

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-
СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Д.М. Хусаинов, С.А. Пеньковцев, А.В. Исаев, Р.Р. Вахтель

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

к практическим занятиям по курсу

«Основы метрологии, стандартизации, сертификации
и контроля качества»

для студентов направления подготовки 08.03.01 «Строительство»

Казань
2016

УДК 624.014
ББК 38.54
Х98

Хусаинов Д.М., Пеньковцев С.А., Исаев А.В., Вахтель Р.Р.

Х98 Учебно-методическое пособие к практическим занятиям по курсу «Основы метрологии, стандартизации, сертификации и контроля качества» для студентов направления подготовки 08.03.01 «Строительство» / Д.М. Хусаинов, С.А. Пеньковцев, А.В. Исаев, Р.Р. Вахтель. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2016. – 67 с.

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Казанского государственного архитектурно-строительного университета

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов направления подготовки «Строительство», направления (профиль) «Промышленное и гражданское строительство», где приводятся примеры решения практических задач в области метрологии, стандартизации, сертификации и контроля качества с необходимыми пояснениями и расчетами.

Рецензент

Доктор технических наук, профессор кафедры МК и ИС
И.Л. Кузнецов

УДК 624.014
ББК 38.54

© Казанский государственный
архитектурно-строительный
университет, 2016

© Хусаинов Д.М., Пеньковцев С.А.,
Исаев А.В., Вахтель Р.Р., 2016

СОДЕРЖАНИЕ

Практическое занятие № 1.....	4
Практическое занятие № 2.....	9
Практическое занятие № 3.....	12
Практическое занятие № 4.....	16
Практическое занятие № 5.....	21
Практическое занятие № 6.....	26
Практическое занятие № 7.....	31
Практическое занятие № 8.....	35
Практическое занятие № 9.....	40
Практическое занятие № 10.....	48
Практическое занятие № 11.....	54
Практическое занятие № 12.....	61
Практическое занятие № 13.....	64
Список литературы	66

Практическое занятие № 1

Раздел: Метрология.

Тема: Перевод внесистемных единиц в Международную систему единиц физических величин.

Цель работы: Овладение умениями перевода внесистемных единиц измерения физических величин в единицы Международной системы (СИ).

Задачи работы: Произвести перерасчет внесистемных единиц в единицы системы СИ.

Общие теоретические сведения

Физическая величина (ФВ) – характеристика одного из свойств физического объекта (физической системы, явления или процесса), общая в качественном отношении по многим физическим объектам, но в количественном отношении индивидуальна для каждого объекта.

Единица физической величины – ФВ фиксированного размера, которой условно присвоено значение равное единице и применяемая для количественного выражения однородных ФВ.

Значение физической величины – оценка ее размера в виде некоторого числа по принятой для нее шкале.

Различают: основные, производные, системные и внесистемные единицы.

Единицы измерения

Правовой основой обеспечения единства измерений в России является закон РФ от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».

Единство измерений подразумевает *согласованность* размеров единиц всех величин.

Совокупность основных и производных единиц ФВ, образованная в соответствии с принятыми принципами, называется *системой единиц физических величин*. В Российской Федерации используется система единиц СИ, введенная ГОСТ 8.417-2002 «ГСИ. Единицы физических величин».

Основные единицы физических величин системы СИ показаны в табл. 1.

Таблица 1

Величина			Единица		
Наименование	Обозначение		Наименование	Обозначение	
	размерность	рекомендуемое		российское	международное
Длина	L	l	метр	м	m
Масса	M	m	килограмм	кг	kg
Время	T	t	секунда	с	s
Сила электрического тока	I	I	ампер	А	A
Термодинамическая температура	O	T	кельвин	К	K
Количество вещества	N	n, v	моль	моль	mol
Сила света	J	J	канделла	кд	cd

Производная единица измерения – это единица производной ФВ системы единиц, образованная в соответствии с уравнениями, связывающими ее с основными единицами или же с основными и уже определенными производными.

Производные единицы системы СИ, имеющие специальное название приведены в табл. 2.

Таблица 2

Величина		Единица		
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение	Выражение через ед. СИ
Частота	T^{-1}	герц	Гц	c^{-1}
Сила, вес	$LM T^{-2}$	ньютон	Н	$m \cdot kg \cdot c^{-2}$
Давление, механическое напряжение	$L^{-1} M T^{-2}$	паскаль	Па	$m^{-1} \cdot kg \cdot c^{-2}$
Энергия, работа, количество теплоты	$L^2 M T^{-2}$	джоуль	Дж	$m^2 \cdot kg \cdot c^{-2}$
Мощность	$L^2 M T^{-3}$	ватт	Вт	$m^2 \cdot kg \cdot c^{-3}$
Количество электричества	TI	кулон	Кл	$c \cdot A$
Электрическое напряжение, потенциал, электродвижущая сила	$L^2 M T^{-3} I^{-1}$	вольт	В	$m^2 \cdot kg \cdot c^{-3} \cdot A^{-1}$
Электрическая емкость	$L^{-2} M^{-1} T^4 I^2$	фарад	ф	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot c^4 \cdot A^2$
Электрическое сопротивление	$L^2 M T^{-3} I^{-2}$	ом	Ом	$m^2 \cdot kg \cdot c^{-3} \cdot A^{-2}$
Магнитная индукция	$M T^{-2} I^{-1}$	тесла	Тл	$kg \cdot c^{-2} \cdot A^{-1}$

Все основные, производные (как кратные, так и дольные) единицы являются системными.

Внесистемная единица – это единица ФВ, не входящая ни в одну из принятых систем единиц. Внесистемные единицы по отношению к единицам СИ делятся на 4 вида:

– допускаемые наравне с единицами СИ, например: единицы массы – тонна; плоского угла – градус, минута, секунда; объема – литр и др.;

– допускаемые к применению в специальных областях, например: астрономическая единица, парсек, световой год – единицы длины в астрономии; диоптрия – единица оптической силы в оптике; электрон-вольт – единица энергии в физике и т.д.;

– временно допускаемые к применению наравне с единицами СИ, например: морская миля – в морской навигации; карат – единица массы в ювелирном деле и др. Эти единицы в дальнейшем должны изыматься из употребления в соответствии с международными соглашениями;

– изъятые из употребления, но продолжающие применяться в отдельных странах, например: миллиметр ртутного столба – единица давления; лошадиная сила – единица мощности и некоторые другие.

Различают кратные и дольные единицы ФВ.

Кратная единица – это единица ФВ, в целое число раз превышающая системную или внесистемную единицу. Например, единица длины – километр равна 10^3 м, т.е. кратная метру.

Дольная единица – единица ФВ, значение которой в целое число раз меньше системой или внесистемной единицы. Например, единица длины миллиметр равна 10^{-3} м, т.е. является дольной. Приставки для образования кратных и дольных единиц СИ приведены в табл. 3.

Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц ФВ и их наименований в табл. 3.

Таблица 3

Множитель	Приставка	Обозначение	Множитель	Приставка	Обозначение
10^{18}	экса	Э	10^{-1}	деци	д
10^{15}	пета	П	10^{-2}	санتي	с
10^{12}	тера	Т	10^{-3}	милли	м
10^9	гига	Г	10^{-6}	микро	мк
10^6	мега	М	10^{-9}	нано	н
10^3	кило	к	10^{-12}	пико	п
10^2	гекто	г	10^{-15}	фемто	ф
10^1	дека	да	10^{-18}	атто	а

Соотношения между единицами измерения СИ и наиболее часто встречающимися единицами других систем, и внесистемными единицами приведены в табл. 4.

Таблица 4

№ п.п.	Величины	Единицы измерения в СИ	Соотношение между единицами измерения СИ и наиболее часто встречающимися единицами других систем и внесистемными
1	Длина	м	1 мкм = 10^{-6} м
2	Масса	кг	1 т = 1000 кг 1 ц = 100 кг
3	Температура	К	$0 = (t^{\circ}\text{C} + 273,15)$ К
4	Вес (сила тяжести)	Н	1 кг = 9,81 Н 1 дин = 10^{-5} Н
5	Давление	Па	1 бар = 10^5 Па 1 мбар = 100 Па 1 дин / см ² = 1 мкбар = 0,1 Па 1 кгс / см ² = 1 ат = $9,81 \times 10^4$ Па = 735 мм.рт.ст. 1 кгс / м ² = 9,81 Па 1 мм.вод.ст. = 9,81 Па 1 мм.рт.ст. = 133,3 Па
6	Мощность	Вт	1 кгс × м / с = 9,81 Вт 1 эрг / с = 10^{-7} Вт 1 ккал/ч = 1,163 Вт
7	Объем	м ³	1 л = 10^{-3} м ³ = 1 дм ³
8	Плотность	кг / м ³	1 т / м ³ = 1 кг / дм ³ = 1 г / см ³ = 10^3 кг / м ³ 1 кгс × с ² / м ⁴ = 9,81 кг / м ³
9	Работа, энергия, количество теплоты	Дж	1 кгс × м = 9,81 Дж 1 эрг = 10^{-7} Дж 1 кВт × ч = $3,6 \times 10^6$ Дж = 4,19 кДж 1 ден ≈ 0,24 кал

Самостоятельная работа. Выразить в соответствующих единицах значения физических величин (подвариантное задание по табл. 5), используя табл. 1–4 данного пособия. Дать определения заданной и выраженной в соответствующих единицах ФВ (основная, производная, внесистемная, дольная, кратная).

Приложение к ПЗ 1

Варианты заданий для самостоятельной работы приведены в табл. 5.

Таблица 5

Варианты заданий					
1,7, 13, 19		2,8, 14, 20		3, 9, 15, 21	
Задание	Ответ	Задание	Ответ	Задание	Ответ
10м	мкм	100м	мм	100см	м
100кг	т	100кг	ц	100кг	г
37°С	Θ =	32°С	Θ =	25°С	Θ =
250К	°С	450К	°С	210 К	°С
10Па	бар	10Па	Мбар	10Па	дин/см ²
100Па	мм.рт.ст.	100Па	кгс/см ²	100Па	мм.вод.ст.
1000 мм.рт.ст.	мбар	1000 мм.рт.ст.	Па	1000 мм.рт.ст.	кгс/ см ²
10 Н	кг	10 Н	дин	10 Н	г
10Вт	ккал/ч	10Вт	эрг/с	10Вт	кгс·м/с
10Дж	ккал	10Дж	кВт·ч	10Дж	эрг
0,1л	см ³	0,1л	дм ³	0,1л	м ³
0,1 м/с	м/ч	0,1 м/с	км/с	0,1 м/с	км/ч
10 А	ГА	10 А	кА	10 А	МА
100Вт	МВт	100Вт	сВт	100Вт	дВт
1 кг / м ³	кг/дм ³	1 кг / м ³	г/см ³	1 кг / м ³	г/м ³
Варианты заданий					
4, 10,16, 22		5, 11, 17, 23		6,12,18, 24	
Задание	Ответ	Задание	Ответ	Задание	Ответ
1Мм	м	10мкм	м	100мм	м
10т	кг	100ц	т	100г	кг
48°С	Θ =	53°С	Θ =	70 °С	Θ =
375К	°С	273К	°С	300К	°С
10Па	ат	10Па	мм.рт.ст.	10Па	мбар
100Па	кгс/м ²	100Па	мкбар	100Па	дин/м ²
1000 мм.рт.ст.	дин/см ²	1000 мм.рт.ст.	ат	1000 мм.рт.ст.	кгс/м ²
10 Н	дг	10 Н	сг	10 Н	дин
1Вт	ккал/ч	1Вт	кгс·м/с	1Вт	эрг/с
1Дж	ккал	1Дж	кВт·ч	1Дж	эрг
0,01л	см ³	0,01л	дм ³	0,01л	м ³
0,1 м/с	м/мин	0,1 м/с	км/мин	0,01 м/с	км/ч
0,1 А	гА	0,1 А	сА	0,1 А	МА
1Вт	МВт	1Вт	сВт	1Вт	дВт
1 кг / м ³	кг/дм ³	1 кг / м ³	г/см ³	1 кг / м ³	мг/ м ³

Практическое занятие № 2

Раздел: Метрология.

Тема: Изучение концевых мер длины, методов измерения линейных объектов. Выбор средств измерения.

Цель работы: Изучить концевые меры длины, методы измерения линейных объектов. Научиться выбирать средства измерений.

Материалы для выполнения работы

ГОСТ 8.051-81. Допускаемые погрешности измерения.

Таблица «Средства измерения наружных и внутренних размеров».

Средства измерения: 1 – линейка; 2 – штангенциркуль; 3 – микрометр.

Объект измерения: набор деталей.

Общие теоретические сведения

Наибольшее распространение получили прямые измерения. При прямых измерениях искомое значение находят непосредственно из опытных данных. Размер изделия определяют по показаниям измерительного прибора, например, по показаниям линейки, штангенциркуля и т.п. Измерение, основанное на прямых измерениях одной или нескольких основных величин и (или) использовании значений физических констант, называется абсолютным.

Средства измерения

Штангенприборы (штангенциркули, штангенглубиномеры и штангенрейсмасы) относят к точным, простым и дешевым измерительным приборам. Основными деталями штангенприборов (на занятии рассматриваем штангенциркуль) являются металлическая линейка 1 (рис. 1) и свободно перемещающаяся по штанге рамка 2, на скосе которой (напротив миллиметровой шкалы) нанесена вспомогательная шкала – нониус. Нониус служит для отсчета дробных долей миллиметра. При измерении размера отсчитывают сначала целое число миллиметров по шкале штанги (ближайшее к нулевой отметке нониусной шкалы) и к нему прибавляют дробное число миллиметра, отсчитываемое по шкале нониуса, полученное умножением цены деления нониуса на порядковый номер штриха нониусной шкалы, совпавшего со штрихом шкалы штанги.

