Орган по сертификации ведет реестр выданных сертификатов. Порядок ведения реестра и передачи сведений о выданных сертификатах в единый реестр, а также порядок ведения единого реестра выданных сертификатов соответствия и предоставления сведений из реестра устанавливаются федеральным органом исполнительной власти в области технического регулирования.

Обязательная сертификация осуществляется органами по сертификации, аккредитованными в порядке, установленном Правительством РФ.

Орган по сертификации:

- привлекает на договорной основе аккредитованные испытательные лаборатории (центры) для проведения испытаний (исследований, экспертизы) сертифицируемой продукции;
- осуществляет контроль за объектами сертификации, если такой контроль предусмотрен соответствующей схемой обязательной сертификации;
- ведет реестр выданных им сертификатов соответствия;
- информирует соответствующие органы государственного контроля (надзора) о продукции, не прошедшей обязательное подтверждение соответствия;
- обеспечивает информирование заявителей о порядке проведения обязательной сертификации;
- устанавливает стоимость работ по сертификации на основе утвержденной Правительством РФ методики определения стоимости таких работ.

Испытания (исследование, экспертиза) при проведении работ по обязательной сертификации осуществляются аккредитованными испытательными лабораториями (центрами).

Изготовители (продавцы, исполнители) продукции, подлежащей обязательной сертификации и реализуемой на территории Российской Федерации, обязаны:

- реализовывать эту продукцию только при наличии сертификата, выданного или признанного уполномоченным на то органом;
- обеспечивать соответствие реализуемой продукции требованиям нормативных документов, на соответствие которым она была сертифицирована, и маркирование ее знаком соответствия в установленном порядке;
- указывать в сопроводительной технической документации сведения о сертификации и нормативных документах, которым должна соответствовать продукция, и обеспечивать доведение этой продукции до потребителя (покупателя, заказчика);
- приостанавливать или прекращать реализацию сертифицированной продукции, если она не отвечает требованиям нормативных документов, на соответствие которым сертифицирована, по истечении срока действия сертификата или в случае, если дей-

ствии сертификата приостановлено либо отменено решением органа по сертификации;

- обеспечивать беспрепятственное выполнение своих полномочий должностными лицами органов, осуществляющих обязательную сертификацию продукции и контроль за сертифицированной продукцией;

- извещать орган по сертификации в установленном им порядке об изменениях, внесенных в техническую документацию или в технологический процесс производства сертифицированной продукции.

Наряду с сертификатом подтверждение соответствия на территории Российской Федерации может существовать в виде декларации о соответствии, принятой изготовителем (продавцом).

Декларирование соответствия, если оно предусмотрено техническим регламентом, осуществляется:

- принятием изготовителем (продавцом) декларации о соответствии на основе собственных доказательств;

- принятием изготовителем (продавцом) декларации о соответствии на основе собственных доказательств и доказательств, полученных с участием третьей стороны.

Способ декларирования в отношении конкретной продукции устанавливается только соответствующим техническим регламентом. Участие третьей стороны в декларировании соответствия допускается лишь в случаях, когда отсутствие третьей стороны может привести к недостижению целей подтверждения соответствия.

При декларировании на основе собственных доказательств лицо, принимающее декларацию, самостоятельно формирует доказательственную базу с целью подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов. В качестве доказательств могут использоваться техническая документация, результаты собственных исследований и испытаний и другие документы, послужившие основанием для заявления о соответствии декларируемой продукции требованиям технических регламентов.

При декларировании соответствия на основе собственных доказательств и доказательств, полученных с участием третьей стороны, лицо, принимающее декларацию, по своему выбору использует одну из следующих схем:

- в дополнение к собственным доказательствам лицо, принимающее декларацию, включает в комплект технической документации протоколы испытаний декларируемой продукции, проведенных в испытательной лаборатории (центре), аккредитованной в порядке, установленном Правительством РФ;

- в дополнение к собственным доказательствам лицо, принимающее декларацию, представляет сертификат системы качества, выданный в соответствующей системе добровольной сертифика-

ции, предусматривающей контроль выдавшего сертификат органа по сертификации за объектом сертификации. Сертификат системы качества может использоваться в составе доказательств при принятии декларации в отношении любой продукции, кроме случаев, когда для такой продукции техническими регламентами предусмотрена иная форма подтверждения соответствия.

Декларация о соответствии оформляется на русском языке и должна содержать:

- наименование и место нахождения изготовителя (продавца);
- информацию об объекте подтверждения соответствия, позволяющую идентифицировать его;
- наименование технического регламента, соответствие требованиям которого подтверждается;
- указание на способ декларирования, примененный для подтверждения соответствия;
- заявление лица, принимающего декларацию, о том, что продукция при использовании в соответствии с ее целевым назначением является безопасной и изготовителем (продавцом) были приняты меры по обеспечению соответствия продукции требованиям технических регламентов;
- срок действия декларации;
- иные сведения, предусмотренные техническим регламентом.

Срок действия декларации определяется самостоятельно лицом, принимающим декларацию, если техническим регламентом не предусмотрено установление определенного срока действия декларации.

Форма декларации о соответствии утверждается федеральным органом исполнительной власти в области технического регулирования.

15.6. Финансирование работ по сертификации

Обязательному государственному финансированию подлежат:

- разработка прогнозов развития сертификации, правил и рекомендаций по ее проведению; обеспечение официальной информацией в области сертификации;
- участие в работе международных (региональных) организаций по сертификации и проведение работ с зарубежными национальными органами по сертификации;
- разработка и (или) участие в разработке международных (региональных) правил и рекомендаций по сертификации;
- разработка проектов актов законодательства в области сертификации;
- проведение научно-исследовательских и иных работ по сертификации, имеющих общегосударственное значение;

- проведение государственного контроля и надзора за соблюдением правил сертификации и за сертифицированной продукцией;

- ведение Государственного Реестра Системы сертификации и архивное хранение материалов по государственной регистрации систем сертификации и знаков соответствия;

- другие работы по обязательной сертификации, определяемые законодательством Российской Федерации.

Работа по аккредитации оплачивается органом по сертификации в строительстве в соответствии с требованиями Системы сертификации ГОСТ Р.

Стоимость работ по аккредитации определяется себестоимостью проведения работ в зависимости от сложности и объема работ по аккредитации и устанавливается соглашением сторон.

Стоимость работ по аккредитации оплачивается заявителем полностью, как правило, до начала выполнения работ по аккредитации, независимо от результатов аккредитации.

В случае невыполнения организацией, аккредитованной в качестве органа по сертификации в строительстве, финансовых обязательств, установленных в лицензионном договоре, Госстрой России приостанавливает действие аккредитации или лишает организацию аттестата аккредитации органа по сертификации.

Оплата работ по обязательной сертификации конкретной продукции производится заявителем в порядке, установленном Госстандартом России и государственными органами управления Российской Федерации, на которые законодательными актами Российской Федерации возложены организация и проведение обязательной сертификации, по согласованию с Министерством финансов Российской Федерации.

Сумма средств, израсходованных заявителем на проведение обязательной сертификации своей продукции, относится на ее себестоимость.

ГЛАВА 16

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ СЕРТИФИКАЦИИ

16.1. Общие положения

Для проведения сертификации продукции в строительстве в рамках Системы сертификации ГОСТ Р заявитель направляет декларацию-заявку на проведение сертификации продукции в соответствующий аккредитованный Госстроем России орган по сертификации или в Центральный орган по сертификации в области строительства.

При наличии нескольких органов по сертификации данной продукции заявитель вправе направить заявку в любой из них.

Перечень аккредитованных органов по сертификации продукции в строительстве Госстрой России публикует в специализированных изданиях.

Орган по сертификации продукции регистрирует заявку, рассматривает ее и сообщает заявителю решение, которое содержит все основные условия проведения сертификации, в том числе указывается, какая испытательная лаборатория будет проводить испытания промышленной продукции или какая экспертная организация — экспертизу проектной продукции, схему сертификации, сроки проведения работы. Орган по сертификации также подготавливает договор на проведение этой работы.

Заявитель после ознакомления с условиями проведения сертификации и при согласии с ними заключает с органом по сертификации договор на ее проведение.

При этом оговариваются условия оплаты проведения испытаний — непосредственно по договору заявителя с испытательной лабораторией или через орган по сертификации.

Все расходы на проведение сертификации продукции, независимо от их результатов, оплачивает заявитель.

Сертификация продукции в строительстве в общем случае включает в себя:

- подачу заявителем декларации-заявки на проведение сертификации продукции;
- рассмотрение декларации-заявки и принятие решения о возможности проведения сертификации, в том числе выбор схемы проведения сертификации;
- определение испытательной лаборатории;
- составление программы и методики проведения сертификации данной продукции;
- отбор, идентификацию образцов (проб);
- проведение испытаний (экспертизы) продукции для целей сертификации;
- анализ состояния (проверка) производства продукции;
- анализ полученных результатов испытаний, проверки производства и принятие решения о возможности выдачи сертификата соответствия и лицензии на право использования знака соответствия;
- сертификацию производства сертифицируемой промышленной продукции или сертификацию системы качества заявителя (если это предусмотрено схемой проведения, в том числе по желанию заявителя);
- оформление, регистрацию сертификата соответствия производства или сертификата соответствия системы качества и внесение сертифицированного производства или сертифицированной системы качества в Государственный Реестр Системы сертифика-

ции ГОСТ Р (если это предусмотрено схемой проведения сертификации);

- выдачу заявителю сертификата соответствия на производство сертифицируемой продукции или систему качества;

- оформление, регистрацию сертификата соответствия на продукцию и внесение сертифицированной продукции в Государственный Реестр Системы сертификации ГОСТ Р;

- выдачу заявителю сертификата соответствия и лицензии на использование знака соответствия (или маркировка продукции знаком соответствия);

- проведение инспекционного контроля за стабильностью сертификационных характеристик (параметров) продукции, сертификационного производства, сертификационной системы качества (если это предусмотрено схемой проведения сертификации);

- информацию о сертификационной продукции, сертификационных производствах и сертификационных системах качества.

Выбор схемы для проведения добровольной сертификации продукции в строительстве осуществляет заявитель по согласованию с органом по сертификации.

Схему проведения обязательной сертификации устанавливает Госстрой России для продукции конкретного вида.

При обязательной сертификации продукции в строительстве, введенной законодательством Российской Федерации, подтверждается ее соответствие обязательным требованиям, обеспечивающим безопасность для жизни, здоровья и имущества людей и охрану окружающей среды, которые установлены в государственных стандартах, строительных нормах и правилах, технических условиях на продукцию, относящуюся к номенклатуре продукции, закрепленную за Госстроем России, или в международных и национальных стандартах других стран в области строительства, введенных в действие на территории Российской Федерации в установленном порядке.

При добровольной сертификации продукции в строительстве подтверждается ее соответствие всем требованиям нормативных документов на эту продукцию, разработанных в соответствии с правилами Государственной системы стандартизации Российской Федерации и системы нормативных документов в строительстве, содержащих требования к продукции, по которым производится ее поставка, и согласованных между поставщиком (заявителем) и заказчиком.