При измерении наружных размеров измеряемое изделие охватывают губками штангенциркуля, прижимая неподвижную губку прибора к одной из поверхностей изделия, например, вала, а вторую губку с рамкой и нониусом приближают к противоположной (второй) поверхности изделия, обеспечивая нормальную силу измерения. Застопорив рамку 2 винтом,

снимают показания по шкалам прибора. При наличии микроподачи стопорят рамку 3, а вращением гайки 4 подводят рамку 2 до соприкосновения с поверхностью изделия.

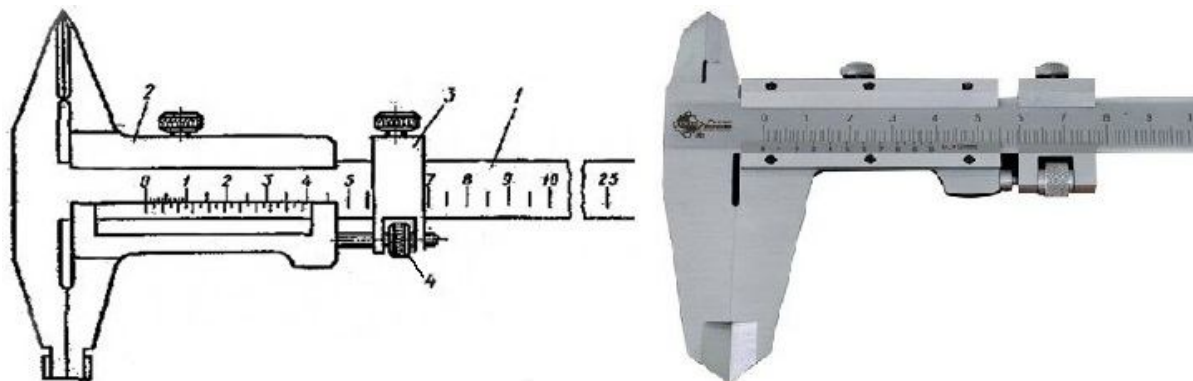


Рис. 1. Устройство штангенциркуля: 1 – линейка; 2 – рамка; 3 – стопорная рамка; 4 – гайка микроподачи рамки

Микрометрические приборы, к которым относят микрометры различных типов и назначений, микрометрические глубиномеры и микрометрические нутромеры, более точные, чем штангенприборы. Принцип действий этих приборов (на занятии рассматриваем микрометр) основан на преобразовании вращательного движения точного микрометрического винта 1 (рис. 2а), установленного во внутреннюю резьбу стебля 2, запрессованного в скобу 3 микрометра, в поступательное перемещение микровинта вдоль оси вместе с барабаном 4 и механизмом трещотки 5. При шаге микровинта, равном 0,5 мм, поворот его на 360° вызывает перемещение вдоль оси на 0,5 мм.

На наружной цилиндрической поверхности стебля имеется продольная отсчетная линия (для отсчета делений, нанесённых на торцовом скосе барабана), над и под которой нанесены миллиметровые шкалы, смещенные на 0,5 мм. На скосе барабана нанесено 50 делений. Поворот барабана с микровинтом на одно деление относительно отсчетной линии на стебле соответствует их перемещению в осевом направлении на 0,01 мм, равному цене деления прибора.

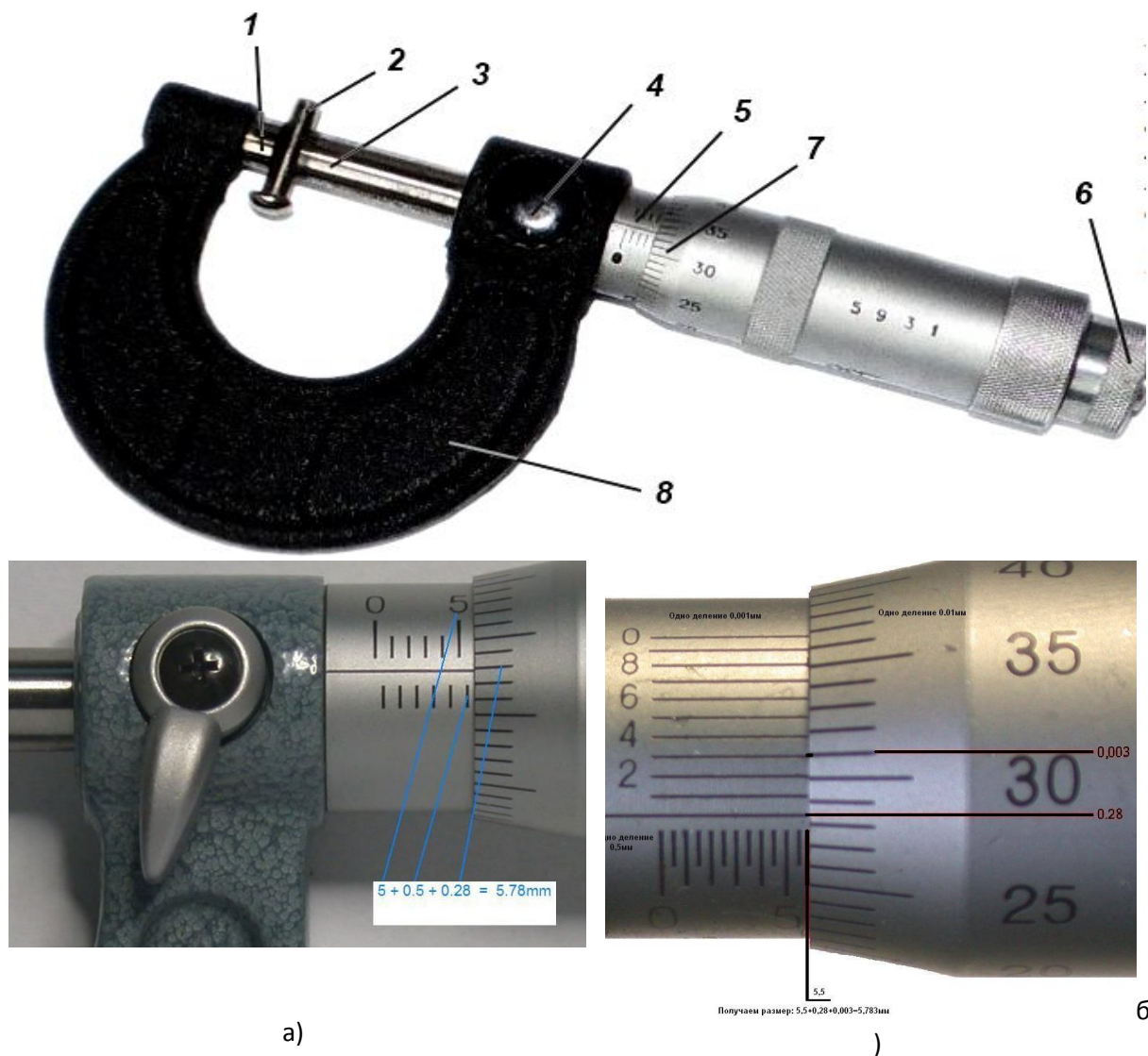


Рис. 2. Устройство и принцип работы с микрометром: 1 – пятка; 2 – измеряемый предмет; 3 – шпindelь микрометрического винта; 4 – стопор микрометрического винта; 5 – горизонтальная шкала; 6 – трещотка; 7 – барабан с круговой шкалой; 8 – скоба

При отсчете показаний (при застопоренном микровинте с помощью устройства) отсчитывают целое число миллиметров по нижней шкале стебля (например, 5,5 мм согласно рис. 2а,б) и прибавляют число сотых долей миллиметра, например 28-й штрих шкалы барабана, совпавший с отсчетной линией на стебле, что соответствует 0,28 мм (рис. 2а). Итоговый отсчет размера по шкалам микрометра составит $5+0,5+0,28=5,78$ мм. При отсчете тысячных долей миллиметра (рис. 2б), итоговый отсчет составит $5+0,5+0,28+0,003=5,783$ мм.

Для приведения в соприкосновение измерительных поверхностей микрометра с измеряемым валом пользуются только механизмом трещотки 6 (рис. 2). Нормальная сила измерения обеспечивается при трех-пяти щелчках трещотки.

Каждое средство измерения характеризуется точностью, или основной погрешностью, величина которой указывается в паспорте на это средство измерений.

Самостоятельная работа. Произвести замер выданных деталей линейкой, штангенциркулем и микрометром, указать и сравнить точность измерений. Выполнить эскизы деталей в 3-х проекциях.

Порядок выполнения работы

1. Получить контрольные детали у преподавателя.
2. Каждую деталь измерить линейкой, штангенциркулем и микрометром.
3. Выполнить эскизы деталей в 3-х проекциях.
4. Перечертить табл. 1 и заполнить ее.

Таблица 1

№ п/п	Наимен. (№) детали	Измерительный инструмент	Точн. измер.	Замеряемые параметры					
1		Линейка							
2		Штангенциркуль							
3		Микрометр							
...									

Практическое занятие № 3

Раздел: Метрология.

Тема: Математическая обработка результатов наблюдений при многократных измерениях.

Цель работы: Овладение умениями проведения математической обработки результатов наблюдений.

Задачи работы

1. Точность измерений. Влияние погрешностей на точность измерений.
2. Расчет среднеквадратичного отклонения.
3. Определение доверительных границ интервала истинного значения измеряемой величины.

4. Определение доверительной вероятности (надежности) измерений.

Теоретическая часть

Точность измерений зависит от случайных погрешностей измерений, которые вызываются большим числом случайных причин (изменением температуры, давления, сотрясения здания и т.д.), действия которых на каждое измерение различно и не может быть заранее учтено. Исключить случайные погрешности отдельных измерений невозможно, но можно уменьшить влияние этих погрешностей на окончательный результат путем проведения многократных измерений. Если случайная погрешность окажется меньше приборной (систематической), то нет смысла дальше уменьшать величину случайной погрешности за счет увеличения числа измерений. Если же случайная погрешность больше приборной, то число измерений следует увеличить, чтобы уменьшить значение случайной погрешности и сделать ее меньше или одного порядка с погрешностью прибора.

Оценка случайной погрешности. Доверительный интервал и доверительная вероятность

Обозначим значение измеряемой величины через x , истинное значение измеряемой величины μ , среднее арифметическое значение, полученное в результате измерений \bar{x} , а случайная абсолютная погрешность Δx .

Результат измерений запишется в виде $\mu = \bar{x} \pm \Delta x$.

Интервал значений от $\bar{x} - \Delta x$ до $\bar{x} + \Delta x$, в который попадает истинное значение измеряемой величины μ , называется **доверительным интервалом**. Поскольку Δx является случайной величиной, то истинное значение попадает в доверительный интервал с вероятностью α , которая называется **доверительной вероятностью**, или **надежностью** измерений.

Для отыскания доверительного интервала и доверительной вероятности при небольшом числе измерений, с которым мы имеем дело в ходе выполнения лабораторных измерительных работ, используется **распределение вероятностей Стьюдента**. Это распределение вероятностей случайной величины $t_{\alpha,n}$, называемой **коэффициентом** или **квантилем Стьюдента**, дает значение доверительного интервала Δx в долях средней квадратичной ошибки результатов измерения S от среднего арифметического \bar{x} .

$$t_{\alpha,n} = \Delta x / S \quad (1)$$

Среднеквадратическое отклонение S определяется по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

При неизвестной дисперсии (реальный случай, когда число измерений небольшое):

$$X = \bar{x} \cdot (1 - t_{\alpha, n} \cdot Cv), \quad (3)$$

где $\bar{x} = \sum x_i / n$ – среднеарифметическое значение измерений измеряемой неизвестной величины;

n – количество измерений;

Cv – коэффициент изменчивости результатов измерений, определяемый по формуле:

$$Cv = S / \bar{x}, \quad (4)$$

$(1 - t_{\alpha, n} \cdot Cv)$ – величина, на которую нужно уменьшить среднеарифметическое значение \bar{x} , для получения значения измеряемой величины с заданной вероятностью его соответствия истинному значению в соответствии с правилами математической статистики.

Значение коэффициента Стьюдента $t_{\alpha, n}$ определяется из таблицы Стьюдента (приложение, табл. 1) на пересечении строки, соответствующей числу измерений n , и столбца, соответствующего доверительной вероятности измерений α .

Самостоятельная работа. Решить задачи статистической обработки результатов косвенных измерений. Расчет точности косвенных измерений произвести с использованием нормированного распределения Стьюдента.

Задание 1

При взвешивании пустой мерной емкости и той же мерной емкости с реагентом получены по результатам 5 замеров разности отсчетов показаний $R_i = 50,6; 49,5; 50,4; 50,2; \text{ и } 49,5$ г, соответственно. Рассчитать доверительные границы интервала необходимой массы реагента $m = 50$ г, наливаемого в мерную емкость.

Задание 2

Определить класс бетона на основании серии из n косвенных испытаний прочности с помощью склерометра Шмидта с требуемой точностью $A = 0,95$ (95%)

Результаты 6-и косвенных испытаний прочности бетона приведены в табл. 1.

Таблица 1

№ испыт.	1	2	3	4	5	6
Значение прочности, кг/см ²	100,0	112,0	92,0	98,0	104,0	101,0

Задание 3

При взвешивании на автовесах пустого и загруженного бетоновоза получены по результатам 5 замеров разности отсчетов показаний $R_i = 12,6; 11,5; 11,4; 12,2; 12,6$ и $13,0$ т, соответственно.

Рассчитать доверительные границы массы бетона $m=12,5$ т, загружаемого в бетоновоз.

Задание 4

Определить фактическую прочность кирпича на основании серии из n косвенных испытаний прочности с помощью склерометра Шмидта с требуемой точностью $A = 0,98$ (98%)

Результаты косвенных испытаний прочности (кгс/см²) следующие.

№ испыт.	1	2	3	4	5	6	7	8
Значение прочности	65,0	62,0	58,0	58,0	54,0	55,0	61,0	60,0

Приложения к ПЗ 3

Таблица 1

Таблица Стьюдента доверительной вероятности измерений α

n	α			
	0,8	0,9	0,95	0,98
3	1,9	2,9	4,3	7,0
4	1,6	2,4	3,2	4,5
5	1,5	2,1	2,8	3,7
6	1,5	2,0	2,6	3,4
7	1,4	1,9	2,4	3,1
8	1,4	1,9	2,4	3,9

Таблица соотношения между классом и марками бетона по прочности

Класс бетона	Средняя прочность данного класса, кгс/кв.см	Ближайшая марка бетона
B3,5	46	M50
B5	65	M75
B7,5	98	M100
B10	131	M150
B12,5	164	M150
B15	196	M200
B20	262	M250
B25	327	M350
B30	393	M400
B35	458	M450
B40	524	M550
B45	589	M600
B50	655	M600
B55	720	M700
B60	786	M800

Практическое занятие № 4

Раздел: Метрология

Тема: Погрешности измерений.

Цель работы: Изучение основных понятий метрологии, математической обработки результатов наблюдений. Погрешности измерений.

Задачи работы

Разобраться в определении погрешностей.

Выяснить, о чем свидетельствует каждая из погрешностей, и указать способы ее снижения.

Погрешность измерения – оценка отклонения измеренного значения величины от ее истинного значения. Погрешность измерения является характеристикой (мерой) точности измерения.

Например, при измерении отрезка времени t секундомером с ценой деления $0,2$ с можно сказать, что истинное значение его находится в интервале от $t_1 = (t - 0,2с)$ до $t_2 = (t + 0,2 с)$. Таким образом, измеряемая

величина всегда содержит в себе некоторую погрешность $\Delta X = \mu - X$, где μ и X – соответственно, истинное и измеренное значения исследуемой величины. Величина ΔX называется **абсолютной погрешностью** (ошибкой) измерения, а выражение $E = \frac{\Delta X}{\mu} \cdot 100\%$, характеризующее точность измерения, называется **относительной погрешностью**.

Все возникающие при измерениях погрешности обычно разделяют на три типа:

- *систематические;*
- *случайные;*
- *промахи или грубые ошибки.*

Систематические погрешности обусловлены ограниченной точностью изготовления приборов. Обычно величина систематической погрешности прибора указывается в его техническом паспорте. Эту погрешность приходится приписывать окончательному результату измерений.

Случайные погрешности вызываются большим числом случайных причин (изменением температуры, давления, сотрясения здания и т.д.), действия которых на каждое измерение различно и не может быть заранее учтено. Исключить случайные погрешности отдельных измерений невозможно, но можно уменьшить влияние этих погрешностей на окончательный результат путем проведения многократных измерений.

Грубые погрешности (промахи). При однократных измерениях обнаружить промах не представляется возможным. Для уменьшения вероятности появления промахов измерения проводят два, три раза и за результат принимают среднее арифметическое полученных отсчетов. При многократных измерениях для обнаружения промахов используют статистические критерии, предварительно определив, какому виду распределения соответствует результат измерений.

Для выявления грубых погрешностей задаются вероятностью q (уровнем значимости) того, что сомнительный результат действительно мог иметь место в данной совокупности результатов измерений.

Для результатов измерений, распределенных по нормальному закону, грубые погрешности выявляются решением неравенства $|(X_{cp} - X_i)| > 3S$, где S – средняя квадратичная ошибка (среднеквадратическое отклонение от среднеарифметического значения величины X).

Рекомендуется назначать границы грубых погрешностей (цензурирования) в зависимости от объема выборки:

при $6 < n < 100$ она равна $4S$;

при $100 < n < 1000$ – $4,5S$;

при $1000 < n < 10000$ – $5S$.

Критерий Романовского применяется, если число измерений $n < 20$. При этом с учетом коэффициента значимости $q = 1 - \alpha$, где α – требуемая вероятность достоверности результатов, вычисляется отношение $|(X_{\text{ср}} - X_i)/SX| = \beta$ и сравнивается с критерием β_t , выбранным по табл. 1. Если $\beta > \beta_m$, то результат X_i считается промахом и отбрасывается.

Значения критерия Романовского

Таблица 1

q	n = 4	n = 6	n = 8	n = 10	n = 12	n = 15	n = 20
0,01	1,73	2,16	2,43	2,62	22,75	2,90	3,08
0,02	1,72	2,13	2,37	2,54	2,66	2,80	2,96
0,05	1,71	2,10	2,27	2,41	2,52	2,64	2,78
0,10	1,69	2,00	2,17	2,29	2,39	2,49	2,62

Решение задач по теме

А. Определение погрешности измерений прибора

Важнейшей характеристикой прибора является его погрешность. Обычно точность прибора характеризуется приведенной погрешностью. Приведенная погрешность γ есть отношение абсолютной погрешности ΔX , которая для данного прибора считается постоянной, к пределу шкалы прибора:

$$\gamma = (\Delta X / A_{\text{max}}) \cdot 100\%.$$

Значение измеряемой величины по измерительной шкале прибора определяется следующим образом:

$$X = n \cdot A_{\text{max}} / N,$$

здесь n – показание стрелки прибора в делениях шкалы;

N – полное число делений шкалы;

A_{max} – предел измерения, т.е. значение, соответствующее полному отклонению стрелки на включенном диапазоне прибора.

Величина $a = A_{\text{max}} / N$ называется ценой деления.

Электроизмерительным приборам, основная погрешность которых выражается в виде приведенной погрешности, присваивают классы

точности. Класс точности прибора указывается на его шкале (например, 0,1; 0,2; 0,5).

Результат измерения представляется в виде: $X \pm \Delta X$, где $\Delta X = \gamma \cdot A_{\max} / 100\%$.

Пример оценки приведенной приборной погрешности измерений

Например: напряжение $U = 100\text{В}$, измеренное вольтметром с пределом $A_{\max} = 200\text{В}$ и приведенной погрешностью $\gamma = 0,5$ должно быть представлено в виде $U = (100 \pm 1) \text{В}$. Обратите внимание, что относительная погрешность $\Delta U / U = 1\%$, а не 0,5 %, как в том случае, если бы мы измеряли напряжение $U \sim 200 \text{В}$. Если этим же прибором попытаться измерить напряжение $U = 1 \text{В}$, то $\Delta U / U = 200\%$, т.е. в этом случае мы вообще ничего не можем сказать о величине измеряемого напряжения.

Этот пример показывает, что электроизмерительный прибор или диапазон многопредельного прибора необходимо выбирать в зависимости от ожидаемой величины измеряемого сигнала таким образом, чтобы показания прибора были в конце его шкалы.

Б. Выявление и исключение грубых погрешностей

Пример решения

При диагностировании топливной системы автомобиля результаты $n = 5$ измерений расхода топлива составили: 22, 24, 26, 28, 30 л на 100 км. $Z = 5$ результат вызывает сомнение. Проверить по критерию Романовского при уровне значимости q не является ли он промахом.

Решение:

а) найдем среднее арифметическое значение расхода топлива без учета последнего:

$$X_{\text{ср}} = \sum X_i / n = (22 + 24 + 26 + 28) / 4 = 25 \text{ л/на } 100 \text{ км};$$

б) найдем среднеквадратичное отклонение расхода топлива без учета последнего:

$$\sigma_{\text{ср кв}} = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum (X_i - X_{\text{ср}})^2} = 2,58 \text{ л/на } 100 \text{ км};$$

в) так как число опытов $n = 4$ и уровень значимости $q = 0,01$, то табличный коэффициент: $\beta_T = 1,73$;

г) для 5-го измерения значение коэффициента:

$$\beta = |(25 - 30) / 2,58| = 1,93;$$

д) так как $\beta > \beta_T$, необходимо последнее измерение отбросить, потому что данное измерение является промахом.

Самостоятельная работа

А. Определение значений погрешностей измерительных приборов

Задача 1

При поверке концевой меры длины номинального размера 100 мм получено значение 100,0006 мм.

Определить абсолютную и относительные погрешности меры.

Задача 2

Температура в масляном термостате измеряется образцовым (эталонным) палочным стеклянным термометром и поверяемым парогазовым термометром. Первый показал 111°C , второй 110°C . Определите истинное (действительное) значение температуры, абсолютную погрешность поверяемого прибора, поправку к его показаниям и оцените относительную погрешность парогазового термометра.

Задача 3

Показания вольтметра с диапазоном измерений от 0 В до 150 В равны 51,5 В. Показания образцового вольтметра, включенного параллельно с первым – 50,0 В.

Определить относительную и приведенную погрешности рабочего вольтметра.

Задача 4

При поверке концевой меры длины размера 20 м получено 20,0005 м. Определить абсолютную и относительную погрешности меры.

Задача 5. В обиходе нередко можно встретить металлические линейки длиной до 300 мм с ценой деления 1 мм. С какой погрешностью можно осуществлять измерения такой линейкой?

Б. Выявление и исключение грубых погрешностей

Задача 6 (повариантная)

Самостоятельная работа

Проверить по критерию Романовского измерение Z при уровне значимости q , не является ли оно промахом. Уровень значимости $q = 1 - \alpha$, где α – вероятность достоверности результатов измерений.

Таблица 2

Варианты заданий

Вариант	Результаты измерений							q	Z
1	19	17	20	23	22			0,01	2
2	11	14	13	10	9			0,02	2
3	15	15	18	14	17	17	16	0,05	3
4	5,6	4,8	5,3	5,1	4,2	5,1		0,1	5
5	10	9	7	10	11			0,01	3
6	5,6	12,6	11,2	12,9	10,3			0,02	1
7	12	14	11	11	15	11	12	0,05	5
8	12,0	23,5	18,3	19,1	23,7	17,0		0,1	1
9	14	17	13	14	14			0,01	2
10	7,4	9,6	5,4	8,0	7,8			0,02	3
11	19	18	14	12	16	15		0,05	4
12	15	15	15	19	16	18		0,1	4
13	4,0	3,9	4,1	3,9	4,1	3,9	4,2	0,01	7
14	10,1	5,4	9,7	9,1	5,0			0,02	4
15	5	7	6	7	7	6		0,05	1
16	9	12	13	9	10			0,1	3
17	10,3	6,7	9,6	9,1	7,6			0,01	2
18	12	9	13	16	15	16		0,02	2
19	10,5	10,3	11,4	10,9	10,6			0,05	3
20	21,5	19,8	16,5	22,9	20,7			0,1	4
21	16	15	18	14	17	17	16	0,1	2
22	5,6	4,8	5,3	5,1	4,2	5,1		0,01	5

Практическое занятие № 5

Раздел: Стандартизация.

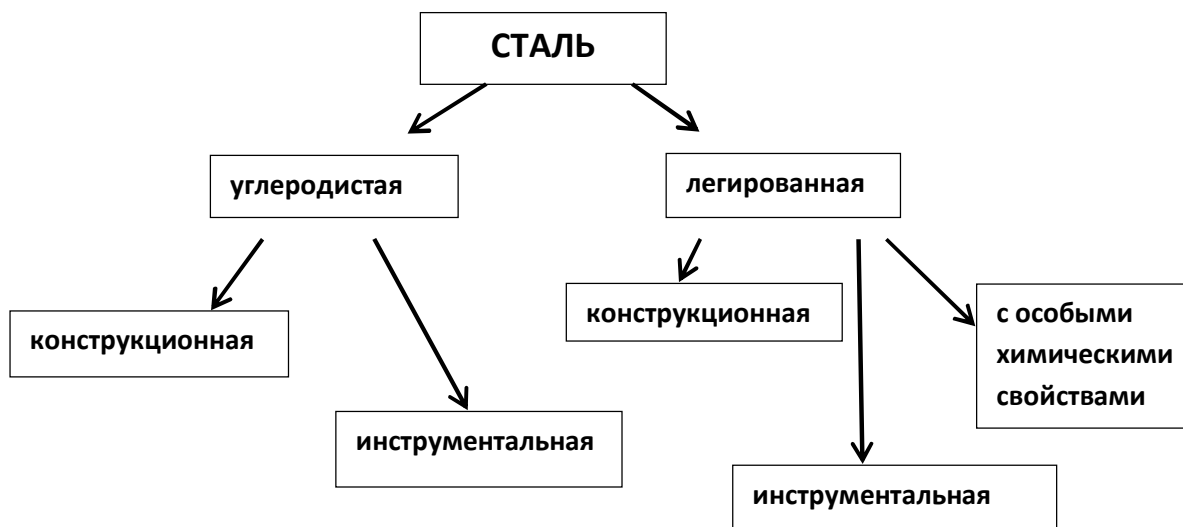
Тема: Изучение и расшифровка стандартов марок сталей.

Общие теоретические сведения

Российский стандарт маркировки сталей.