16.2. Проведение работ по сертификации

Проведение сертификации конкретной продукции осуществляется в соответствии с программой и методикой проведения работ по сертификации данной продукции на предприятии-заяви-

теле, разработанной и утвержденной органом по сертификации, выполняющим данную работу, и согласованной с заявителем.

Программа и методика проведения работ по сертификации данной продукции должна учитывать особенности продукции и специфику ее производства и включать в себя этапы выполнения работ по сертификации, порядок и правила их выполнения, в том числе правила принятия решений по результатам испытаний продукции и анализа состояния производства, сроки выполнения отдельных этапов, а также исполнителей данной работы.

Испытания промышленной продукции в строительстве в целях сертификации проводятся в испытательных лабораториях (центрах), аккредитованных Госстроем России в Системе сертификации ГОСТ Р на право проведения испытаний в соответствии с областью их аккредитации, или в испытательных лабораториях (центрах), аккредитованных другими органами федеральной исполнительной власти или надзора и признанных Госстроем России на основе двусторонних соглашений между Госстроем России и этими органами.

Если испытательная лаборатория (центр) аккредитована только на техническую компетентность, то испытания продукции проводятся в присутствии представителя органа по сертификации или уполномоченного им лица (организации).

Испытания строительных конструкций ввиду сложности их доставки в аккредитованные испытательные лаборатории (центры) могут проводиться по решению органа по сертификации и в присутствии его представителя в неаккредитованных организациях, в том числе и у изготовителя, если будет обеспечена необходимая уверенность в правильности проведения испытаний и достоверности полученных результатов.

Решение органа по сертификации о проведении испытаний в неаккредитованной лаборатории должно быть согласовано с Центральным органом по сертификации в области строительства.

Испытания промышленной продукции в строительстве по показателям безопасности, в том числе по санитарно-гигиеническим показателям, и требованиям, обеспечивающим охрану окружающей среды, должны проводиться в испытательных лабораториях (центрах), аккредитованных Госстроем России, при участии представителей соответствующих органов федеральной исполнительной власти или надзора или в аккредитованных лабораториях (центрах) этих органов.

Испытания продукции в целях сертификации проводятся на типовых образцах, конструкция и технология изготовления которых должны быть такими же, как и у продукции, поставляемой потребителю.

Образцы для испытаний и необходимую сопроводительную документацию к ним предоставляет заявитель.

Число испытываемых образцов, порядок их отбора (у изготовителя, в торговле или у потребителя), идентификации и хранения, а также состав сопроводительной документации (включая при необходимости и чертежи конструкций) определяются органом по сертификации и устанавливаются в Порядке проведения сертификации конкретной продукции или в Программе и методике проведения работ сертификации данной продукции.

Образцы серийно выпускаемой продукции отбираются из партий, принятых техническим контролем предприятия-изготовителя, или из потока продукции в соответствии с правилами и в количестве, не меньшем установленного в стандартах или технических условиях на эту продукцию для проведения всех видов периодических и приемосдаточных испытаний, а при постановке промышленной продукции на производство используются опытные образцы или образцы, отобранные из опытной партии.

Отбор образцов продукции производится комиссией, состоящей не менее чем из трех человек, под руководством должностного лица службы технического контроля предприятия-изготовителя и оформляется соответствующим актом.

В состав комиссии должны входить представители предприятия-изготовителя и органа по сертификации. Орган по сертификации может передать свои полномочия при отборе образцов органам надзора, территориальным органам Госстандарта России или аккредитованным испытательным лабораториям (центрам).

Испытания продукции в целях сертификации по показателям безопасности и охраны окружающей среды могут проводиться на опытных образцах при приемочных испытаниях или на образцах первой промышленной партии при квалификационных испытаниях при условии проведения испытаний в аккредитованных испытательных лабораториях (центрах). В этом случае в состав приемочной (квалификационной) комиссии обязательно должен входить представитель органа по сертификации, а при необходимости — представители органов государственного надзора.

Результаты испытаний продукции по показателям безопасности и охраны окружающей среды, проведенных соответствующими подразделениями других уполномоченных органов государственного надзора и управления, аккредитованными в установленном порядке на право проведения этих испытаний, признаются при сертификации продукции в строительстве на основе соглашений о взаимном признании результатов испытаний, заключенных между Госстроем России и этими органами.

Результаты испытаний продукции по показателям безопасности и охране окружающей среды, полученные испытательными организациями других органов федеральной исполнительной власти или органами надзора, с которыми нет соответствующих соглашений о признании результатов испытаний, признаются Гос-

строем России (органами по сертификации), если Госстрой России принимал участие в аккредитации этих испытательных организаций или проведении сертификационных испытаний продукции по этим показателям.

Экспертиза проектной продукции в строительстве в целях сертификации проводится органами по сертификации, аккредитованными в установленном порядке Госстроем России в Системе сертификации ГОСТ Р на право проведения соответствующей экспертизы, или экспертами-аудиторами данной Системы.

Состав проектной продукции, представляемой на экспертизу, и критерии ее оценки зависят от вида, назначения и других особенностей проектируемой продукции и определяются Порядком проведения сертификации проектной продукции, разработанным органом по ее сертификации.

По результатам испытаний промышленной продукции (экспертизы проектной продукции) испытательная лаборатория (экспертная организация или эксперт-аудитор) составляет протокол испытаний (акт экспертизы), который направляется в орган по сертификации продукции, а копия — заявителю.

Анализ состояния производства продукции при проведении ее сертификации проводится с целью определения наличия необходимых и достаточных условий, обеспечивающих стабильность данной продукции по показателям качества, заданных нормативными документами и подтверждаемых при сертификации.

Анализ состояния производства продукции проводится аккредитованными Госстроем России органами по сертификации продукции, если это предусмотрено схемой проведения сертификации.

Порядок и методика проведения анализа состояния производства заявителя устанавливается органом по сертификации продукции в Программе и методике проведения работ по сертификации данной продукции или в отдельном документе — Порядке (методике) проведения анализа состояния производства этой продукции.

Анализ состояния производства конкретной продукции должен предусматривать выявление факторов, влияющих на сертифицируемые характеристики и их стабильность, в том числе определение:

- соответствия технической и технологической документации на продукцию и методы ее испытаний (контроля) требованиям нормативных документов, на соответствие которым проводится сертификация;

- качества и достаточности проведения контроля при производстве продукции, в том числе метрологического обеспечения;

- состояния технологических и производственных операций, определяющих уровень сертифицируемых характеристик и требований в управляемых условиях;

- стабильности соответствия изготавливаемой продукции требованиям нормативных документов с помощью методов регулирования технологических процессов и управления;
- ответственности персонала за обеспечение качества продукции;
- состояния технического обслуживания и ремонта технологического оборудования и др.

По результатам анализа состояния производства составляется отчет о стабильности производства и качества продукции на данном предприятии.

16.3. Документы по сертификации

Сертификат соответствия на продукцию выдается органом по сертификации на типовой представитель (типовой образец) серийно выпускаемой продукции, на партию продукции или на каждое конкретное изделие.]

Орган по сертификации на основании рассмотрения протокола (протоколов) испытания промышленной продукции или акта проектной продукции и анализ результатов проверки производства оформляет сертификат соответствия и выдает его заявителю после внесения сертифицированной продукции в Государственный Реестр Системы сертификации ГОСТ Р.

Формы сертификата соответствия на продукцию в строительстве и лицензии, представляющей право применения знака соответствия, аналогичны принятым в Системе сертификации ГОСТ Р.

Срок действия сертификата соответствия и лицензии на право применения знака соответствия устанавливает орган по сертификации с учетом рассмотрения результатов испытаний (экспертизы), анализа состояния производства, а также сроков действия нормативных документов на продукцию.

При внесении изменения в конструкцию, рецептуру продукции или технологию ее изготовления, которые могут повлиять на сертифицированные параметры продукции, заявитель должен известить об этом орган по сертификации, который принимает решение о необходимости проведения новых испытаний или оценки состояния ее производства.

При введении в нормативный документ новых норм на сертифицированный параметр продукции орган по сертификации, выдавший сертификат соответствия, принимает решение о необходимости проведения новых испытаний или оценки состояния производства этой продукции, о чем заблаговременно извещает изготовителя продукции.

Если изготовитель не принял соответствующих мер по подтверждению соответствия продукции новым требованиям, то орган

по сертификации приостанавливает или прекращает действие сертификата и лицензии, о чем сообщается заявителю.

При выдаче сертификата соответствия на изделие или партию продукции орган по сертификации или по его поручению заявитель маркирует изделие и (или) упаковку, тару, товаросопроводительную и эксплуатационную документацию знаком соответствия.

При выдаче сертификата соответствия на серийно выпускаемую продукцию заявитель маркирует эту продукцию по мере выпуска в течение срока действия сертификата соответствия и (или) тару, упаковку, товаросопроводительную и эксплуатационную документацию под свою ответственность знаком соответствия на основании лицензионного договора (лицензии) между органом по сертификации и изготовителем, если эта продукция реализуется для использования по прямому назначению.

Правила нанесения знака соответствия устанавливаются в Порядке проведения сертификации конкретной продукции и в нормативных документах на нее способами, обеспечивающими четкость изображения знака соответствия, стойкость его к внешним воздействующим факторам, а также долговечность (в течение установленного срока службы или годности продукции).

Документы и материалы, подтверждающие проведение сертификации продукции в строительстве, хранятся в органе по сертификации, выдавшем сертификат соответствия.

Перечень документов и материалов и порядок их хранения в органе по сертификации должны быть установлены в Руководстве по качеству данного органа.

Орган по сертификации ведет учет выданных им сертификатов соответствия.

16.4. Контроль за качеством сертифицированной продукции

Инспекционный контроль за стабильностью сертифицированных параметров выпускаемой промышленной продукции в процессе ее производства осуществляет орган по сертификации, проводивший ранее эти работы, а также Центральный орган по сертификации в области строительства Госстроя России.

Орган по сертификации на договорной основе может привлечь к проведению инспекционного контроля аккредитованные испытательные лаборатории (центры), территориальные органы Госстандарта России, общества потребителей и другие организации или поручить им проведение этой работы.

Содержание и порядок проведения инспекционного контроля устанавливается в Порядке проведения сертификации конкретной продукции. При этом периодичность и объем испытаний про-

дукции при инспекционном контроле должны устанавливаться с учетом результатов статистического контроля выпускаемой продукции.

По результатам инспекционного контроля орган по сертификации может приостановить или аннулировать действие сертификата соответствия или право применять знак соответствия в случаях:

- нарушения требований нормативных документов, на соответствие которым сертифицирована продукция;
- изменения нормативного документа на продукцию или метода испытания;
- изменения конструкции продукции, ее состава, применяемых сырьевых материалов и комплектующих изделий;
- изменения организации и (или) технологии производства продукции;
- невыполнения требований технологии производства, методов контроля и испытаний, системы обеспечения качества и т. п.