Расшифровка сталей, буквенные значения марок стали

Сталь по химическому составу делится на две основные группы: *нелегированную (углеродистую) и легированную.*



Углеродистой сталью (ГОСТ 380-2005) называется сплав железа с углеродом (содержание углерода до 2%) с примесями кремния, серы и фосфора, причем главной составляющей примесью, определяющей свойства, является углерод. Процентное содержание элементов в стали примерно следующее: Fe – до 99,0; С – 0,05–2,0; Si – 0,15–0,35; Mn – 0,3–0,8; S – до 0,06; P – до 0,07.

Легированной называется сталь, в которой наряду с обычными примесями имеются легированные элементы, резко улучшающие ее свойства. По химическому составу (ГОСТ 5200) легированная сталь делится на три группы:

- низколегированная сталь – не более 2,5% примесей;
- среднелегированная – 2,5–10%;
- высоколегированная – свыше 10%.

В России и странах СНГ принята буквенно-цифровая система, согласно которой цифрами обозначается содержание элементов стали, а буквами – наименование элементов. Буквенные обозначения применяются также для указания способа раскисления стали: «**КП** – кипящая сталь, **ПС** – полуспокойная сталь, **СП** – спокойная сталь». Существуют определенные особенности обозначения для разных групп сталей конструкционных, строительных, инструментальных, нержавеющей и др. Общими для всех обозначениями являются буквенные обозначения легирующих элементов: **Н** – никель, **Х** – хром, **К** – кобальт, **М** – молибден, **В** – вольфрам, **Т** – титан, **Д** – медь, **Г** – марганец, **С** – кремний.

Конструкционные стали обыкновенного качества нелегированные (ГОСТ 380-94) обозначают буквами СТ., например СТ. 3. Цифра, стоящая после букв, условно обозначает процентное содержание углерода стали (в 0,01%).

Конструкционные нелегированные качественные стали (ГОСТ 1050-88) обозначают двузначным числом, указывающим на среднее содержание углерода в стали (например, СТ. 10).

Качественные стали для производства котлов и сосудов высокого давления, согласно ГОСТ 5520-79, обозначают как конструкционные нелегированные стали, но с добавлением буквы **К** (например, 20К).

Конструкционные легированные стали, согласно ГОСТ 4543-71, обозначают буквами и цифрами. Цифры после каждой буквы обозначают примерное содержание соответствующего элемента, однако при содержании легирующего элемента менее 1,5% цифра после соответствующей буквы не ставится. Качественные дополнительные показатели – пониженное содержание примесей типа серы и фосфата обозначаются буквой **А** или **Ш**, в конце обозначения, например: (12ХНЗА, 18ХГ-Ш) и т. п.

Литейные конструкционные стали, согласно ГОСТ 977-88, обозначаются как качественные и легированные, но в конце наименования ставят букву **Л**.

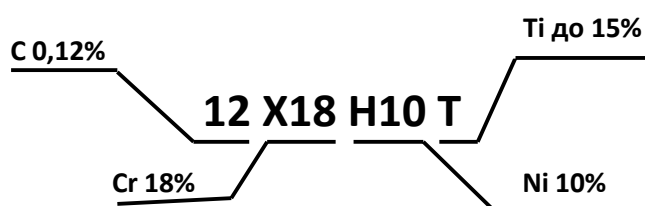
Стали строительные, согласно ГОСТ 27772-88, обозначают буквой **С** и цифрами, соответствующими минимальному пределу текучести стали. Дополнительно применяют обозначения: **Т** – термоупрочненный прокат, **К** – повышенная коррозионная стойкость, (например, С 345 Т, С 390 К и т.п.). Аналогично буквой **Д** обозначают повышенное содержание меди.

Стали инструментальные нелегированные, согласно ГОСТ 1435-90, делят на качественные, обозначаемые буквой **У** и цифрой, указывающей среднее содержание углерода (например, У7, У8, У10) и высококачественные, обозначаемые дополнительной буквой **А** в конце наименования (например, У8А) или дополнительной буквой **Г**, указывающей на дополнительное увеличение содержания марганца (например, У8ГА).

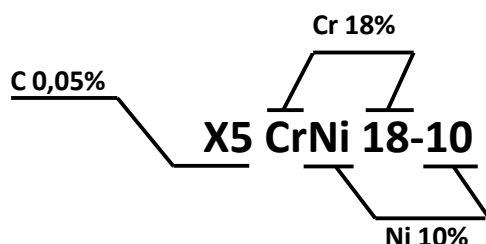
Стали инструментальные легированные, согласно ГОСТ 5950-73, обозначаются так же, как и конструкционные легированные (например, 4Х2В5МФ и т.п.).

Стали нержавеющей стандартные, согласно ГОСТ 5632-72, маркируют буквами и цифрами по принципу, принятому для конструкционных легированных сталей (например, **08X18H10T** или **16X18H12C4TЮЛ**). Содержание легирующих добавок, устойчивых к коррозии (хрома) > 12%.

Сочетания букв и цифр дают характеристику легированной стали. Если впереди марки стоят две цифры, они указывают среднее содержание углерода в сотых долях процента. Одна цифра впереди марки указывает среднее содержание углерода в десятых долях процента. Если впереди марки нет цифры, это значит, что углерода в ней либо 1%, либо выше 1%. Цифры, стоящие за буквами, указывают среднее содержание данного элемента в процентах, если за буквой отсутствует цифра – значит содержание данного элемента около 1% (не более 1,5%). Буква А в конце марки как и в углеродистой, так и в легированной стали, обозначает высококачественную сталь, т.е. сталь, содержащую меньше серы и фосфора.



В Европе применяется система EN, которая отличается от российской тем, что в ней сначала перечисляются все легирующие элементы, а затем в том же порядке цифрами указывается их массовая доля. Первая цифра – концентрация углерода в сотых долях процента.



Легированные стали содержат легирующие добавки, процентное содержание которых указывается через «-». Если легированные стали, конструкционные и инструментальные, кроме быстрорежущих, включают более 5% хотя бы одной легирующей добавки, перед содержанием углерода ставят букву «X».

Примеры

С35Е – нелегированная (углеродистая) сталь СНГ со средним содержанием углерода 0,35%, с содержанием марганца менее 1,5%.

Х2Н2М сталь среднелегированная СНГ, углерод – 1%, хром – 2%, никель – 2%, молибден – 1%

28Мп6 – нелегированная сталь EN со средним содержанием углерода 0,28% и марганца 6%.

13СгМо4-5 – среднелегированная сталь EN с содержанием: углерода – 0,13%, хрома – 4%, молибдена – 5%.

Х2 CrNiMo 18-4-3 – высоколегированная сталь EN, включающая более 5% легирующих примесей со средним содержанием: углерода – 0,02%, хрома – 18%, никеля – 4%, молибдена – 3%.

Самостоятельная работа

1. Расшифровать стандарты марок сталей. Определить принадлежность к стране производителю (СНГ – EN). Указать их назначение. Ответы представить в максимально-развернутом виде по назначению и химическому составу сталей.

09Г2С, 17Г1С, С16 Е, 10ХСНД, У7, Х10СгМо9-10, Ст3 СП.

2. Подобрать из таблицы по химическому составу для стандартов сталей СНГ наиболее подходящие европейские стандарты сталей. Результаты представить в максимально-развернутом виде по химическому составу сталей.

*) Европейские аналоги стандартов сталей подобрать по основным содержащимся элементам: углерод, легирующие добавки (хром, никель, молибден), примеси (кремний, сера, фосфор). Причем, содержание углерода в европейской стали не должно превышать более, чем на 50% содержание углерода в стали СНГ, легирующих добавок в европейской стали должно быть равно или немного больше, примесей – не более, чем на 10% в стали СНГ.

20Х23Н18, 03Х18Н11, 12Х17, 03Х17Н13М2 08Х18Н12Б, 08Х13, 40Х9С2, 17 ХН3, 15 Г 03Х17Н14М2, 15Х18СЮ, 08Х17Т 20Х17Н2, 20 ХГНМ, 07Х16Н6, 10, 20Х20Н14С2, 30Х13, 10Х13СЮ, 08Х18Н10Т, 03Х17Н13М2, 03Х18Н11, 10Х17Н13М2Т, 12Х13, 08Х18Н10, 20Х13, 15,34 Х2 Н2 М	Х6СгТi17, Х6Сг13, Х12СгNi17-7, 14NiСгМо1-3-4, Х10СгAlSi18, 34СгNiМо6, Х20Сг13, Х6Сг17, 20МоСг2-2, С15 Е, Х2СгNiМо17-12-2, Х30Сг13, Х10СгNi18-8, Х2СгNi19-11, Х5СгNiМо17-12-2, Х12Сг13, Х45СгSi9-3, Х6СгNiNb18-10, Х8СгNi25-21, С10Е, Х17СгNi16-2, Х2СгNiМо18-4-3, Х5СгNi18-10, Х15СгNiSi20-12, Х6СгNiTi18-10, Х10СгAlSi13, Х6СгNiМоTi17-12-2
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Пример оформления решения подбора аналогов сталей.

СНГ	Аналог стали по EN
10ХСНД Сталь среднелегированная, конструкционная. Углерод - 0,10%, хром, кремний, никель, медь ≤ 1,5%.	10CrNiSi2-2 Сталь среднелегированная. Углерод-0,10%, хром, никель - 2%, кремний -1%.
Х2Н2М Сталь среднелегированная. Углерод - 1%, хром - 2%, никель 2%, молибден 1%	ХCrNiMo2-2 Сталь среднелегированная. Хром, никель - 2%, молибден -1%.

Практическое занятие № 6

Раздел: Стандартизация.

Тема: Изучение и расшифровка стандартов марок сварочных электродов.

Общие теоретические сведения

Маркировка электродов

Электроды производятся для различных типов сварки и металлов, соответственно, маркируются по-разному.

А. Общая маркировка электродов для сварки *углеродистых и низколегированных* сталей – **ЭХХ-XXXX-XX-XX E ХХХ-Х-Х-Х:**

- 1) ЭХХ – тип электрода, ХХ – предел прочности (временное сопротивление разрыву кгс/мм²);
- 2) XXXX – марка электрода;
- 3) ХХ – диаметр электрода;
- 4) ХХ – назначение электрода:
 - а) первая буква Х – назначение электродов – табл. 1;
 - б) вторая буква Х – по толщине покрытия в зависимости от отношения **D/d** (**D** – диаметр покрытия, **d** – диаметр электрода, определяемый диаметром стержня) – табл. 2;
- 5) E XXXX:
 - XX – предел прочности при растяжении (табл. 3);
 - X – относительное удлинение (табл. 3);
 - X – мин. температура (X), при которой ударная вязкость св. шва составляет не менее 34 дж/см² (3,5 кгс/см²), регламентируется ГОСТ 9467-75 (табл. 3);
- 6) X – вид покрытия (Р – рутиловое, Ц – целлюлозное, Б – основное

(бокситовое). При наличии в покрытии железного порошка более 20% добавляется буква Ж, например, АЖ);

7) X – допустимые пространственные положения сварки

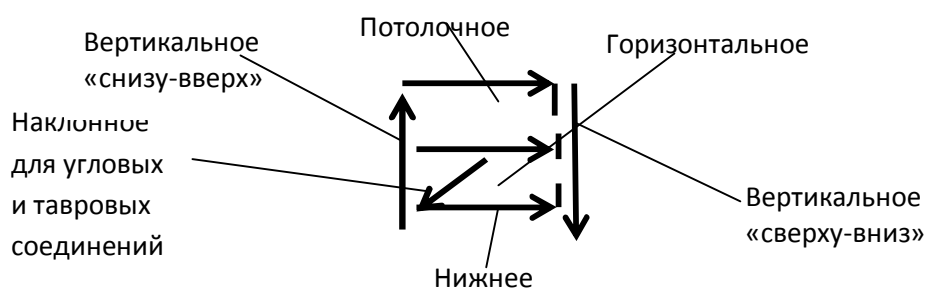
1 – для всех положений;

2 – для всех положений, кроме вертикального «сверху-вниз»;

3 – для нижнего, горизонтального на вертикальной плоскости и вертикального «снизу-вверх»;

4 – для нижнего и нижнего для угловых соединений.

Часто используется международное обозначение положений швов, для которых предназначены электроды.



Международное обозначение положений швов и расшифровка;

8) X – сварочный ток и напряжение холостого хода (по табл. 5).

Б. Общая маркировка электродов для *легированных* сталей.

В условном обозначении электродов для сварки легированных сталей с пределом прочности при растяжении свыше 588 МПа (60 кгс/мм²) Е индекс соответствует среднему содержанию химического состава сварного шва в сотых долях процента.

Расшифровка маркировки электродов для легированных сталей:

$$\frac{\text{ЭХХ} - \text{ХХ} - \text{ХХ} - \text{Х} - \text{ХХ}}{\text{Е} - \text{ХХХХХ} - \text{Х} - \text{ХХХ}} \text{ГОСТ ХХХХ} - \text{ХХ}$$

1) ЭХХ – тип электрода;

2) ХХ-ХХ – марка электрода;

3) Х – диаметр электрода (если присутствует);

4) ХХ – первое назначение электрода по табл. 1, второе толщина электрода по табл. 2;

5) Е ХХХХХ – индекс; химический состав наплавленного металла в %

6) X – минимальная температура при обеспечении ударной вязкости металла шва не менее 3,5 кгс/см²;

7) XXX – первое – вид покрытия электрода, второе – допустимые пространственные положения сварки, третье – вид и полярность тока;

8) ГОСТ XXXX-XX – ГОСТ на сварочные электроды для легированных сталей.

X – сварочный ток (табл. 6).

Приложение к ПЗ 6

Таблица 1

Обозначение	Назначение электродов
У	Сварка углеродистых и низколегированных сталей с временным сопротивлением разрыву до 600 МПа
Л	Сварка легированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву свыше 600 МПа
Т	Сварка легированных теплоустойчивых сталей
В	Сварка высоколегированных сталей с особыми свойствами
Н	Наплавка поверхностных слоев с особыми свойствами

Таблица 2

Обозначение	Толщина покрытия электродов
М	с тонким покрытием ($D/d \leq 1,20$)
С	со средним покрытием ($1,20 < D/d \leq 1,45$)
Д	с толстым покрытием ($1,45 < D/d \leq 1,80$)
Г	с особо толстым покрытием ($D/d > 1,80$)

Таблица 3

Характеристики металла шва электродов для сварки углеродистых и низколегированных сталей с пределом прочности при растяжении до 588 МПа

Группа индексов	Минимальное значение показателей механических свойств наплавленного металла и металла шва при нормальной температуре		Относительное удлиненно	Минимальная температура, при которой ударная вязкость не менее 34Дж/см ² (3,5 кгсм/см ²)
	Предел прочности при растяжении			
	σ_B , МПа	σ_B , кгс/мм*	δ_B , %	°С
37 0	370	38	При любом	При любом значении
41 0	410	42	Менее 20	Не регламентирована
41 1	410	42	20	+ 20
41 2	410	42	22	0
41 3	410	42	24	- 20
41 4	410	42	24	- 30
41 5	410	42	24	- 40
41 6	410	42	24	-50
41 7	410	42	24	-60
43 0	430	44	Менее 20	Не регламентирована
43 1	430	44	20	+ 20
43 2	430	44	22	0
43 3	430	44	24	-20
43 4	430	44	24	-30
43 5	430	44	24	- 40
43 6	430	44	24	-50
43 7	430	44	24	-60
51 0	510	52	Менее 18	Не регламентирована
51 1	510	52	18	+ 20
51 2	510	52	18	0
51 3	510	52	20	- 20
51 4	510	52	20	-30
51 5	510	52	20	-40
51 6	510	52	20	-50
51 7	510	52	20	-60

Таблица 4

Таблица минимальной и максимальной рабочей температуры сварки легированных сталей

Минимальная температура, при которой ударная вязкость металла шва не менее 34 Дж/см ² (3,5кгс м/см ²), °С		Максимальная рабочая температура, при которой регламентируется длительная прочность металла шва	
Индекс	°С	Индекс	°С
0	–	0	<450
1	+20	1	450-465
2	0	2	470-485
3	-20	3	490-505
4	- 30	4	510-525
5	-40	5	530-545
в	-50	в	550-585
7	- 60	7	570-585
		9	>600

Таблица 5

Характеристики сварочного тока и напряжения холостого хода источника питания

Полярность постоянного тока	U _{хх} источника переменного тока, В		Индекс
	Номинальный	Пред. отклонение	
Обратная	–	–	0
Любая	50	± 5	1
Прямая			2
Обратная			3
Любая	70	±10	4
Прямая			5
Обратная			6
Любая	90	±5	7
Прямая			8
Обратная			9

Самостоятельная работа

Расшифровать стандарты марок электродов:

- а) Э46-ЛЭЗМР-3С-Ф-УД Е 43 1(3)-РЦ-13;
- б) Э46-АНО-21-2,5-УД Е 430/3/-Р-11;
- в) Э46-МР-3 ПЛАЗМА-Ф-УД Е430(3)-Р26;

г) Э50А-УОНИ 13/55-5.0-УД Е 514(4)-Б20;

д) $\frac{\text{Э13-ЦЛ-6-5-ЛГ}}{\text{Е-25Н18-4-Р32}}$ ГОСТ 9466 – 75 ;

е) $\frac{\text{Э09-ТМЛ-1-3-НС}}{\text{Е-12Х2М1-3-Р32}}$ ГОСТ 9467 – 75 ;

ж) $\frac{\text{Э-12-ЦЛ-20-4,0-ТД}}{\text{Е09Х1МФ-5-Б10}}$ ГОСТ 9466 – 75 .

Практическое занятие № 7

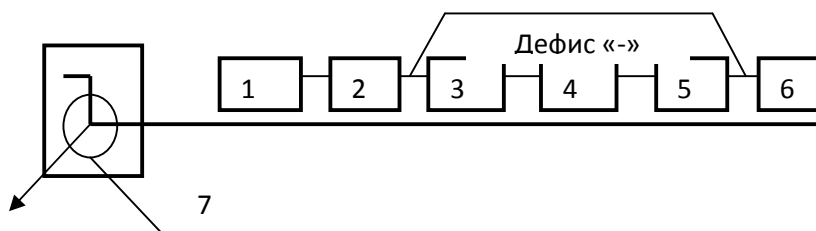
Раздел: Стандартизация.

Тема: Изучение и расшифровка стандартов обозначений сварных швов.

Общие теоретические сведения

Условные изображения и обозначения швов сварных соединений устанавливает ГОСТ 2.312 - 72 ЕСКД.


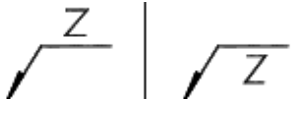


Условное обозначение сварного шва



Согласно изображению:

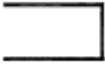
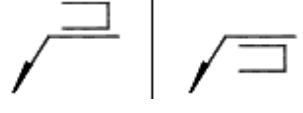

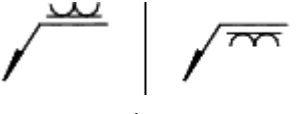

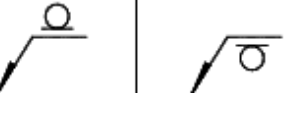
- № 1 – Обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений (если в изделии присутствует несколько типов и конструктивных элементов швов);
- № 2 – Буквенно-цифровое обозначение вида соединения, ГОСТ;
- № 3 – Стандарт или тип, условный графический знак;
- № 4 – Размер швов в сечении, длина катета;
- № 5 – Знак углового шва с указанием длины участка.

Таблица 1

Знак	Значение знака	Расположение знака
	2-сторонний прерывистый шов, шахматный шов	
	Прерывистый или точечный с цепным расположением	


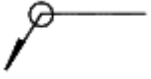


• № 6 – вспомогательный знак для обозначения обработки

Таблица 2

Знак	Значение знака	Расположение знака
	по незамкнутой линии	
	Напльвы и неровности обработать с плавным переходом к основному металлу	
	Выпуклость снять	

- № 7 – вспомогательное обозначение.

Таблица 3

Знак	Значение знака	Расположение знака
	по замкнутой линии	
	исполняется при монтаже изделия	

Существуют следующие основные виды сварки:

ГОСТ 5264-80 – ручная дуговая; **ГОСТ 11534-75** – то же (под острыми и тупыми углами); **ГОСТ 11533-75** – автоматическая и полуавтоматическая дуговая сварка под флюсом. **ГОСТ 14771-76** – дуговая в защитных газах; **ГОСТ 23518-79** – то же (под острыми и тупыми углами); **ГОСТ 8713-79** – автоматическая под флюсом; **ГОСТ 11533-75** – то же (под острыми и тупыми углами); **ГОСТ 14806-80** – дуговая алюминия и алюминиевых сплавов; **ГОСТ 16098-80** – дуговая и электрошлаковая двуслойной коррозионно-стойкой стали; **ГОСТ 15164-78** – электрошлаковая; **ГОСТ 14776-79** – дуговая сварка электродозаклепками под флюсом, в углекислом газе и аргоне;

ГОСТ 15878-79 – контактная сварка; **ГОСТ 16310-80** – сварка нагретым газом с присадочным прутком или экструзионной сваркой полиэтилена, полипропилена и винипласта.

Для обозначения стандартов сварного шва используются следующие буквенные обозначения:

Г – газовая, **Э** – дуговая электросварка, **Ф** – дуговая электросварка под флюсом, **З** – дуговая электросварка в защитных газах, **Ш** – электрошлаковая, **Уз** – ультразвуковая, **Тр** – трением, **Х** – холодная, **Пз** – Дуговая плазменная, **Эл** – электроннолучевая, **Дф** – диффузионная, **Лз** – лазером, **Вз** – взрывом, **И** – индукционная, **Гп** – газопрессовая, **Тм** – термитная.

Для обозначения вида сварных соединений используются следующие буквы:

С – стыковое; **У** – угловое; **Т** – тавровое; **Н** – нахлесточное; **О** – особые типы, если форма шва не предусмотрена ГОСТом.

Стандарты, регламентирующие основные типы, конструктивные элементы и условные обозначения сварных соединений, приведены в табл. 1–5

Согласно ГОСТ 14806-80 приняты следующие условные обозначения способов дуговой сварки в инертных газах алюминия и алюминиевых сплавов:

РИНп – ручная сварка неплавящимся электродом с присадочным металлом;

АИНп – автоматическая сварка неплавящимся электродом с присадочным металлом;

АИНп-З – автоматическая сварка неплавящимся электродом с присадочным металлом – трехфазная;

АИП – автоматическая дуговая сварка плавящимся электродом – однодуговая;

ИП – ручная дуговая сварка плавящимся электродом;

ПИП – полуавтоматическая дуговая сварка плавящимся электродом.

Согласно ГОСТ 16037-80 сварных соединений из сталей, а также сплавов на железоникелевой и никелевой основах, выполняемых дуговой сваркой в защитном газе, приняты следующие обозначения способов сварки:

ИН – в инертных газах неплавящимся электродом без присадочного металла;

ИНп – в инертных газах неплавящимся электродом с присадочным металлом;

ИП – в инертных газах и их смесях с углекислым газом и кислородом плавящимся электродом;

УП – в углекислом газе и его смеси с кислородом плавящимся электродом.

Согласно ГОСТ 15878-79 – контактная сварка применяется только для нахлесточных соединений:

Кт – контактная точечная;

Кш – контактная шовная.

Сварной шов, независимо от способа сварки, изображают на чертеже соединения:

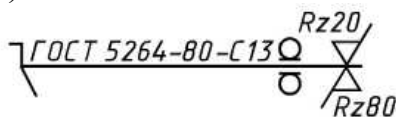
- видимый – сплошной основной линией;
- невидимый – штриховой линией.

От изображения шва проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой.

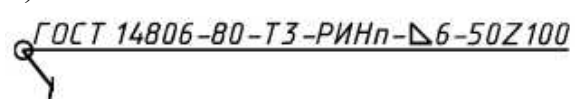
Самостоятельная работа

Задание. Расшифровать стандарты сварных швов. Сделать поясняющие эскизы:

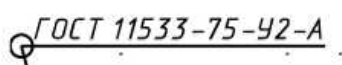
1)



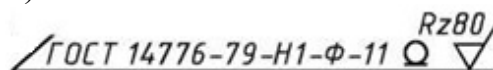
6)



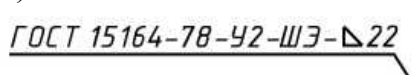
2)



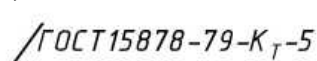
7)



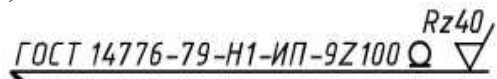
3)



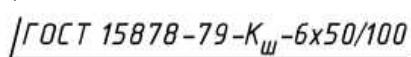
8)



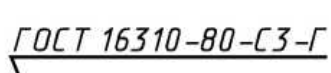
4)



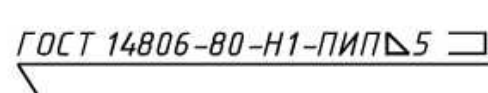
9)



5)



10)



Практическое занятие № 8

Раздел: Стандартизация.

Тема: Изучение и расшифровка стандартов марок болтов.

Общие теоретические сведения

Болт – крепежное изделие в виде стержня с наружной резьбой, как правило, с шестигранной головкой под гаечный ключ, образующее соединение при помощи гайки или иного резьбового отверстия.

На головке болта должна быть нанесена следующая маркировка:

- клеймо завода изготовителя;
- класс прочности;
- резьба: правая резьба не маркируется, если резьба левая – маркируется стрелкой против часовой стрелки.

Болты из углеродистых и легированных сталей и сплавов в существующей технической документации (до 2014 г.) обозначаются по следующей схеме:

пример: **Болт 2 М12х1,25 LH - 6g х 60. 58. 35Х.С.02 9 ГОСТ...**

где

- 1) **болт** – наименование крепежного изделия: болт, винт, шпилька, гайка;
- 2) **2** – исполнение – рис. 1 (исполнение 1 не указывается);



Рис. 1. Типы исполнения болтов

- 3) **М12** – символ метрической резьбы и ее наружный диаметр, мм;
- 4) **1,25** – мелкий шаг резьбы в мм (основной шаг – **1,75 мм** не указывается), табл. 5;
- 5) **LH** – обозначение направления нарезки резьбы – левая резьба (если резьба имеет правое направление нарезки (основное), то направление нарезки не указывается);

6) **6g** – поле допуска резьбы по ГОСТ 16093–81 – определяет класс точности изготовления резьбы (бывает точный, средний, грубый класс – обозначается цифрами от **4** до **8** с латинскими буквами; точный класс – **4**, грубый класс – **8**);

7) **60** – длина резьбы болта, винта, шпильки в мм;

8) **58** – класс прочности или группа по ГОСТ 17594 – 78:

- первая цифра (**5**): обозначает 0,01 номинальной величины предела прочности на разрыв, измеренную в МПа, т.е. $5 \times 100 = 500 \text{ МПа} = 500 \text{ Н/мм}^2 = 50 \text{ кгс/мм}^2$;

- вторая цифра (**8**): это отношение предела текучести к пределу прочности, умноженному на 10. Из пары цифр можно узнать предел текучести материала $5 \times 8 \times 10 = 400 \text{ Н/мм}^2$;

9) **35X** – марка легированной стали или сплава (марка углеродистой стали не указывается);

10) **02** – обозначение вида покрытия по ГОСТ 17594 – 87 – табл. 1;

11) **9** – толщина покрытия (мкм) по ГОСТ 9.303 – 84;

12) **ГОСТ** – номер стандарта на конструкцию и размеры.