Решение о приостановлении действия сертификата соответствия и лицензии на право применения знака соответствия орган по сертификации принимает в том случае, если путем корректирующих мероприятий, согласованных с органом по сертификации, выдавшим сертификат, заявитель может устранить обнаруженные причины несоответствия и подтвердить без повторных испытаний в аккредитованной испытательной лаборатории соответствие продукции нормативным документам. В противном случае сертификат соответствия и лицензия на право применения знака соответствия аннулируются.

Информация о приостановлении (восстановлении) действия или аннулировании сертификата соответствия и лицензии на право применения знака соответствия доводится органом по сертификации до сведения Центрального органа по сертификации в области строительства, заявителя, потребителей и всех участников Системы сертификации данной продукции.

Аннулирование сертификата соответствия и лицензии на право применения знака соответствия действует с момента исключения Госстроем России сертифицированной продукции из Государственного Реестра Системы сертификации ГОСТ Р.

16.5. Подтверждение пригодности новых материалов, конструкций и технологий для применения в строительстве

Порядок подтверждения пригодности новых материалов, изделий, конструкций и технологий для применения в строительстве (утвержден постановлением Госстроя России № 18-23 от 27 марта

1998 г.) устанавливает требования к проведению проверки и подтверждению пригодности для применения в строительстве новых материалов, изделий, конструкций и технологий (далее — Новая продукция), применение которых в строительстве не регламентировано действующими строительными нормами и правилами, государственными стандартами и другими нормативными документами, и является обязательным для федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов государственной экспертизы и надзора, юридических и физических лиц, осуществляющих проектирование, строительство, включая реконструкцию, расширение, техническое перевооружение и ремонт зданий и сооружений, производство и поставку продукции для строительства.

Новая продукция должна быть пригодна для применения в условиях строительства и эксплуатации объектов на территории Российской Федерации.

Пригодность Новой продукции подтверждается техническим свидетельством Госстроя России (далее — Техническое свидетельство).

Техническое свидетельство является документом, разрешающим применение в строительстве на территории Российской Федерации Новой продукции при условии ее соответствия приведенным в свидетельстве требованиям.

Техническое свидетельство выдается с учетом обязательных требований строительных, санитарных, пожарных, промышленных, экологических, а также других норм безопасности, утвержденных в соответствии с действующим законодательством.

Проверке и подтверждению пригодности подлежит Новая продукция, от которой зависят эксплуатационные свойства зданий и сооружений, их надежность и долговечность, безопасность для жизни и здоровья людей, а также окружающей среды, в том числе:

- вновь разработанная на территории Российской Федерации и передаваемая в массовое (серийное) производство, требования к свойствам и условиям применения которой полностью или частично отсутствуют в действующих строительных нормах и правилах, государственных стандартах, технических условиях и других нормативных документах, утвержденных в установленном порядке;

- впервые осваиваемая производством по зарубежным технологиям, если она отличается (по материалам, составу, конструкции и т. д.) от продукции аналогичного назначения, отвечающей требованиям действующей нормативно-технической документации;

- изготавливаемая по зарубежным нормам и стандартам и поставляемая в соответствии с требованиями этих норм и стандартов на территорию Российской Федерации.

Конкретный перечень продукции, подлежащей проверке и подтверждению пригодности для применения в строительстве, приводится в приложении к упомянутому Порядку.

По желанию поставщика или потребителя, а в необходимых случаях по требованию органов контроля и надзора, проверке и подтверждению пригодности с выдачей Технического свидетельства может подлежать также намечаемая для применения в строительстве продукция, которая не вошла в указанный перечень.

Техническое свидетельство подготавливается на основе предоставляемой заявителем технической документации на продукцию, а также анализа результатов дополнительно проведенных испытаний Новой продукции на соответствие условиям строительства и эксплуатации объектов на территории Российской Федерации.

Техническое свидетельство выдается в случае необходимости при наличии заключений органов государственных санитарно-эпидемиологического и пожарного надзоров и экологического контроля, удостоверяющих соответствие Новой продукции требованиям безопасности для жизни и здоровья людей, их имущества и окружающей среды.

Техническое свидетельство на Новую продукцию выдается на бланке установленного Госстроем России образца и имеет обязательное приложение, которое в зависимости от назначения и области применения продукции содержит:

- принципиальное описание продукции, позволяющее ее идентифицировать;
- назначение и допускаемую область применения продукции;
- показатели и параметры, характеризующие надежность и безопасность продукции;
- условия производства, применения и содержания продукции, а также контроля качества, в том числе со стороны органов контроля и надзора;
- перечень документов (заключения, акты экспертизы, отчеты по испытаниям и т. п.), использованных при подготовке Технического свидетельства.

Техническое свидетельство выдает от имени Госстроя России Управление стандартизации, технического нормирования и сертификации Госстроя России (далее — Управление технормирования) по представлению Федерального научно-технического центра сертификации в строительстве Госстроя России (далее — ФЦС), который осуществляет научно-методическое обеспечение, организацию и контроль за выполнением работ по проверке пригодности новой продукции и подготовке материалов, необходимых для выдачи Технических свидетельств.

К проведению этих работ ФЦС привлекает, при необходимости, на основе двусторонних соглашений соответствующие научно-

исследовательские и другие уполномоченные организации (далее — Уполномоченные организации).

Для получения Технического свидетельства заявитель (производитель, поставщик, проектная, строительная или другая организация) представляет в ФЦС или в Уполномоченную организацию заявку произвольной формы с приложением обосновывающих материалов с техническими данными предъявляемой продукции. В состав этих данных могут быть включены (в зависимости от продукции): описание, свойства, характеристики продукции; результаты испытаний; технологические параметры, чертежи продукции; инструкции по установке или монтажу; данные, характеризующие безопасность, надежность продукции, опыт ее применения и т. д.

Срок рассмотрения заявки (материалов) и принятия решения о целесообразности (или нецелесообразности) подготовки Технического свидетельства не должен превышать трех месяцев со дня подачи заявки.

При положительном решении ФЦС или Уполномоченная организация подготавливает программу выполнения работ и проект договора на основе предварительного рассмотрения материалов, приложенных к заявке на получение Технического свидетельства.

Заявитель должен также представить в испытательные лаборатории по указанию ФЦС или Уполномоченной организации необходимое число образцов (проб) продукции для проведения испытаний, а при необходимости — обеспечить проведение испытаний фрагментов конструкций зданий и сооружений.

Число испытываемых образцов, а также требования к испытаниям фрагментов определяются программой проведения работ по подготовке Технического свидетельства.

Испытания проводятся по стандартным и (или) специально разработанным методикам, позволяющим определить основные физико-механические, эксплуатационные и другие свойства Новой продукции, установить ее расчетные характеристики, назначение и область применения, с учетом требований строительных норм и правил, стандартов и других нормативных документов к безопасности, надежности и долговечности строительных конструкций, зданий и сооружений.

Испытания проводят в лабораториях научно-исследовательских институтов или в аккредитованных на проведение соответствующих сертификационных испытаний лабораториях других организаций.

Работы по подтверждению пригодности Новой продукции для применения в строительстве, включая испытания продукции, а также подготовку проекта Технического свидетельства, его экспертизу, редактирование и оформление, выполняются за плату на основании договора с заявителем.

Проект Технического свидетельства, подготовленный Уполномоченной организацией, направляется в ФЦС для экспертизы, редактирования и представления на утверждение в Управление технормирования. Если в результате экспертизы появляется необходимость в доработке проекта, то его возвращают в организацию, представившую проект на рассмотрение. По просьбе этой организации доработку проекта может осуществить ФЦС или другая привлеченная им организация.

Срок действия Технического свидетельства устанавливается Управлением технормирования по представлению ФЦС с учетом результатов работы, проведенной при подготовке Технического свидетельства.

Для продления срока действия Технического свидетельства заявитель должен подать заявку в ФЦС с приложением материалов, свидетельствующих о положительном опыте применения Технического свидетельства за прошедший период. По результатам экспертизы материалов заявки ФЦС составляет заключение о возможности продления срока действия Технического свидетельства или необходимости проведения дополнительных исследований. На основании заключения ФЦС решение о продлении срока действия Технического свидетельства принимает Управление технормирования.

При проведении работ ФЦС и Уполномоченные органы должны обеспечивать конфиденциальность информации, которая может являться предметом коммерческой и производственной тайны заявителя.

Техническое свидетельство не удостоверяет соответствие фактически поставляемой продукции требованиям, приведенным в свидетельстве. Документами, удостоверяющими соответствие фактически поставляемой продукции требованиям Технического свидетельства (при ссылке на него в договоре на поставку), являются:

- документ о качестве, выдаваемый изготовителем (поставщиком) к каждой партии поставляемой продукции на основе данных производственного контроля;
- сертификат соответствия Системы сертификации ГОСТ Р в строительстве или других систем, осуществляющих свою деятельность в установленном законодательством порядке.

Органы государственной вневедомственной экспертизы проектов и смет и органы государственного архитектурно-строительного надзора контролируют наличие Технических свидетельств на применяемую при проектировании и строительстве Новую продукцию, а также ее соответствие требованиям, содержащимся в Техническом свидетельстве.

Новая продукция, не имеющая Технического свидетельства, не должна включаться в каталоги рекомендуемых для применения

в строительстве конструкций, изделий, узлов и архитектурно-строительных решений.

Проектная документация, разработанная с применением Новой продукции, не имеющей Технического свидетельства, не должна включаться в Федеральный фонд проектной документации массового применения.

За применение в строительстве продукции без наличия Технического свидетельства виновные лица привлекаются к ответственности, установленной законодательством Российской Федерации.

16.6. Признание иностранных сертификатов соответствия

Решение о признании в Системе сертификации ГОСТ Р сертификатов соответствия, выданных органами зарубежных и международных организаций на отечественную или импортируемую продукцию в строительстве, принимает Госстрой России или по его поручению орган по сертификации данной продукции, аккредитованный Госстроем России в установленном порядке на право проведения этой работы.

Иностранный сертификат соответствия признается в том случае, если продукция сертифицирована по схеме, принятой в Системе сертификации ГОСТ Р для данной продукции, а ее параметры соответствуют требованиям, установленным в отечественных нормативных документах, на соответствие которым проводится сертификация.

Для признания иностранного сертификата соответствия заявитель направляет в Центральный орган по сертификации заявку, заверенную копию сертификата, нормативные документы на сертифицированную продукцию и методы ее испытания и протоколы испытаний продукции.

При отсутствии в иностранном сертификате подтверждения соответствия параметров, в том числе обязательных для сертификации, установленных в отечественных нормативных документах, по которым проводится сертификация данной продукции в Российской Федерации, заявитель должен провести дополнительные испытания продукции по данным параметрам и представить копию протокола этих испытаний.

Испытания по просьбе заявителя могут быть проведены в испытательных лабораториях (центрах), аккредитованных Госстроем России.

На основании анализа полученных документов Госстрой России (Центральный орган по сертификации в области строительства) принимает решение о признании или непризнании иностранного сертификата соответствия.