Новый стандарт обозначения болтов

С **01.07.2014г.** действует **ГОСТ Р ИСО 4014-2013** (приказ Росстандарта 572-ст от 28.08.2013 г.), ИУС № 09-2014 г.

В настоящее время при проектировании, с вступлением в силу **ГОСТ Р ИСО 4014-2013**, необходимо руководствоваться указанным, более современным гармонизированным национальным стандартом **ГОСТ Р ИСО 4014-2013**.

Пример обозначения болтов стандарта **ГОСТ Р ИСО 4014-2013**

Болт с шестигранной головкой ИСО 4014 – M12x60 -8.8 – A2L

Расшифровка стандарта ИСО:

1) **болт с шестигранной головкой** – наименование болта;

2) **ИСО 4014** – стандарт;

3) **M12** – символ метрической резьбы и ее наружный диаметр, мм;

4) **60** – общая длина резьбы, мм;

5) **8.8** – класс прочности:

- первая цифра **8** – обозначает $8 \times 100 = 800 \text{ МПа} = 800 \text{ Н/мм}^2 = 80 \text{ кгс/мм}^2$;

- вторая цифра **8** – это отношение предела текучести к пределу прочности, умноженному на 10. Из пары цифр можно узнать предел текучести материала $8 \times 8 \times 10 = 640 \text{ Н/мм}^2$;

- 6) А – вид электролитического покрытия (цинковое), табл. 2;
 7) 2 – толщина покрытия – 5 мкм (табл. 3);
 8) L – чистовая обработка и хромирование (пассивация) – светло-желтый до желтовато-коричневого, радужный (табл. 4).

Вид и условное обозначение покрытий болтов, винтов, шпилек и гаек по ГОСТ 759.0-87 в табл. 1.

Таблица 1

Вид покрытия	Обозначение покрытия по ГОСТ 9.306-85	Обозначение покрытия цифровое
Цинковое, хромированное	Ц.хр	01
Кадмиевое хромированное	Кд.хр	02
Многослойное: медь-никель	МН	03
Многослойное: медь, никель, хром	М.Н.Х.6	04
Окисное, пропитанное маслом	Хим.окс.прм	05
Фосфатное, пропитанное маслом	Хим.фос.прм	06
Оловянное	О	04
Медное	М	08
Цинковое	Ц	09
окисное, наполненное хроматами	Ан.окс.нхр	10
Окисное из кислых растворов	Хим.пас.	11
Серебряное	Ср	12
Никелевое	Н	13

Вид электролитического покрытия по ГОСТ Р ИСО 4042 в табл. 2.

Таблица 2

Металл/сплав покрытия		Обозначение
Символ	Элемент	
Zn	Цинк	A
Cd ^a	Кадмий	B
Cu	Медь	C
CuZn	Латунь	D
Ni ^b	Никель	E
Ni b Cr ^b	Никель-хром	F
CuNi b	Медь-никель	G
CuNi b Cr ^b	Медь-никель-хром ^c	H
Sn	Олово	J
CuSn	Медь-олово (бронза)	K
Ag	Серебро	L
CuAg	Медь-серебро	N
ZnNi	Цинк-никель	P
ZnCo	Цинк-кобальт	Q
ZnFe	Цинк-железо	R

Минимальная толщина и структура слоя покрытия (мкм) по табл. 3.

Таблица 3

Код	1 металл покрытия	2 металла покрытия
0 *	–	–
1	3	–
2	5	2+ 3
3	8	3+ 5
4	12	4+ 8
5	15	5+10
6	20	8+12
7 **	25	10+15
8 **	32	12+18
9 **	40	16+24 ***

- * применяется к крепежу размером менее М 1.6, где спецификация покрытия невозможна;
- ** не применяется на собственно резьбе;
- *** не соотв ISO 4042

Вид пассивации электролитического покрытия показан в табл. 4.

Таблица 4

Чистовая обработка	Пассивация посредством хроматирования ^a : типичный цвет	Обозначение
Матовая	Без цвета	A
	От голубоватого до голубовато-радужного ^b	B
	Светло-желтый до желтовато-коричневого, радужный	C
	Нежно-оливковый оттенок желтоватого цвета	D
Полублестящая	Без цвета	E
	От голубоватого до голубовато-радужного ^b	F
	Светло-желтый до желтовато-коричневого, радужный	G
	Нежно-оливковый оттенок желтоватого цвета	H
Блестящая	Без цвета	J
	От голубоватого до голубовато-радужного ^b	K
	Светло-желтый до желтовато-коричневого, радужный	L
	Нежно-оливковый оттенок желтоватого цвета	M
Очень блестящая	Без цвета	N
Произвольная	Как B, C или D	P
Матовая	От коричневатого-черного до черного	R
Полублестящая	От коричневатого-черного до черного	S
Блестящая	От коричневатого-черного до черного	T
Все чистовые обработки	Без хроматирования ^c	U

^a Пассивация возможна только для цинковых или кадмиевых покрытий.

^b Распространяется только на цинковое покрытие.

^c Пример такого покрытия: A5U.

Таблица 5

Метрические резьбы М 1,4-М 48. Основной шаг резьбы

Размер резьбы	Основной шаг, мм	Размер резьбы	Основной шаг, мм	Размер резьбы	Основной шаг, мм	Размер резьбы	Основной шаг, мм
М 1,4	0,30	М 6	1,00	М 18	2,50	М 33	3,50
М 2	0,40	М 8	1,25	М 20	2,50	М 36	4,00
М 2,5	0,45	М 10	1,50	М 22	2,50	М 39	4,00
М 3	0,50	М 12	1,75	М 24	3,00	М 42	4,50
М 4	0,70	М 14	2,00	М 27	3,00	М 45	4,50
М 5	0,80	М 16	2,00	М 30	3,50	М 48	4,50

Самостоятельная работа

Задание. Расшифровать стандарты болтов:

Стандарты болтов ГОСТ 7798-70:

- 1) болт М12 – 6gx60.58 (S19) ГОСТ 7798-70;
- 2) болт М10x1,25 – 6gx60.109.40X.016 ГОСТ 7798-70;
- 3) болт М16 – 6gx60.58 (S24) ГОСТ 7798-70;
- 4) болт М16x1,25 – 6gx60.109.40X.016 ГОСТ 7798-70;
- 5) болт 2М20 – 6gx60.58 (S30) ГОСТ 7798-70;
- 6) болт М12-8gx60.58 ГОСТ 7798 – 70;
- 7) болт 2М12x1,25-6gx60.109.40X.016 ГОСТ 7798 –70;
- 8) болт 3М12x1,25LH-6gx50.58.C.019 ГОСТ 7798-70;
- 9) болт М12-6gx60.58 (S18) ГОСТ 7805-70.

Стандарты болтов ГОСТ Р ИСО 4014-2013:

- 1) болт с шестигранной головкой ИСО 4014 – М16x50 -5.8 – E2N;
- 2) болт с шестигранной головкой ИСО 4014 – М10x80 -8.8 – С3С;
- 3) болт с шестигранной головкой ИСО 4014 – М24x100 -8.8 – F2К.

Практическое занятие № 9

Раздел: Сертификация.

Тема: Основы поверки и калибровки средств линейных измерений.

Теоретическая часть

Основной формой сертификации средств измерений (СИ) является подтверждение их метрологических характеристик.

С этой целью СИ подвергаются периодической **поверке** или **калибровке**, при которых подтверждается их соответствие установленным требованиям.

Поверке подвергают средства измерений, подлежащих Государственному регулированию обеспечения единства средств измерений (ГРОЕСИ). Указанные СИ проходят поверку в региональных метрологических центрах (ЦСМ), либо в специализированных аккредитованных организациях. Перечень средств измерений, поверка которых осуществляется только государственными региональными центрами, определяет Правительство РФ.

Для остальных СИ достаточно проведение периодической **калибровки**.

По проведении *поверки* на поверяемое СИ метрологическим центром выписывается свидетельство о поверке, а на само СИ наносится знак поверки с датой. По проведении *калибровки* на калибруемое СИ органом, производившим калибровку, выписывается сертификат калибровки, а на само СИ наносится знак калибровки с датой.

На практике для поверки (калибровки) средств линейных измерений обычно применяются следующие общепринятые методы:

- 1) метод прямых измерений (когда значения калибруемой меры оценивают с помощью эталонного СИ);
- 2) метод сличений, с применением эталонных концевых мер.

Самостоятельная работа

Цель работы: освоить на практике методику поверки (калибровки) средств линейных измерений.

Материалы для выполнения работы:

- линейки;
- штангенциркули;
- микрометры;

А. Проведение калибровки измерительных линеек

Для калибровки измерительных линеек воспользуемся *методом прямых измерений* поверяемого СИ – линейки, СИ более высокого класса точности – штангенциркулем.

Для поверки линейки (концевой меры длины номинального размера X мм):

1) измеряем ее общую длину, или максимальный отрезок шкалы, который можно измерить образцовым средством измерений (штангенциркулем). В результате получаем значение $X\delta$ мм;

2) определяем абсолютную и относительные погрешности поверяемой меры.

Абсолютная погрешность меры: $\Delta X = X - X\delta$ (мм).

Относительная погрешность меры: $\delta = (\Delta X / X\delta) \cdot 100\%$

В дальнейшем, при проведении измерений данной линейкой, необходимо в результат измерений вносить поправку $\pm \delta(\%)$;

Б. Проведение калибровки штангенциркулей

Для калибровки штангенциркуля воспользуемся *методом сличений* с применением точных эталонных мер длины (концевых мер).

Описание поверяемых средств измерения

Общий вид штангенциркуля показан на рис. 1.

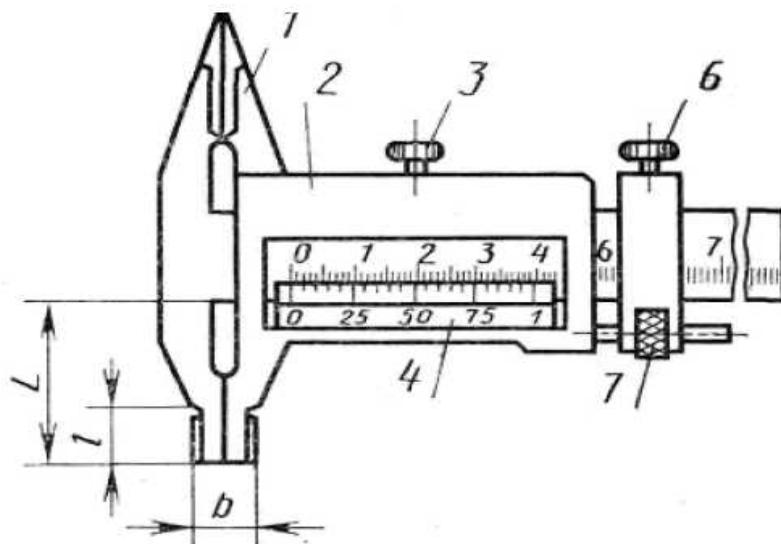


Рис. 1. Общий вид штангенциркуля: 1 – измерительные губки; 2 – подвижная рамка; 3 – стопорный винт на подвижной рамке; 4 – нониус; 5 – винт на штанге; 6 – стопорный винт микрометрической подачи; 7 – микрометрическая подача для медленного перемещения рамки по штанге

Б.1. Подготовка штангенциркуля к поверке

Б.1.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено:

1) соответствие штангенциркуля требованиям [1] в части отчетливости и правильности оцифровки штрихов шкал, комплектности и маркировки;

2) наличие твердого сплава на измерительных поверхностях губок штангенциркулей типа ШЦТ-1, зажимного устройства для зажима рамки, шкал на штанге и рамке, покрытия, микрометрической подачи рамки штангенциркулей типов ШЦ-П и ШЦ-Ш при комплектации их приспособлениями для разметки.

Не допускаются:

1) заметные при визуальном осмотре дефекты, ухудшающие эксплуатационные свойства и препятствующие отсчету показаний;

2) перекося края нониуса к штрихам шкалы штанги, препятствующие отсчету показаний.

Б.1.2. Опробование

При опробовании в учебных целях проверяют только основные технические характеристики:

1) плавность перемещения рамки вместе с микрометрической подачей по штанге штангенциркуля;

2) возможность продольного регулирования нониуса штангенциркулей типов ШЦ-П и ШЦ-Ш;

3) отсутствие перемещения рамки под действием собственной массы;

4) возможность зажима рамки в любом положении в пределах диапазона измерения;

5) нахождение рамки с нониусом и рамки микроподдачи по всей их длине на штанге при измерении размеров, равных верхнему пределу измерения;

6) отсутствие продольных царапин на шкале штанги при перемещении по ней рамки (визуально).