Особенности процедуры признания иностранного сертификата на конкретную продукцию в строительстве устанавливаются в Порядке проведения сертификации этой продукции.

При осуществлении процедуры признания иностранного сертификата соответствия на продукцию в строительстве Госстрой России (органы по сертификации) может провести повторные испытания продукции в полном объеме, предусмотренном Порядком проведения сертификации данной продукции, или по отдельным параметрам. В этом случае заявитель по требованию Госстроя России (органов по сертификации) должен предоставить образцы продукции в количестве, необходимом для проведения испытаний.

В случае признания иностранного сертификата соответствия на продукцию в строительстве Госстрой России (органы по сертификации) выдает сертификат соответствия установленного в Системе сертификации ГОСТ Р образца, а продукция заносится в Государственный Реестр Системы сертификации ГОСТ Р в установленном порядке.

Все работы по признанию сертификатов соответствия, в том числе рассмотрение заявки, перевод необходимых документов, анализ состояния производства, испытания продукции, инспекционный контроль, оплачивает заявитель.

ГЛАВА 17

ОРГАНЫ ПО СЕРТИФИКАЦИИ

17.1. Структура органов по сертификации и их функции

Сертификацию продукции в строительстве, в том числе импортируемой в Россию, проводят органы по сертификации, аккредитованные Госстроем России в Системе сертификации ГОСТ Р на право проведения сертификации, а при их отсутствии — Центральный орган по сертификации в области строительства.

Организационную структуру служб сертификации в строительстве в Системе сертификации ГОСТ Р образуют:

- Госстандарт России — национальный орган Российской Федерации по сертификации;
- Госстрой России — Центральный орган по сертификации в области строительства;
- Федеральный научно-технический Центр сертификации в строительстве Госстроя России, осуществляющий по поручению Центрального органа по сертификации в области строительства научно-методическое и практическое обеспечение работ по сертификации в строительстве;

- органы по сертификации продукции;
- испытательные лаборатории (центры).

Госстандарт России и другие государственные органы управления Российской Федерации, на которые законодательными актами Российской Федерации возлагаются организация и проведение работ по обязательной сертификации, в пределах своей компетенции:

- создают системы сертификации однородной продукции и устанавливают правила процедуры и управления для проведения сертификации в этих системах;
- осуществляют выбор способа подтверждения соответствия продукции требованиям нормативных документов (формы сертификации);
- определяют центральные органы систем сертификации;
- аккредитуют органы по сертификации и испытательные лаборатории (центры) и выдают им разрешения на право проведения определенных работ (лицензии на проведение определенных видов работ);
- ведут государственный реестр участников и объектов сертификации;
- устанавливают правила признания зарубежных сертификатов, знаков соответствия и результатов испытаний;
- устанавливают правила аккредитации и выдачи лицензий на проведение работ по обязательной сертификации;
- осуществляют государственный контроль и надзор и устанавливают порядок инспекционного контроля за соблюдением правил сертификации за сертифицированной продукцией;
- рассматривают апелляции по вопросам сертификации;
- выдают сертификаты и лицензии на применение знака соответствия.

Деятельность органа по сертификации осуществляется на основе лицензии или лицензионного договора, заключенного с Госстроем России.

Органы по сертификации проводят сертификацию по заявкам организаций и предприятий, изготавливающих или поставляющих данную продукцию (осуществляющих услуги и т.д.), на соответствие требованиям, установленным в государственных стандартах и технических условиях на продукцию (услуги), включая область ее применения (соответствие назначению), или приведенным в строительных нормах и правилах расчетным и другим характеристикам, а также на соответствие требованиям международных и национальных стандартов зарубежных стран.

Органы по сертификации продукции в строительстве проводят сертификацию однородной продукции или групп однородной продукции по всему комплексу показателей, установленных нормативными документами, а также различных видов продукции

массового применения, в том числе продукции из местных материалов, выпускаемой, как правило, в соответствующем регионе.

Органом по сертификации продукции, работ, услуг, производств, систем качества в строительстве может быть организация любой формы собственности, имеющая статус юридического лица, не обладающая властными (контрольными) функциями, не зависящая от изготовителей и потребителей продукции (работы, услуги) и не имеющая административного или иного влияния на результаты сертификационной деятельности, являющаяся третьей стороной по отношению к ним, обладающая необходимой компетенцией в области разработки, изготовления и сертификации данной продукции, работ, услуг, производств, систем качества в строительстве.

Испытательные лаборатории (центры), аккредитованные в Системе сертификации ГОСТ Р и проводящие испытания продукции в строительстве, могут находиться в составе органов по сертификации или не входить в их состав, а взаимодействовать с ними на основе договоров.

Приказ о создании органа по сертификации и подготовке его к аккредитации должен содержать распределение функций между структурными подразделениями органа, устанавливая их обязанности и ответственность при подготовке к аккредитации.

В приказе также следует персонально указать должностных лиц, ответственных за проведение определенных работ по подготовке продукции к аккредитации, а также за связь с Госстроем России.

Центральный орган по сертификации рассматривает заявку и проводит экспертизу представленных документов с целью установления соответствия органа по сертификации требованиям Системы сертификации ГОСТ Р, предъявляемым к органам сертификации. При положительных результатах экспертизы Центральный орган по сертификации готовит приказ (распоряжение) о назначении комиссии Госстроя России по проверке соответствия органа по сертификации требованиям Системы сертификации ГОСТ Р и программу работы комиссии по проверке органа по сертификации, а при отрицательных результатах экспертизы — решение с мотивированным отказом в проведении аккредитации.

Структура органа по сертификации может предусматривать наличие самостоятельных подразделений, проводящих работы по сертификации отдельных групп продукции или отдельных видов деятельности, например, проводящих инспекционный контроль за сертифицированной продукцией, производством, системой качества.

Указанные подразделения проводят необходимые работы и готовят решения по ним. Окончательные решения по вопросам выдачи сертификатов соответствия, знаков соответствия и лицен-

зий на пользование ими принимает только руководство органа по сертификации.

Основной функцией органа по сертификации в строительстве является проведение сертификации продукции, услуг, производств, систем качества объектов сертификации в соответствии с областью его аккредитации, в том числе:

- прием и рассмотрение заявок на сертификацию и принятие решения по ним;

- выбор схемы сертификации, определение процедуры проведения сертификации в соответствии с документами, устанавливающими порядок и правила проведения сертификации объектов сертификации в строительстве;

- организация и проведение сертификации объектов сертификации, включая организацию и проведение сертификационных испытаний, анализ состояния производства, принятие решений по результатам испытаний и анализа состояния производства и т. п.;

- оформление сертификатов соответствия, их учет и передача в Центральный орган по сертификации в области строительства для внесения в Государственный Реестр Системы сертификации;

- выдача заявителям сертификатов соответствия и лицензий на применение сертификатов соответствия и знака соответствия;

- организация и проведение инспекционного контроля за сертифицированной продукцией, сертифицированными производством, сертифицированными системами качества;

- ведение учета сертифицированной продукции и подготовка публикаций по результатам сертификации;

- отмена или приостановление действия выданных им сертификатов соответствия.

Функциями органа по сертификации в строительстве также являются:

- формирование фонда нормативных документов, используемых при сертификации, своевременная их актуализация;

- разработка и ведение организационно-методических документов, устанавливающих порядок и правила функционирования органа по сертификации, в том числе устанавливающих порядок и правила проведения сертификации данной продукции, порядок и правила проведения сертификации производства данной продукции, порядок и правила сертификации систем качества изготовителя или производителя работ;

- сбор, хранение, анализ и систематизация информации об уровне качества сертифицированных отечественных и зарубежных объектов сертификации;

- взаимодействие с заявителями по своевременной корректировке качества сертифицированных объектов сертификации при изменении требований нормативных документов.

Кроме перечисленных выше функций орган по сертификации в строительстве может:

- осуществлять по поручению Центрального органа по сертификации работы по признанию зарубежных сертификатов и иных свидетельств соответствия;

- участвовать в работе международных и отечественных организаций по сертификации, испытаниям, оценке и контролю качества продукции;

- проводить семинары по вопросам сертификации и качества продукции.

Орган по сертификации в строительстве должен иметь комплект правовых и организационно-методических документов, обеспечивающих его функционирование в Системе сертификации ГОСТ Р при проведении работ по сертификации продукции, работ, услуг, производств и систем качества:

- положение об органе по сертификации с областью аккредитации;

- руководство по качеству проведения работ по сертификации;

- порядок проведения сертификации объектов сертификации, закрепленных за органом по сертификации, в том числе порядок (методику) проведения сертификации производства; порядок (методику) проведения сертификации систем качества изготовителей продукции, производства работ, закрепленных за органом по сертификации;

- должностные инструкции персонала органа по сертификации.

17.2. Требования, предъявляемые к органу по сертификации

Орган по сертификации в строительстве в своей деятельности должен руководствоваться действующим законодательством Российской Федерации, организационно-методическими документами Госстандарта России и Госстроя России, относящимися к Системе сертификации ГОСТ Р, Положением об органе по сертификации и документами, устанавливающими порядок и правила проведения сертификации продукции, работ, услуг, производств, систем качества.

Руководитель органа по сертификации и специалисты, осуществляющие руководство работами по основным видам (направлениям) деятельности органа, включая работы по испытаниям и инспекционному контролю за сертифицированными объектами сертификации, как правило, должны быть аттестованными экспертами-аудиторами Системы сертификации ГОСТ Р.

Назначение на должность и освобождение от должности руководителя органа по сертификации в строительстве согласовываются с Госстроем России.

Контроль за деятельностью органа по сертификации в строительстве осуществляет Госстрой России.

При нарушении органом по сертификации требований Системы сертификации ГОСТ Р при исполнении им своих функций Госстрой России может приостановить, а в случае грубых нарушений — отменить действие аттестата аккредитации и исключить орган по сертификации из Государственного Реестра Системы сертификации ГОСТ Р.

Организация, претендующая на аккредитацию и функционирование в качестве органа по сертификации продукции, работ, услуг, производств, систем качества в строительстве в Системе сертификации ГОСТ Р, должна располагать необходимыми средствами и документированными процедурами, позволяющими проводить сертификацию в строительстве, включая:

- квалифицированный и прошедший специальную подготовку персонал;
- фонд нормативных документов на продукцию, работы, услуги, производство, системы качества и методы испытания;
- организационно-методические документы, устанавливающие порядок и правила проведения сертификации данной продукции, работ, услуг, производств, систем качества, порядок проведения инспекционного контроля за сертифицированной продукцией, сертифицированным производством, сертифицированными системами качества;
- реестр сертифицированной продукции, работ, услуг, производств, систем качества;
- организационные и экономические возможности (условия) для проведения работ по сертификации, в том числе для проведения анализа состояния производства и инспекционного контроля.

Орган по сертификации в строительстве должен быть укомплектован постоянным штатом специалистов, имеющих соответствующее образование, профессиональную подготовку, в том числе специальную, а также квалификацию и опыт работы в разработке (проектировании) продукции, технологии ее изготовления, проведении испытаний и контроля качества.

Орган по сертификации должен иметь систему регистрации выполнения процедур сертификации и их протоколирования, которые должны показывать, каким образом была выполнена каждая процедура сертификации, включая регистрацию деклараций-заявок, решений, принятых по ним, проведение сертификационных испытаний, анализа состояния производства, инспекционного контроля и т. п.

Кроме того, орган по сертификации должен иметь систему контроля нормативной документации, включающую в себя своевременное внесение изменений в действующую документацию, изъятие устаревшей документации, обеспечение вновь разрабо-

танной документацией, а также наличие документации на рабочих местах.

Положение об органе по сертификации, как правило, должно содержать следующие разделы.

Область аккредитации. В этом разделе устанавливается номенклатура сертифицируемых объектов сертификации и сертифицируемых параметров, перечень стандартов и иной нормативной документации, на соответствие которой осуществляется сертификация, а также на методы испытаний.

Юридический статус, административная и организационная структура органа по сертификации. В этом разделе приводятся сведения, подтверждающие независимость аккредитуемого органа, а также его структура, распределение обязанностей между подразделениями, кадровый состав органа по сертификации.

Функции органа по сертификации. В этом разделе определяются все основные функции, необходимые для успешного исполнения принятых обязательств, в том числе для выполнения работ по сертификации, организации инспекционного контроля за стабильностью качества сертифицированных объектов сертификации, информационного обеспечения, подготовки кадров, признания зарубежных сертификатов соответствия и т. д.

Права, обязанности и ответственность органа по сертификации. В этом разделе предусматривается право органа по сертификации устанавливать порядок сертификации соответствующих объектов сертификации, порядок и сроки проведения инспекционного контроля, право приостанавливать действие или лишать заявителя сертификата соответствия при нарушении им требований сертификации либо установленных лицензией финансовых обязательств лицензиата. Устанавливается обязанность органа по сертификации соблюдать все требования Системы сертификации ГОСТ Р при проведении работ по сертификации, в том числе соблюдение конфиденциальности, а также ответственность за правильностью проведения процедуры сертификации и объективностью принятых решений.

Взаимодействие органа по сертификации с другими организациями. В этом разделе указывается схема взаимодействия органа по сертификации с Госстроем России, испытательными лабораториями (центрами), заявителями, органами Госстандарта России и другими организациями, участвующими в процессе сертификации.

Порядок оплаты работ по сертификации. В этом разделе указываются порядок и условия оплаты работ по сертификации, закрепленных объектов сертификации.

Сведения об экспертах-аудиторах. Этот раздел должен содержать информацию о наличии в органе по сертификации экспертов-аудиторов Системы сертификации ГОСТ Р (штатных и внештатных), сведения об их образовании, ученой степени и опыте

работы в области сертификации, стандартизации и управления качеством продукции.

Порядок проведения работ по сертификации конкретной продукции разрабатывается на основе РДС 10-232. Он должен устанавливать все необходимые аспекты проведения работ по сертификации продукции, включенной в область аккредитации, в том числе подачу и рассмотрение заявок на сертификацию, принятие решений по ним, отбор и предоставление образцов продукции (проб) на испытания, программу испытаний образцов и анализ состояния производства, инспекционный контроль, подачу и рассмотрение апелляций, финансовые обязательства, информационное обеспечение, перечень организаций — участников системы сертификации данной продукции, если это не установлено Положением об органе по сертификации, а также другие сведения, необходимые для эффективного проведения работ по сертификации.

17.3. Аккредитация органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров)

Область деятельности органов по сертификации определяется аккредитационными документами.

Аккредитация Госстроем России в Системе сертификации ГОСТ Р организации, претендующей на признание ее правомочности проводить сертификацию объектов сертификации в строительстве, является официальным признанием ее в качестве органа по сертификации в области строительства.

Область аккредитации органа по сертификации в строительстве включает в себя номенклатуру сертифицируемых объектов, характеристики (параметры), подтверждаемые при сертификации, перечень нормативных документов, на соответствие которым проводится сертификация, и перечень нормативных документов на методы испытаний.

В качестве органа по сертификации могут быть аккредитованы организации, обладающие необходимой компетентностью, в том числе научно-исследовательские и проектные институты, проектно-конструкторские бюро, акционерные компании как открытого, так и закрытого типа, если они отвечают требованиям независимости от изготовителей и потребителей продукции в строительстве.

Не могут быть аккредитованы в качестве органов по сертификации организации, входящие в объединения, которые включают в себя изготовителей или потребителей продукции, даже если эти организации не находятся в прямой административной зависимости от руководства объединения.

Аккредитация органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров) осуществляется в целях:

- подтверждения компетентности органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров), выполняющих работы в определенной области подтверждения соответствия;
- обеспечения доверия изготовителей, продавцов и потребителей продукции к деятельности аккредитованных органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров);
- создания условий для признания результатов деятельности аккредитованных органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров).

Аккредитация органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров), выполняющих работы по подтверждению соответствия, осуществляется на основе принципов:

- добровольности;
- открытости и доступности правил аккредитации;
- компетентности и независимости органов, осуществляющих аккредитацию;
- недопустимости ограничения конкуренции и создания препятствий пользования услугами аккредитованных органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров);
- обеспечения равных условий для всех лиц, претендующих на получение аккредитации;
- недопустимости совмещения полномочий по аккредитации и подтверждению соответствия;
- недопустимости установления территориальных пределов действия документов об аккредитации;
- неразглашения конфиденциальной информации.

Инспекционный контроль за деятельностью аккредитованного органа по сертификации в строительстве осуществляет Госстрой России в порядке, установленном Системой сертификации ГОСТ Р.

Технические барьеры, возникающие в международной торговле из-за нестыковки требований национальных систем сертификации и аккредитации, активизировали деятельность многих международных организаций, направленную на преодоление этих барьеров и создание международных систем стандартизации, сертификации и аккредитации.

Крупнейшей международной организацией такого типа является Генеральное соглашение по тарифам и торговле (ГАТТ). Его участниками являются около 100 стран, для которых разработаны единые рекомендации в области стандартизации и сертификации.

Необходимость сотрудничества в области сертификации и использование сертификации как средства, способствующего сближению и расширению торговых связей стран, не вызывает ни у кого сомнения.

Ведущее место в области организационно-методического обеспечения сертификации принадлежит Международной организа-

ции по стандартизации — ИСО, в которой был создан комитет по сертификации — СЕР-ТИКО, переименованный затем в Комитет по оценке соответствия (КАСКО).

Другая международная организация по сертификации — ИЛАК (международная конференция по аккредитации испытательных лабораторий) — ежегодно проводит международные форумы для обмена информацией и опытом по вопросам взаимного признания результатов испытаний, аккредитации лабораторий, оценки качества результатов испытаний. ИЛАК занимается также издательской деятельностью по вопросам сертификации и тесно сотрудничает с КАСКО, ЕЭС, ОНН, ГАТТ и другими международными организациями.

Любая продукция, изготовленная и проданная на законном основании в стране, являющейся членом ЕЭС, должна быть допущена на рынки других стран сообщества.

В целях рационализации деятельности органов по оценке соответствия для обеспечения свободного распространения товаров и услуг в Европе в 1990 г. был создан международный орган Европейская организация по испытаниям и сертификации (ЕОИС). Функцией этого органа является рассмотрение деклараций о соответствии, установление критериев взаимного признания сертификатов, реализация правил сертификации. Основной принцип в работе: продукция, услуги и технологические процессы, прошедшие испытания в одной из стран, не нуждаются в повторных испытаниях и сертификации.

Стремление России интегрироваться в мировую экономику, вступить во Всемирную торговую организацию (ВТО) ставит задачу гармонизации деятельности по сертификации и в целом по контролю безопасности и качества продукции с принятыми в мировой практике процедурами и нормами.

ГЛАВА 18

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СЕРТИФИКАЦИЯ

18.1. Понятие и принципы экологической экспертизы

Федеральный закон «Об экологической экспертизе» от 23.11.95 № 174-ФЗ, регулирующий отношения в области экологической экспертизы, направлен на реализацию конституционного права граждан Российской Федерации на благоприятную окружающую среду посредством предупреждения негативных воздействий хозяйственной и иной деятельности человека на окружающую природную среду и предусматривает в этой части реализацию конституционного права субъектов Российской Федерации на совме-

стное с Российской Федерацией ведение вопросов охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности.

Экологическая экспертиза — установление соответствия намечаемой хозяйственной и иной деятельности экологическим требованиям и определение допустимости реализации объекта экологической экспертизы в целях предупреждения возможных неблагоприятных воздействий этой деятельности на окружающую природную среду и связанных с ними социальных, экономических и иных последствий реализации объекта экологической экспертизы.

Экологическая экспертиза основывается на принципах:

- презумпции потенциальной экологической опасности любой намечаемой хозяйственной и иной деятельности человека;
- обязательности проведения государственной экологической экспертизы до принятия решений о реализации объекта экологической экспертизы;
- комплексности оценки воздействия на окружающую природную среду хозяйственной и иной деятельности человека и ее последствий;
- обязательности учета требований экологической безопасности при проведении экологической экспертизы;
- достоверности и полноты информации, представляемой на экологическую экспертизу;
- независимости экспертов экологической экспертизы при осуществлении ими своих полномочий в области экологической экспертизы;
- научной обоснованности объективности и законности заключений экологической экспертизы;
- гласности, участия общественных организаций (объединений), учета общественного мнения;
- ответственности участников экологической экспертизы и заинтересованных лиц за организацию, проведение, качество экологической экспертизы.

В Российской Федерации осуществляются государственная экологическая экспертиза и общественная экологическая экспертиза.

Государственная экологическая экспертиза организуется и проводится специально уполномоченными государственными органами в области экологической экспертизы в порядке, установленном Федеральным законом «Об экологической экспертизе» от 23.11.95 № 174-ФЗ и нормативными правовыми актами Российской Федерации, а также нормативными правовыми актами субъектов Российской Федерации. Государственная экологическая экспертиза проводится на федеральном уровне и уровне субъектов Российской Федерации.

Обязательной государственной экологической экспертизе, проводимой на федеральном уровне, подлежат материалы, которые утверждают органы государственной власти Российской Федера-

ции и которые предшествуют разработке прогнозов развития и размещения производительных сил на территории Российской Федерации, в том числе технико-экономические обоснования и проекты строительства, реконструкции, расширения, технического перевооружения, консервации и ликвидации организаций и иных объектов хозяйственной деятельности Российской Федерации и другие проекты, независимо от их сметной стоимости, ведомственной принадлежности и форм собственности, осуществление которых может оказать воздействие на окружающую природную среду в пределах территории двух и более субъектов Российской Федерации, включая материалы по созданию гражданами и юридическими лицами Российской Федерации с участием иностранных граждан или иностранных юридических лиц организаций, объем иностранных инвестиций в которые превышает 500 тыс. долл.