Б.2. Определение погрешностей

Погрешность штангенциркулей определяют по концевым мерам [2]. Блок концевых мер длины помещают между измерительными поверхностями губок штангенциркуля. Усилие сдвигания губок должно обеспечивать нормальное скольжение измерительных поверхностей губок по измерительным поверхностям концевых мер длины [3] при отпущенном стопорном винте рамки. Длинное ребро измерительной поверхности губки

должно быть перпендикулярно к длинному ребру концевой меры длины и находиться в середине измерительной поверхности.

Одновременно с погрешностью проверяют нулевую установку штангенциркуля. Для штангенциркулей типов ШЦ-1 ШЦТ-1 при сдвинутых до соприкосновения губках смещение штриха нониуса должно быть в плюсовую сторону. Смещение нулевого штриха определяют при помощи концевой меры 1,05 мм, которую перемещают между измерительными поверхностями губок. При этом показания штангенциркуля должно быть не более 1,1 мм.

Определяем абсолютную погрешность поверяемого штангенциркуля, проведя серию из 5–6 измерений различных эталонных КМД. За абсолютную погрешность принимается максимальное значение разности $\Delta X = X - X_0$ (мм).

Пределы погрешностей

Пределы допускаемых погрешностей штангенциркулей не должны превышать:

- ±0,04 мм – при цене деления нониуса 0,02 мм;
- ±0,05 мм – при цене деления нониуса 0,05 мм;
- ±0,1 мм – при цене деления нониуса 0,1 мм.

В. Проведение калибровки микрометров

Калибровка микрометров с диапазоном измерения 0...25 мм производится т.н. методом «установки на «ноль»».

Для калибровки микрометров с базой измерений >25мм установка на «ноль» осуществляется с применением прилагаемой к прибору «установочной» меры длины.

Описание поверяемых средств измерения

Микрометры гладкие предназначены для измерения наружных линейных размеров изделий. Выпускаются с диапазоном измерения 0...25, 25...50, 50...75 мм и т.д., соответственно, до 275...300 мм, далее 300...400, 400...500 и 500...600 мм по ГОСТ 6507-60.

Внешний вид микрометра приведен на рис. 2. Основанием микрометра является скоба (рис. 2), а передаточным устройством служит винтовая пара, состоящая из микрометрического винта и микрометрической гайки, расположенной в стебле. В скобу запрессованы пятка и стемпель. Измеряемая деталь охватывается измерительными поверхностями микровинта и пятки. Барабан присоединен к микровинту корпусом трещотки. Для приближения микровинта к пятке его вращают за барабан или за трещотку правой рукой по часовой стрелке (от себя), а для удаления микровинта от пятки его

вращают против часовой стрелки (на себя). Закрепляют микровинт в требуемом положении стопором. При плотном соприкосновении измерительных поверхностей микрометра с поверхностью измеряемой детали трещотка проворачивается с легким треском, при этом стабилизируется измерительное усилие микрометра.



Рис. 2. Микрометр гладкий

Результат измерения размера микрометром отсчитывается как сумма отсчетов по шкале стебля и барабана. Цена деления шкалы стебля 0,5 мм, а шкалы барабана 0,01 мм. Предельная погрешность измерения наружных размеров гладким микрометром номинальным размером 0...25 мм составляет $\Delta = 5$ мкм; номинальным размером 25...50 мм составляет $\Delta = 10$ мкм.

В.1. Внешний осмотр и подготовка микрометра к калибровке

При **внешнем** осмотре должно быть установлено соответствие микрометров следующим требованиям:

- измерительные поверхности должны быть оснащены твердым сплавом;
- наружные поверхности, за исключением подвижной пятки и микрометрического винта, должны иметь противокоррозионные покрытия;
- микрометры должны быть оснащены теплоизоляционными накладками;
- на стебле микрометрической головки должен быть нанесен продольный штрих с миллиметровыми и полумиллиметровыми делениями. Коническая часть барабана должна быть разделена на 50 делений;
- комплектность микрометра должна быть проверена сличением с паспортом 02021.000ПС;
- маркировка микрометров должна соответствовать ГОСТ 13762-86.

Подготовка микрометра к калибровке

1. Протереть микрометр чистой тканью (особенно тщательно измерительные поверхности микровинта и пятки). Проверить свободу стопора, плавность работы трещотки (рис. 3) и легкость вращения микровинта в микрогайке и стебле.

2. Проверить установленность микрометра на «ноль». Для этого проверяемый микрометр взять за скобу левой рукой около пятки (как показано на рис. 3) и, вращая микровинт за трещотку от себя, плавно подвести его торец к торцу пятки до соприкосновения торцов, пока трещотка не провернется 3–4 раза.



Рис. 3. Контроль установки гладкого микрометра на «ноль»

В этом положении нулевой штрих шкалы барабана должен совпасть с продольным штрихом шкалы стебля, а срез барабана должен находиться над нулевым штрихом шкалы стебля (рис. 4).



Рис. 4. Изображение шкал микрометра в положении правильной установки на «ноль»

Если такого совпадения нет, то микрометр установлен на «ноль» неточно, таким образом производить калибровку и измерять им нельзя.

В.2. Установка микрометра на «ноль»

1. В положении плотного соприкосновения измерительных поверхностей микроинта и пятки закрепить стопором микроинт, вращая стопор по часовой стрелке до прочного зажатия (рис. 5).

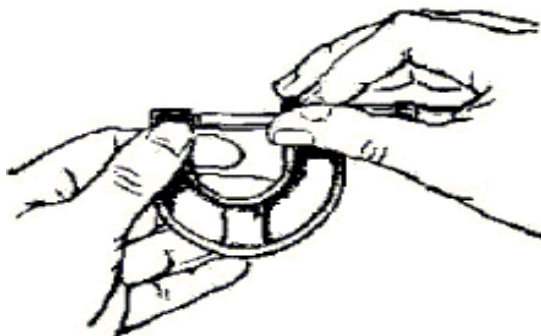


Рис. 5. Закрепление винтового стопора гладкого микрометра

2. Отсоединить барабан от микроинта, для чего охватить левой рукой барабан, а правой рукой – корпус трещотки и вращать его против часовой стрелки (на себя) до появления осевого люфта барабана на микроинте (рис. 6).

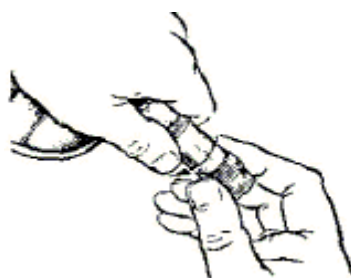


Рис. 6. Освобождение барабана микрометра

3. Совместить нулевой штрих шкалы барабана с продольным штрихом шкалы стебля, для чего скобу микрометра охватить левой рукой, как показано на рис. 7, причем пальцами левой руки удерживать барабан в положении совпадения нулевых штрихов, а правой рукой вращать корпус трещотки по часовой стрелке до полного закрепления барабана на микроинте.

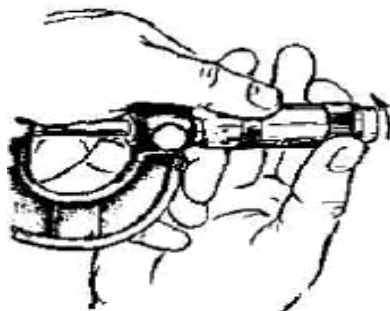


Рис. 7. Закрепление барабана микрометра корпусом трещотки

4. Освободить стопор, вращая его против часовой стрелки.

5. Проверить правильность выполненной установки микрометра на «ноль»; для этого отвести микровинт от пятки, вращая его за трещотку против часовой стрелки на 3–4 оборота и плавным движением подвести микровинт к пятке, как было указано выше в пункте 3.

Если установка микрометра на «ноль» с первого раза не удалась, то ее повторяют заново до тех пор, пока не будет достигнута требуемая точность совпадения нулевых штрихов шкал. Для установки на «ноль» микрометров с базой измерений $>25\text{мм}$ производятся аналогичные операции с применением прилагаемой к прибору «установочной» меры длины.

В.3. Определение погрешностей

Погрешность микрометра определяют после проверки установки на «0» по концевым мерам длины [2].

Блок концевых мер длины помещают между измерительными поверхностями пятки и стебля микрометра и, вращая микровинт за трещотку от себя, плавно подводят его торец к КМД, прислоненной к торцу пятки до фиксации, пока трещотка не провернется 3–4 раза.

В положении плотного соприкосновения измерительных поверхностей микровинта и пятки закрепить стопором микровинт, вращая стопор по часовой стрелке до прочного зажатия. Усилие вращения барабана должно обеспечивать нормальное скольжение стебля при отпущенном стопорном винте.

Определяем абсолютную погрешность поверяемой меры, проведя серию из 5-6 измерений установочной КМД. За абсолютную погрешность принимается максимальное значение разности $\Delta X = X - X_0$ (мм).

Допустимые погрешности микрометра по ГОСТ 6507-90 приведены в табл. 1.

Таблица 1

Верхний предел измерений, мм	Допустимая погрешность микрометра, мкм
5,10,25	4
50	4
75,100	4
125,150	5
175,200	5
225,250,300	5

В.4. Порядок проведения работы «Поверка (калибровка) средств линейных измерений»

1. Ознакомиться с методикой проведения поверки.
2. Получить у преподавателя линейные средства измерений для поверки.
3. Провести поверку СИ в соответствии с пунктами **А, Б, В**.
4. Оформить отчет. Отчет о работе должен содержать:
 - название и цель работы;
 - основные понятия и определения;
 - анализ внешнего осмотра СИ;
 - таблицу результатов поверки СИ (табл. 2).
5. Ответить на контрольные вопросы (письменно или устно по усмотрению преподавателя).

Таблица результатов поверки средств измерений показана в табл. 2.

Таблица 2

СИ	Абсолютная погрешность	Относительная погрешность	Заключение о пригодности СИ
Линейка			
Штангенциркуль		Не нормируется	
Микрометр		Не нормируется	

Практическое занятие № 10

Раздел: Контроль качества.

Тема: Оценка соответствия железобетонной конструкции требованиям стандартов и другой нормативной документации.

Общие теоретические сведения

Одно из основных предназначений контроля качества – проверка соответствия качества поступающих на стройку материалов и конструкций требованиям рабочей документации, ГОСТам и техническим условиям; соответствие конструкций и материалов сопроводительным документам.

В отдельных случаях входной контроль материалов не ограничивается проверкой сопроводительных документов, и проводятся контрольные измерения и испытания соответствующих показателей качества. Это может

определяться требованиями регламентов операционного контроля качества строительно-монтажных работ или другими организационно-технологическими документами, а иногда просто невозможностью идентификации номенклатуры стройматериалов.

В процессе лабораторно-практического занятия студентам предлагается оценить прочность образцов бетонных изделий с использованием склерометра Шмидта и установить марку и класс бетона.

Склерометр Schmidt Hammer 225 (в дальнейшем склерометр) предназначен для определения прочности бетона на сжатие в диапазоне 10–60 МПа в бетонных и железобетонных конструкциях и изделиях методом упругого отскока по ГОСТ 22690.

Принцип действия склерометра основан на ударе с нормированной энергией бойка о поверхность бетона и измерении высоты его отскока (Н) в условных единицах шкалы прибора, являющейся косвенной характеристикой прочности бетона на сжатие.

Устройство склерометра Шмидта

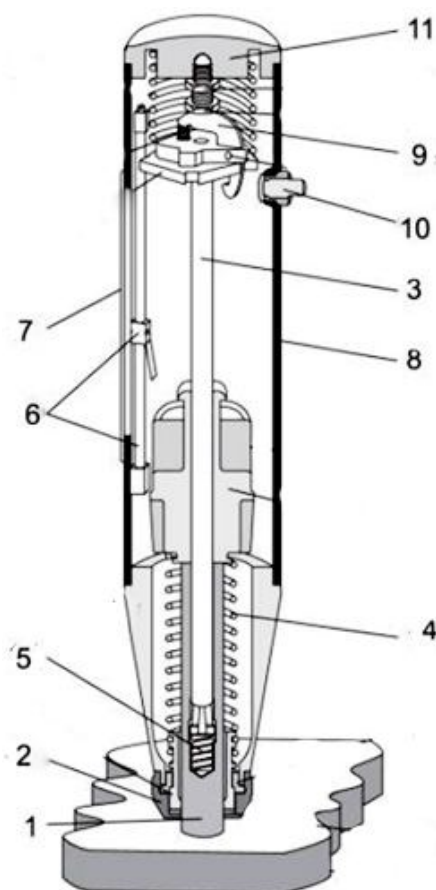


Рис. 1. Устройство склерометра Шмидта:

- 1 – съемный индентор; 2 – полукольца фиксирующей втулки; 3 – втулка;
4 – рабочая пружина; 5 – боёк; 6 – бегунок шкалы; 7 – шкала; 8 – корпус;
9 – цанга; 10 – кнопка – стопор; 11 – крышка корпуса

Порядок работы со склерометром

- Выбрать места испытания на изделии согласно указаниям ГОСТ 22690.

- Привести склерометр в исходное положение.

- Установить склерометр в выбранную точку испытываемой поверхности перпендикулярно к ней, следя, чтобы отклонение от прямого угла не превышало 4 мм на высоту 100 мм.

- Удерживая склерометр за корпус двумя руками так, чтобы один палец находился у стопора, нанести удар, определить по шкале высоту отскока и зафиксировать ее в ведомости испытаний.

- Продолжать испытания в других точках изделия.

Примечание 1. При испытании контрольных кубов бетона они должны быть зажаты в прессе согласно ГОСТ 22690. 2. Положение склерометра относительно испытываемой поверхности должно быть таким же, как и при установлении градуировочной зависимости, т.е. перпендикулярным. При необходимости испытания наклонных поверхностей следует зафиксировать угол наклона между продольной осью прибора и горизонтальной плоскостью для введения поправки при обработке результатов.