Обязательной государственной экологической экспертизе, проводимой на уровне субъектов Российской Федерации, подлежат все виды градостроительной документации, в том числе:

- проекты рекультивации земель, нарушенных в результате геологоразведочных, добычных, взрывных и иных видов работ;
- технико-экономические обоснования и проекты строительства, реконструкции, расширения, технического перевооружения, консервации и ликвидации организаций и иных объектов хозяйственной деятельности, независимо от их сметной стоимости, ведомственной принадлежности и форм собственности, расположенных на территории соответствующего субъекта Российской Федерации, за исключением объектов хозяйственной деятельности, находящихся в ведении Российской Федерации, включая материалы по созданию гражданами или юридическими лицами Российской Федерации с участием иностранных граждан или иностранных юридических лиц организаций, объем иностранных инвестиций в которые не превышает 500 тыс. долл.

Общественная экологическая экспертиза организуется и проводится по инициативе граждан и общественных организаций (объединений), а также по инициативе органов местного самоуправления общественными организациями (объединениями), основным направлением деятельности которых в соответствии с их уставами является охрана окружающей природной среды, в том числе организация и проведение экологической экспертизы, и которые зарегистрированы в порядке, установленном законом.

18.2. Система экологической сертификации

Возрастающий интерес мировой общественности к охране окружающей среды потребовал обеспечения общности методического подхода к решению этой проблемы, которое достигнуто разработкой соответствующих международных стандартов.

Международная организация по стандартизации (ИСО), учитывая тенденции мирового развития, в частности необходимость перехода к концепции устойчивого развития, приняла решение о создании Технического комитета ИСО по тематическому направлению «Управление окружающей средой», или «Экологическое управление». Он разработал комплекс международных стандартов ИСО 1400.

Вновь созданный комитет ИСО тесно взаимодействует с ИСО «Управление качеством продукции», поскольку системы управления качеством продукции и системы управления качеством окружающей среды как объекты стандартизации имеют много сходств.

Система экологического управления (СЭУ) — организационно-техническая система, состоящая из комплекса средств обеспечения, планировки, контроля, управления охраной окружающей среды в процессе хозяйственной деятельности предприятия или на всех стадиях жизненного цикла продукции предприятия. В стандартах ИСО 14000 СЭУ определяется как составная часть общей системы административного управления предприятия.

В рамках комплекса стандартов ИСО 14000 разрабатываются также стандарты по экологической маркировке продукции, призванные создать единую нормативную базу в этой области, способствующую преодолению торговых барьеров.

В отечественной практике работ по сертификации получил распространение термин «экологическая сертификация» применительно к сертификации продукции на соответствие обязательным требованиям государственных стандартов на продукцию в части требований по охране окружающей среды или экологических требований. Понятие «экологическая сертификация» распространяется и на экологические опасные производства и технологические процессы, а также на продукцию, обладающую определенными преимуществами в отношении экологической чистоты и производимую с использованием ресурсосберегающих и безотходных технологий. Продукция, получившая подтверждение проведенных испытаний, может маркироваться специально установленным знаком или этикеткой. Правила маркирования экологически чистой продукции установлены во многих странах, накопивших многолетний опыт пользования экологической маркировки.

Система экологической сертификации (далее — Система) в России предназначена для обязательной и добровольной экологической сертификации (экосертификации).

Экосертификация проводится с целью создания экономико-правового механизма по реализации закрепленного в Конституции РФ права граждан на благоприятную окружающую среду.

Экосертификация способствует:

- внедрению экологически безопасных технологических процессов и оборудования;

- производству экологически безопасной продукции на всех стадиях ее жизненного цикла, повышению ее качества и конкурентоспособности;

- созданию условий для организации производств, отвечающих установленным экологическим требованиям;

- совершенствованию управления хозяйственной и иной деятельностью;

- предотвращению ввоза в страну экологически опасных продукции, технологий, отходов, услуг;

- интеграции экономики страны в мировой рынок и выполнению международных обязательств.

Для создания правовой базы организации и проведения работ по экосертификации Министерство природных ресурсов Российской Федерации (МПР России) формирует Систему, включающую в себя:

- комплекс нормативных документов, устанавливающих принципы, нормативы и правила экосертификации;

- систему органов, обеспечивающих организационно-методическое руководство деятельностью по проведению экосертификации, аттестацию экспертов-аудиторов и аккредитацию органов по экосертификации, проведение экосертификации, инспекционного контроля и информационное обслуживание;

- реестр Системы для учета органов по экосертификации, сертифицированных объектов, выданных экосертификатов.

Система предусматривает проведение обязательной и добровольной сертификации.

Экосертификация проводится в обязательном порядке в случаях, предусмотренных законодательством Российской Федерации и законодательными актами республик в составе Российской Федерации. Добровольная сертификация в рамках Системы осуществляется в тех случаях, по которым в законодательных актах Российской Федерации не предусмотрено проведение обязательной сертификации. Она проводится по инициативе заявителя на основе договора между органом по сертификации и заявителем.

Система строится на следующих принципах:

- наличие собственной организационной структуры;

- независимость органов по экосертификации от участвующих сторон;

- установление собственных правил и процедур управления для проведения экосертификации;

- взаимодействие на основе соглашений с иными системами сертификации (Система сертификации ГОСТ Р, Система гигиенической сертификации и др.);

- бездискриминационный доступ к участию в Системе;

- развитие Системы для проведения работ по отдельным конкретным группам объектов экосертификации;

- открытость и отсутствие ограничений на организацию и проведение экосертификации в государствах СНГ и других странах.

Механизм обеспечения реализации цели экосертификации включает в себя:

- установление требований по обеспечению экологической безопасности;
- контроль за соблюдением установленных требований;
- меры правового и экономического воздействия и поощрения для обеспечения выполнения требований по обеспечению экологической безопасности.

В рамках Системы предусматривается выполнение следующих функций:

- формирование политики в области экосертификации;
- экосертификация объектов;
- аккредитация органов по экосертификации;
- аккредитация испытательно-аналитических лабораторий (центров):
 - подготовка и аттестация экспертов-аудиторов Системы;
 - повышение квалификации специалистов в области экосертификации;
 - обеспечение информационных и консультационно-методических услуг, необходимых для функционирования Системы;
 - обеспечение на основе заключаемых соглашений с другими системами сертификации взаимного признания сертификатов, аттестатов, знаков соответствия и результатов испытаний и анализов;
 - разработка и актуализация нормативно-методической документации, используемой в рамках Системы, и ее экспертиза;
 - ведение Реестра Системы;
 - взаимодействие и гармонизация деятельности с международными, национальными и другими системами сертификации;
 - осуществление инспекционного контроля.

В Системе проводятся:

- добровольная сертификация объектов окружающей среды, природных ресурсов, отходов производства и потребления, технологических процессов, товаров (работ, услуг), предназначенных для обеспечения экологической безопасности и предупреждения вреда окружающей природной среде;
- обязательная сертификация экологической безопасности производств предприятий и организаций оборотных отраслей промышленности, использующих экологически вредные технологии.

В соответствии с Законом «О техническом регулировании» наряду с добровольной и обязательной сертификацией обязательное подтверждение соответствия может осуществляться в форме принятия декларации о соответствии.

Декларирование соответствия осуществляется по одной из следующих схем:

принятие декларации о соответствии на основании собственных доказательств;

принятие декларации о соответствии на основании собственных доказательств, доказательств, полученных с участием органа по сертификации и (или) аккредитованной испытательной лаборатории (центра).

ГЛАВА 19

АТТЕСТАЦИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Подготовка квалифицированных специалистов и постоянное повышение их профессионального уровня является одним из основных факторов, обуславливающих качественное выполнение строительных работ и, как следствие, долговечность зданий и сооружений.

В России, где в последнее время резко снизилось качество строительных работ, особое значение придается повышению профессионального уровня строителей. Одной из причин этого явилось разрушение действовавшей длительное время достаточно эффективной системы повышения квалификации специалистов строительной отрасли.

Жизнь требует возрождения системы повышения квалификации инженеров-строителей, но на более высоком качественном уровне, а так как Россия стремится к интеграции в международное сообщество, то необходимо учитывать международные нормы и требования.

В соответствии с Типовым положением об образовательном учреждении дополнительного профессионального образования (повышения квалификации) специалистов целью повышения квалификации является обновление теоретических и практических знаний специалистов в связи с повышением требований к уровню квалификации и необходимости освоения современных методов решения профессиональных задач, в том числе с учетом международных требований и стандартов.

В настоящее время в строительной отрасли России действуют несколько видов аттестации:

- предлицензионная;
- должностная;
- с учетом международных стандартов и критериев;
- международная.

Предлицензионная аттестация осуществляется в процессе подачи заявки на получение лицензии на строительную деятельность.

В соответствии с регламентирующими документами по лицензированию предусматривается периодическое (не реже одного раза в пять лет) повышение квалификации с последующей аттестацией. Как правило, предлицензионная аттестация осуществляется путем компьютерного тестирования.

Однако компьютерное тестирование не может дать объективной оценки профессионального уровня, так как оставляет (и во многих случаях реализует) возможность случайного правильного ответа на вопрос. Поэтому Международное строительное сообщество в лице Международного института инженеров-строителей (МИИС), объединяющего все высокоразвитые страны планеты, не признает компьютерное тестирование в качестве способа оценки профессионального уровня специалистов.

В соответствии с действующими положениями предлицензионной аттестации должна предшествовать предлицензионная подготовка (обучение) специалистов, осуществляемая по специальным программам аккредитованными соответствующим образом учебными центрами.

Должностная аттестация осуществляется самостоятельно строительными организациями и предприятиями строительной индустрии. Она проводится в целях установления соответствия инженерно-технических работников занимаемой должности, улучшения работы по подбору и расстановке кадров, мотивирования работников к повышению квалификации и эффективной деятельности, роста их трудовой активности, обеспечения зависимости заработной платы от результатов труда.

Аттестация проводится, как правило, в каждой организации и на каждом предприятии по разработанным положениям, учитывающим специфику выполняемых работ, особенности выпускаемой продукции, особенности должностных обязанностей и т. п.

Профессиональной аттестации подлежат инженерно-технические работники всех уровней организаций и предприятий, занятых в инвестиционно-строительной сфере.

Аттестация может быть очередной или внеочередной.

Очередная аттестация проводится периодически; при этом аттестации подлежат все руководители и специалисты не реже одного раза в три года.

Внеочередная аттестация может проводиться как для отдельных категорий инженерно-технических работников, так и для всех работников. Она может быть назначена в целях:

- выявления причин неудовлетворительной работы аттестуемого (организации или предприятия в целом) и подготовки аргументированных рекомендаций по их устранению;
- обоснования решений о должностных перемещениях работника, изменения оплаты его труда, повышения квалификации, при отборе на учебу;

- повторной аттестации работника.

Работу по организации и проведению аттестации работников осуществляет служба по управлению персоналом (отдел управления кадрами и трудовыми отношениями).

Аттестационная комиссия формируется из числа руководящих работников квалифицированных специалистов организации или предприятия. С целью повышения объективности оценки профессионального уровня инженерно-технических работников в состав аттестационной комиссии рекомендуется включать преподавателей высших учебных заведений строительного профиля, сотрудников научно-исследовательских и проектных институтов, высококвалифицированных представителей организаций, контролирующих качество строительных работ и продукции. Председателем комиссии назначается независимый член комиссии.

Аттестация инженерно-технических работников проводится по приказу руководителя организации или предприятия в соответствии с утвержденным графиком.

Процедура проведения аттестации осуществляется в три этапа:

- подготовка к проведению аттестации;
- аттестация работника;
- принятие решения по результатам аттестации.

На подготовительном этапе кадровой службой проводится разъяснительная работа о целях и порядке прохождения аттестации, доводится до работников график прохождения аттестации (за один месяц до даты аттестации), готовятся требуемые документы, проводится оценка деловых и личностных качеств аттестуемых.

С учетом специфики производственной деятельности организации или предприятия, технической оснащенности и наличия необходимых специалистов в кадровых службах руководство может самостоятельно принимать решение об использовании различных методов оценки работников при проведении аттестации.

На каждого работника, подлежащего аттестации, готовятся следующие документы:

- аттестационный лист;
- отзыв-характеристика непосредственного руководителя о деятельности аттестуемого работника;
- документы предыдущей аттестации.

При необходимости в комиссию предоставляются результаты изучения личностных особенностей работника.

Руководитель, составивший отзыв-характеристику на подчиненного, несет ответственность за объективность подготовленных документов.

Аттестуемому работнику предоставляется возможность заранее, не менее чем за две недели до дня аттестации, ознакомиться под роспись с этими документами.

На заседание комиссии по аттестации приглашаются аттестуемый и его непосредственный руководитель.

Члены комиссии знакомятся с материалами, предоставленными на всех работников, подлежащих аттестации, заслушивают аттестуемого о его работе, реализации своих возможностей, а также мнение непосредственного руководителя о его деятельности. Заседания комиссии проходят в обстановке объективности, доброжелательности и высокой требовательности.

Оценка работы производится с учетом исполнения работником своих обязанностей, уровня его квалификации, эффективности и качества выполняемых работ.

Оценка профессионального уровня инженерно-технических работников осуществляется по трем направлениям:

- профессиональные качества (профессиональные знания, опыт практической работы и др.);
- деловые качества (ответственность и исполнительность, организованность, инициативность, творческий подход к делу, дисциплинированность и др.);
- личные качества (доброжелательность, умение работать с людьми, коммуникабельность, общая культура и др.).

Оценка каждого качества может осуществляться в баллах.

Анализ итоговых баллов по каждому направлению качеств позволяет оценивать степень соответствия профессионально значимых качеств аттестуемого требованиям занимаемой должности, определять проблемы, существующие в сфере деятельности работника, намечать пути их корректирования.

На основании предоставленных документов и результатов обсуждения деятельности работника аттестационная комиссия выносит одно из следующих решений:

- соответствует занимаемой должности;
- соответствует занимаемой должности при условии улучшения работы и выполнения рекомендаций комиссии с повторной аттестацией через год;
- не соответствует занимаемой должности.

Аттестационная комиссия вправе выдавать рекомендации о назначении работника на вышестоящую должность, повышении оплаты его труда, квалификационного разряда, зачислении в резерв кадров на выдвижение, повышении квалификации, а в необходимых случаях — рекомендации по улучшению производственной деятельности работника, повышению его деловой и профессиональной активности и др.

Оценка деятельности инженерно-технического работника, прошедшего аттестацию, и рекомендации аттестационной комиссии заносятся в аттестационный лист, составленный в двух экземплярах, один из которых выдается работнику на руки, а другой вместе с отзывом-характеристикой хранится в его личном деле. Ат-

тестационный лист подписывается председателем и членами комиссии, принявшими участие в голосовании. Результаты аттестации сообщаются работнику непосредственно после голосования под роспись.

Руководитель организации или предприятия на основании рекомендаций аттестационной комиссии с учетом действующего Коллективного договора принимает решение:

- о материальном или моральном поощрении отдельных работников за достигнутые ими успехи;
- изменении должностных окладов, установлении или отмене надбавок к должностным окладам;
- повышении или понижении в должности;
- освобождении от занимаемой должности;
- включении в списки резерва кадров на выдвижение;
- направлении на курсы повышения квалификации (стажировку);
- проведении повторной аттестации и др.

Аттестация специалистов строительной отрасли с учетом международных стандартов и критериев осуществляется с учетом опыта развитых стран, где повышение квалификации специалистов осуществляется с использованием системы послевузовского дополнительного непрерывного профессионального образования (НПО) и периодической аттестации по критериям и стандартам, разработанным МИИС и признанным более чем в 140 странах мира.

МИИС создан на базе Института гражданских инженеров Великобритании и имеет статус некоммерческой общественной организации.

В развитых странах организацию и координацию работ по повышению профессионального уровня строителей, включая непрерывное послевузовское образование и периодическую аттестацию, осуществляют общественные организации.

Аналогичную работу в нашей стране проводит Российское общество инженеров-строителей (РОИС), являющееся членом Европейского Совета инженеров-строителей (ЕСИС).

Основной задачей аттестации является оценка фактического профессионального уровня специалистов и соответствия его квалификационным требованиям, установленным для выполнения определенных видов работ или занимаемых должностей.

Международная практика свидетельствует, что наличие в штатах строительных организаций аттестованных таким образом инженеров является в подавляющем большинстве случаев решающим фактором при лицензировании этих организаций и возводимых ими объектов, участии в торгах и конкурсах, а также при замещении должностей.

Основой аттестации является НПО, которое помимо подготовки к аттестации позволяет специалистам поддерживать, углуб-

лять и расширять профессиональные знания и мастерство на протяжении всего периода деятельности.

Основные принципы проведения НПО и аттестации специалистов строительной отрасли регламентированы целым рядом положений.

Для осуществления непрерывного послевузовского профессионального образования и аттестации специалистов строительной отрасли разработан пакет учебно-методических материалов, включающий в себя программы семинаров НПО, контрольные вопросы и рекомендуемую литературу по 12 укрупненным темам. Программы и контрольные вопросы соответствуют программам проведения международной аттестации. Тематика семинаров отражает наиболее актуальные проблемы и вопросы строительной отрасли, пути решения которых необходимо знать современному специалисту.

Учебно-методические материалы разработаны для подготовки и проведения аттестации работников проектных, строительных организаций и предприятий строительной индустрии на различные категории. Продолжительность семинарских занятий установлена в зависимости от предполагаемой аттестационной категории.

Следует иметь в виду, что обучение на семинарах является необходимым, но недостаточным условием прохождения аттестации. Важное место занимает самостоятельная подготовка аттестуемых по установленной тематике с использованием рекомендуемой литературы и информации, получаемой из других источников (знакомство с периодическими изданиями, посещение выставок, участие в конференциях и т. д.), что отражается в дневниках НПО.

Разработан и утвержден порядок аттестации, в соответствии с которым необходимо заблаговременно представить в аттестационную комиссию ряд документов (копию диплома о высшем образовании, копию трудовой книжки, развернутое собственноручное описание трудовой деятельности и др.).

После анализа представленных документов и подтверждения соответствия аттестуемого установленным требованиям осуществляется компьютерное тестирование претендента с целью определения общего уровня его профессиональной подготовки.

Необходимо отметить, что предварительное компьютерное тестирование не предусматривается международными требованиями и не рекомендуется для применения, а введено лишь как временная мера. При внедрении системы НПО в полном объеме оно может быть отменено.

Аттестация включает в себя:

- письменный экзамен — написание реферата на одну из тем, включенных в программу семинаров профессионального непрерывного образования и отвечающих специфике работы аттестуемого. На написание реферата отводится определенное время;

• собеседование, к которому допускается кандидат, получивший положительную оценку за реферат. Оно состоит из краткого устного изложения основных положений реферата и ответов на вопросы членов экзаменационной комиссии.

По результатам аттестации определяется соответствие уровня подготовки кандидата искомой категории. При положительном решении по аттестации соискателю выдается соответствующий сертификат установленного образца с регистрационным номером.

Следует считать целесообразным, чтобы аттестационные сертификаты помимо оценки уровня профессиональной подготовки специалиста способствовали его служебному росту и учитывались при назначении на должность.

Методика аттестации, критерии оценки аттестуемых, учебно-методические материалы НПО разработаны на основе стандартов и требований МИИС и позволяют наряду с российской проводить международную аттестацию с получением квалификационного сертификата.

Учитывая размеры территории России, приближенность многих учебных центров к крупным мегаполисам, существующую организацию труда инженерно-технических работников, большое значение приобретает дистанционное обучение, предусматривающее использование интернет-сайтов, на которых размещены обучающие материалы.

Одним из путей реализации дистанционного обучения является разработка и использование программно-информационных комплексов. Программно-информационный комплекс состоит из программного обеспечения и учебно-методического материала.

Программное обеспечение предусматривает регистрацию слушателя; допуск его к изучению учебно-методических материалов; возможность самопроверки; контроль знаний слушателя путем контрольного тестирования; получение допуска к собеседованию с преподавателем при условии правильного ответа слушателем на 75 % вопросов при контрольном тестировании.

Учебно-методические материалы включают в себя учебный материал, список рекомендуемой литературы, вопросы для самопроверки и контрольные тесты.

Рекомендуемая литература может быть использована слушателем при желании (или необходимости) более глубокого изучения темы (раздела темы), так как предлагаемого учебного материала, как правило, достаточно для правильного ответа на все вопросы контрольного тестирования.

Обучение специалистов по системе НПО с постоянным оформлением дневника и периодическая аттестация с учетом международных стандартов и критериев позволяют существенным образом повысить профессиональный уровень инженерно-технических работников строительной отрасли, что положительно сказывается

на качестве строительства и обеспечивает конкурентоспособность строительных фирм и отдельных специалистов как на отечественном, так и на зарубежном рынках.

Международная аттестация специалистов строительной отрасли осуществляется по аналогичным критериям и стандартам с использованием аналогичных программ и методик. Отличием является то, что аттестацию проводят эксперты МИИС (как правило, в состав аттестационных комиссий включают и российских экспертов — членов МИИС) и при положительном результате выдается международный квалификационный сертификат МИИС со статусом «действительный член» или «старший действительный член».

Контрольные вопросы

1. В чем заключается сущность сертификации?
2. Каково назначение сертификации?
3. Назовите органы по сертификации.
4. Каков порядок проведения сертификации?
5. Какие виды сертификации вы знаете?
6. Как осуществляется сертификация импортной продукции?
7. Перечислите основные принципы экологической сертификации.
8. Какие виды аттестации специалистов строительной отрасли вы знаете?
9. В чем заключается сущность и каково назначение каждого вида аттестации специалистов строительной отрасли?
10. Как осуществляется признание иностранных сертификатов соответствия?
11. Назовите основные термины и понятия, принятые в сертификации.
12. Как осуществляется контроль за качеством сертифицированной продукции?
13. Как осуществляется сертификация новых строительных материалов, конструкций и технологий?
14. Как осуществляется контроль за деятельностью органов по сертификации?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Актуальные проблемы метрологии в радиоэлектронике. — М.: Изд-во стандартов, 1985.
2. *Аш Ж.* Датчики измерительных систем. — М.: Мир, 1992.
3. *Бендерский А. М., Богатырев А. А., Баумгартен Л. В.* Стандартизация систематических методов управления качеством. — М.: Изд-во стандартов, 1983.
4. *Борисенков Б. Г., Андреева Ф. В.* Метрологическое обеспечение строительного производства. — М.: Стройиздат, 1990.
5. *Вентцель Е. С., Очаров Л. А.* Теория случайных процессов и инженерные приложения. — М.: Наука, 1991.
6. *Вересан В. Г.* Интеграция управления качеством продукции: Новые возможности. — М.: ВНИИС, 1994.
7. *Вересан В. Г.* Сертификация. Отечественная и зарубежная практика. — М.: Центр «Наука и техника», 1994.
8. *Володарский В. Я.* Метрология. Теория и практика. — М.: ВНИИМС, 2000.
9. *Гольденберг Л. М., Матюшкин Б. Д., Поляк М. У.* Цифровая обработка сигналов. — М.: Радио и связь, 1990.
10. *Горчаков Г. И., Мурадов Э. Г.* Основы стандартизации и управления качеством продукции промышленности строительных материалов. — М.: Высш. шк., 1987.
11. Государственная приемка продукции / *И. И. Исаев, О. В. Аристов, В. М. Богданов* и др. — М.: Изд-во стандартов, 1989.
12. *Грановский В. А., Сирая Т. Н.* Методы обработки экспериментальных данных. — Л.: Энергоатомиздат, 1990.
13. Единая система конструкторской документации. Основные положения. Сборник стандартов. — М.: Изд-во стандартов, 1986.
14. Единая система конструкторской документации. Справочное пособие. — М.: Изд-во стандартов, 1985.
15. *Забегаетов А. В., Лукманова И. Г., Романова К. Г.* Разработка и внедрение систем качества в строительстве (практические рекомендации). — М.: МГСУ, 1998.
16. *Земельман М. А.* Метрологические основы технических измерений. — М.: Изд-во стандартов, 1991.
17. *Исаев И. И.* Стандартизация в управлении народным хозяйством. — М.: Изд-во стандартов, 1985.
18. *Исаев И. И., Малинский В. Д.* Метрология и стандартизация в сертификации. — М.: ИПК Изд-во стандартов, 1996.
19. *Каграманов Р. А., Мачабели Ш. Л.* Монтаж конструкций сборных многоэтажных гражданских и промышленных зданий. — М.: Стройиздат, 1987.

20. *Кирносков В. И.* Измерение механических характеристик материалов. — М.: Изд-во стандартов, 1976.

21. *Котлов А. Ф.* Допуски и технические измерения при монтаже металлических и железобетонных конструкций. — М.: Стройиздат, 1988.

22. *Крылова Г. Д.* Основы стандартизации, сертификации, метрологии. — М.: Изд. объединение «ЮНИТИ», 1998.

23. *Левшина Е. С., Новицкий П. В.* Электрические измерения физических величин. Измерительные преобразователи. — Л.: Энергоатомиздат, 1983.

24. Лекции по законодательной метрологии / Сост. В. А. Сковородников. — М.: ВНИИМС, 1998.

25. *Леонов И. Г., Аристов О. В.* Управление качеством продукции. — М.: Изд-во стандартов, 1986.

26. *Лифанов И. С., Шерстюков Н. Г.* Метрология, методы и средства контроля качества в строительстве. — М.: Стройиздат, 1979.

27. Менеджмент систем безопасности и качества в строительстве / С. К. Сергеев, В. И. Теличенко, В. И. Колчунов и др. — М.: Изд-во АСВ, 2000.

28. *Новицкий П. В., Зограф И. А.* Оценка погрешностей результатов измерений. — М.: Энергоатомиздат, 1985.

29. Нормирование и использование метрологических характеристик средств измерений. — М.: Изд-во стандартов, 1988.

30. *Орнатский П. П.* Теоретические основы информационно-измерительной техники. — Киев: Выща шк., 1983.

31. Основы метрологии и электрические измерения / Под ред. Е. М. Душина. — Л.: Энергоатомиздат, 1987.

32. *Попов К. Н., Каддо М. Б., Кульков О. В.* Оценка качества строительных материалов. — М.: Изд-во АСВ, 2001.

33. *Рабинович С. Г.* Погрешности измерений. — Л.: Энергия, 1978.

34. Сборник научно-технических документов по государственному надзору за стандартами и средствами измерений. — М.: Изд-во стандартов, 1987.

35. Сборник научно-технических документов по оценке качества и аттестации продукции. — М.: Изд-во стандартов, 1987.

36. *Сергеев А. Г., Крохин В. В.* Метрология. — М.: Логос, 2002.

37. Сертификация. Принципы и практика: Пер. с англ. — М.: Изд-во стандартов, 1990.

38. *Спектор С. А.* Электрические измерения физических величин. Методы измерений. — Л.: Энергоатомиздат, 1987.

39. Статистические методы обработки эмпирических данных. — М.: Изд-во стандартов, 1978.

40. *Темников Ф. Е., Афонин В. А., Дмитриев В. И.* Теоретические основы информационной техники. — М.: Энергия, 1979.

41. *Троицкий И. Д., Решетова Л. Н., Солонникова Л. А.* Комплексная и опережающая стандартизация. — М.: Изд-во стандартов, 1983.

42. *Тюрин Н. И.* Введение в метрологию. — М.: Изд-во стандартов, 1985.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Раздел I. МЕТРОЛОГИЯ	
Глава 1. Предмет и задачи метрологии	5
1.1. Измерения и метрология	5
1.2. Специфика измерений в строительстве	6
Глава 2. Основные метрологические параметры и термины	7
2.1. Метрологическая терминология	7
2.2. Физическая величина. Единица физической величины. Размер. Значение	8
2.3. Унификация единиц физических величин, принципы образования систем единиц физических величин	9
2.4. Измерения, основные характеристики измерений	13
2.5. Эталоны единиц физических величин. Поверка средств измерений	16
Глава 3. Международная система единиц (СИ)	17
3.1. Установление СИ	17
3.2. Основные единицы СИ	18
3.3. Дополнительные единицы СИ	19
3.4. Производные единицы СИ и внесистемные единицы	20
3.5. Кратные и дольные единицы	29
3.6. Особенности применения единиц СИ в строительстве	30
Глава 4. Эталоны единиц физических величин	31
4.1. Основные понятия об эталонах. Классификация эталонов	31
4.2. Эталоны основных единиц СИ	33
Глава 5. Передача размера единиц физических величин от эталонов рабочим средствам измерений. Поверка, калибровка	38
5.1. Общие сведения о передаче размеров единиц физических величин и поверочных схемах	38
5.2. Поверка и калибровка средств измерений	40
5.3. Выбор рабочего эталона для поверки рабочих средств измерений	41
5.4. Способы и методы поверки	42
Глава 6. Погрешности измерений	46
6.1. Основные понятия	46
6.2. Классификация погрешностей измерений	46
6.3. Правила округления результатов измерений	49
6.4. Систематические погрешности. Способы их обнаружения и устранения	50

6.5. Случайные погрешности измерений	54
6.6. Обработка результатов измерений, содержащих случайные погрешности	59
6.7. Критерии оценки грубых погрешностей (промахов)	63
6.8. Суммирование погрешностей измерений. Оценка результатов косвенных измерений	64
Глава 7. Средства и методы измерений	66
7.1. Элементарные средства измерений	66
7.2. Измерительные приборы и установки	67
7.3. Метрологические характеристики средств измерений и их нормирование	70
7.4. Классы точности средств измерений	71
7.5. Выбор средств измерений	73
Глава 8. Методы и средства измерений, применяемые в строительстве	76
8.1. Измерение механических характеристик материалов	76
8.2. Приборы для измерения силы и их поверка	77
8.3. Особенности поверки средств измерения силы	82
8.4. Неразрушающие методы контроля прочности бетона	84
8.5. Линейно-угловые измерения	90
Глава 9. Правовые и организационные основы метрологической деятельности в Российской Федерации	95
9.1. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений» от 28.04.93 № 4871—1	95
9.2. Государственный метрологический контроль и надзор за средствами измерений	99
9.3. Российская система калибровки	106
9.4. Подготовка кадров метрологов	108

Раздел II. СТАНДАРТИЗАЦИЯ

Глава 10. Общие положения	111
10.1. Основные пути повышения качества строительства	111
10.2. Роль стандартизации в обеспечении качества продукции ...	116
10.3. Взаимосвязь технического нормирования и стандартизации	121
10.4. Категории и виды стандартов	130
Глава 11. Разработка стандартов	136
11.1. Общие принципы стандартизации	136
11.2. Главные принципы стандартизации	137
11.3. Соподчиненные принципы стандартизации	139
11.4. Методы стандартизации	141
11.5. Стандартизация строительных материалов, изделий и конструкций	143
Глава 12. Стандартизация и оценка качества продукции	146
12.1. Методы оценки качества продукции	146
12.2. Методы определения показателей качества продукции	149

12.3. Аттестация качества продукции	150
12.4. Качество технической документации	152
Глава 13. Принципы обеспечения качества продукции на основе технического регулирования	159
13.1. Общие положения	159
13.2. Основные понятия	160
13.3. Принципы технического регулирования	164
Глава 14. Стандартизация качества строительной продукции с учетом ИСО 9000	169
14.1. Общие положения системы качества	169
14.2. Стандарты на системы качества	174
14.3. Реализация системы качества	177
14.4. Документация системы качества	180
Раздел III. СЕРТИФИКАЦИЯ	
Глава 15. Общие положения сертификации	184
15.1. Понятие сертификации и ее цели	184
15.2. Терминология, принятая в сертификации	186
15.3. Объекты сертификации	188
15.4. Основные принципы сертификации	190
15.5. Виды сертификации	193
15.6. Финансирование работ по сертификации	198
Глава 16. Порядок проведения сертификации	199
16.1. Общие положения	199
16.2. Проведение работ по сертификации	201
16.3. Документы по сертификации	205
16.4. Контроль за качеством сертифицированной продукции	206
16.5. Подтверждение пригодности новых материалов, конструкций и технологий для применения в строительстве	207
16.6. Признание иностранных сертификатов соответствия	212
Глава 17. Органы по сертификации	213
17.1. Структура органов по сертификации и их функции	213
17.2. Требования, предъявляемые к органу по сертификации	217
17.3. Аккредитация органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров)	220
Глава 18. Экологическая сертификация	222
18.1. Понятие и принципы экологической экспертизы	222
18.2. Система экологической сертификации	224
Глава 19. Аттестация специалистов строительной отрасли	228
Список литературы	236