Результаты испытаний прочности бетона заносят в журнал, в котором должно быть указано:

- наименование конструкции, номер партии;
- вид контролируемой прочности и ее требуемое значение;
- вид бетона;
- наименование неразрушающего метода, тип прибора и его заводской номер;
- среднее значение косвенной характеристики прочности и соответствующее значение прочности бетона;
- сведения об использовании поправочных коэффициентов;
- результаты оценки прочности бетона;
- фамилия и подпись лица, проводившего испытание, дата испытания.

В соответствии с ГОСТ 18105-86 «Бетоны. Правила контроля прочности», среднее значение по результатам испытаний прочности бетона устанавливают исходя из среднеарифметического значения прочности по результатам испытаний и поправки, на которую её следует уменьшить для достижения 95% вероятности достоверности полученного значения прочности с учетом погрешностей измерений.

$$R_b = R_{cp} \cdot (1 - 2,6 \cdot C_v), \quad (1)$$

где $R_{cp} = \sum R_i / n$ – среднееарифметическое значение измерений прочности бетона; n – количество измерений; $(1-2,6 \cdot C_v)$ – величина, на которую нужно уменьшить среднееарифметическое значение прочности бетона R_{cp} для получения расчетного значения прочности бетона R_b с 95% вероятностью его соответствия истинному значению в соответствии с правилами математической статистики; число «2,6» – значение коэффициента Стьюдента.

Значение коэффициента Стьюдента определяется из таблицы Стьюдента на пересечении строки, соответствующей числу измерений n и столбца, соответствующего доверительной вероятности α .

Таблица 1

n	α			
	0,8	0,9	0,95	0,98
3	1,9	2,9	4,3	7,0
4	1,6	2,4	3,2	4,5
5	1,5	2,1	2,8	3,7
6	1,5	2,0	2,6	3,4
7	1,4	1,9	2,4	3,1
8	1,4	1,9	2,4	3,9

C_v – коэффициент изменчивости, определяемый по формуле:

$$C_v = \sigma_{сркв} / R_{cp} \quad (2)$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum (R_i - R_{cp})^2}$$

– среднеквадратическое отклонение измеряемого значения прочности бетона R_i от среднееарифметического значения прочности бетона R_{cp} .

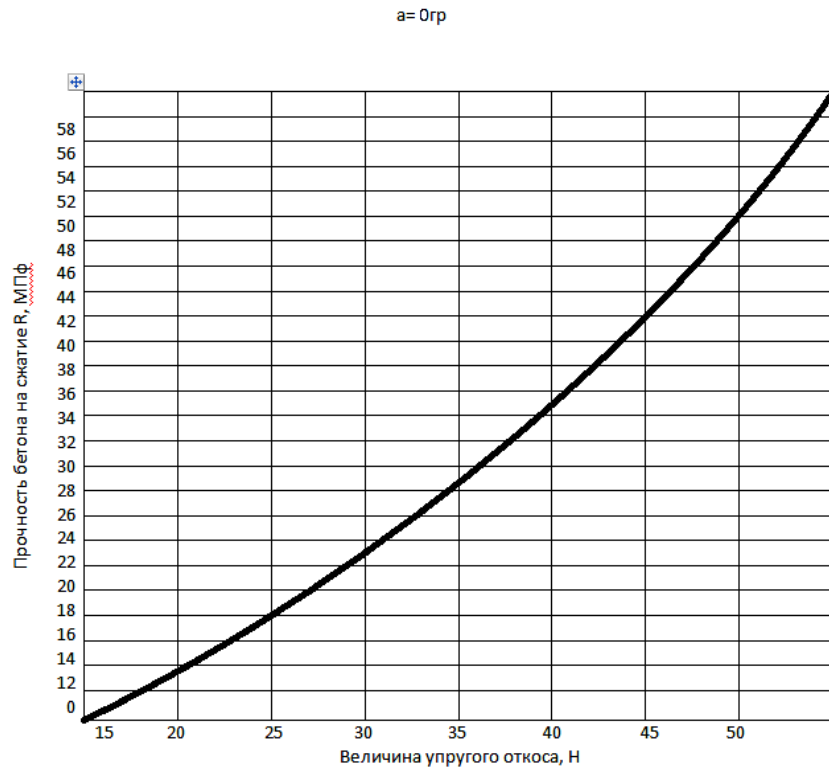
Для вычисления статистических величин, необходимых для установления расчетного значения прочности бетона R_b , заполняется вспомогательная таблица (табл. 2).

Таблица 2

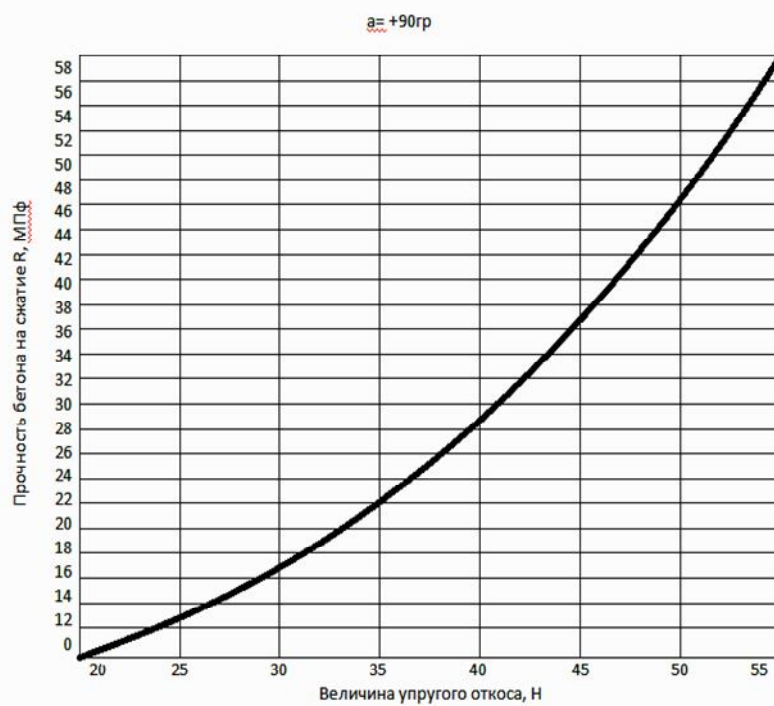
№ исп.	R_i	R_{cp}	$R_i - R_{cp}$	$(R_i - R_{cp})^2$	S

Графики зависимости прочности бетона на сжатие от величины упругого отскока H :

а) для вертикальных поверхностей



б) для горизонтальных нижележащих поверхностей



в) для горизонтальных вышележащих поверхностей

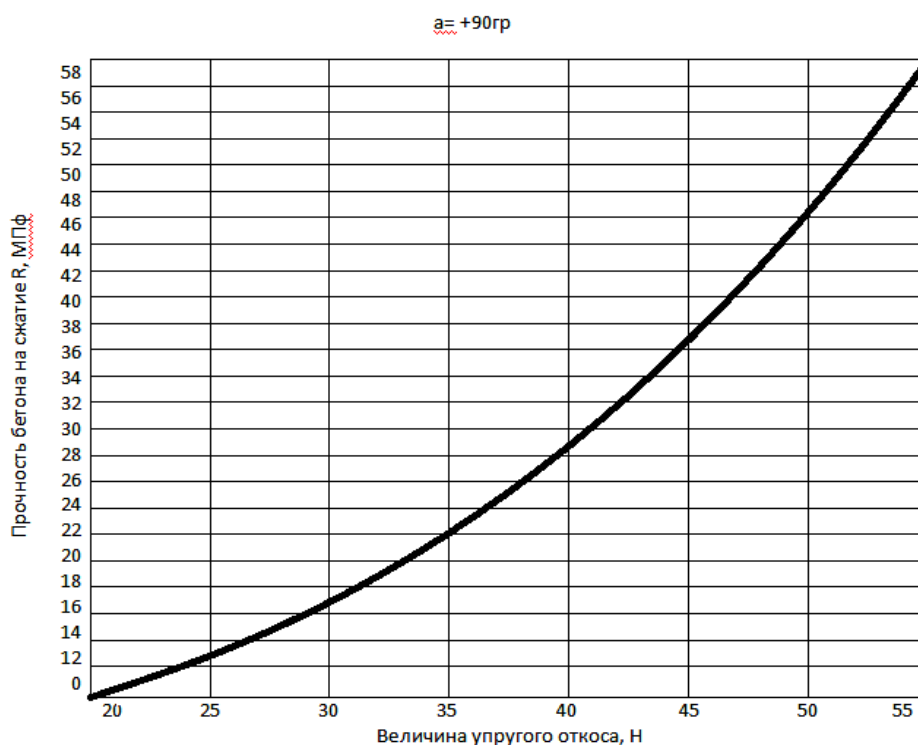


Таблица зависимости класса и марки бетона от значения прочности (кгс/см²), табл. 3.

Таблица 3

Класс бетона	Прочность (МПа)	Марка бетона
В 3,5	4,6	М 50
В 5	6,5	М 75
В 7,5	9,8	М 100
В 10	13,1	М 150
В 12,5	16,4	М 150
В 15	19,6	М 200
В 20	26,2	М 250
В 22,5	30,2	М 300
В 25	32,7	М 350
В 30	39,3	М 400
В 35	45,8	М 450
В 40	52,4	М 550
В 45	58,9	М 600
В 50	65,5	М 600
В 55	72,0	М 700
В 60	78,6	М 800

Порядок проведения работы «Входной контроль поступающих материалов и изделий»

1. Ознакомиться с методикой проведения определения прочности бетона на сжатие с помощью склерометра Шмидта.
2. Получить у преподавателя приборы и материалы для работы.
3. Проверить соответствие фактических показателей качества бетона заявленным по проекту
4. Оформить отчет. Отчет о работе должен содержать:
 - название и цель работы;
 - основные понятия и определения;
 - рисунок устройства склерометра Шмидта;
 - эскиз проверяемых образцов с обозначением мест замера прочности;
 - сводную таблицу результатов контроля качества бетона.

Сводная таблица результатов контроля качества бетона приведена в табл. 4.

Таблица 4

<i>№ испыт., значение R_i</i>	<i>R_{cp}</i>	<i>Заданная достоверность измерений (α)</i>	<i>Среднеквадр. отклонение результатов (S)</i>	<i>Коэффициент изменчивости (C_v)</i>	<i>Прочность бетона R_b (с учетом погрешностей испытаний)</i>	<i>Класс бетона/ марка бетона</i>
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Практическое занятие № 11

Раздел: Контроль качества.

Тема: Оценка соответствия фактического расчетного сопротивления древесины требованиям стандартов и другой проектно-нормативной документации.

Общие теоретические сведения

Наиболее характерным из механических свойств древесины и важным в практическом отношении является прочность при сжатии вдоль волокон.

Прочность древесины характеризуется пределом прочности, т.е. напряжением, равным отношению наибольшей нагрузки, предшествовавшей разрушению образца, к первоначальной площади его сечения.

Для проведения входного контроля поступающих от поставщиков стройматериалов проводится оценка качества поставляемой древесины, а именно экспериментальное определение фактического расчетного сопротивления при сжатии вдоль волокон и сравнение полученного значения с заявляемым значением.

Для установления фактического расчетного сопротивления без учета влияния местных пороков (сучки, гниль, косослой) используют так называемые «малые чистые» образцы, вырезаемые из участков древесины, лишенных таких пороков.

Размеры и количество малых чистых образцов для различных испытаний древесины регламентированы ГОСТ 16483.10-73 «Основные испытания древесины: определение влажности и плотности, прочности в различных направлениях и твердости».

В процессе лабораторно-практического занятия студентам предлагается определить расчетное сопротивление сжатию вдоль волокон образцов древесины сосны и оценить по полученным данным соответствие их заявленной сортности.

Для обеспечения репрезентативности выборки и определения указанных свойств древесины испытывают не менее 5-и образцов. Значения, получаемые в ходе испытаний, обрабатывают, с применением методов математической статистики с учетом требуемой достоверности результатов испытаний.

Для получения сопоставимых результатов численные показатели свойств приводят к стандартной влажности, которая в международных стандартах ISO и в ГОСТах РФ установлена 12%.

В учебных целях влажность испытываемых образцов определяем по диаграмме (приложение 1) исходя из известной температуры и относительной влажности воздуха в испытательной лаборатории, где хранятся образцы и проводятся испытания.

Для испытаний применяют образцы в форме прямоугольной призмы с основанием 20x20 мм и высотой (по направлению волокон) 30 мм.

После измерения на половине высоты, ширины a и толщины b образец располагают между опорными поверхностями испытательного

пресса и нагружают вдоль волокон равномерно со средней скоростью 4000 ± 1000 кг/мин. на весь образец.

Испытание доводят до явного разрушения образца и по шкале прибора отсчитывают максимальную нагрузку P_{max} с точностью 5 кг.

Результаты испытаний оформляются в виде протокола (приложение 3).

Предел прочности вычисляют с точностью 5 кг/см² по формуле:

$$\sigma_{e,w} = P_{max} / (a \cdot b), \quad (1)$$

где P_{max} – максимальная нагрузка, Н (кгс);

a, b – размеры поперечного сечения образца, м (см).

Предел прочности $\sigma_{e,w}$ в Па (кгс/см²) пересчитывают на влажность 12 % по формуле:

$$\sigma_{e12} = \sigma_{e,w} \cdot (1 + \alpha \cdot (W - 12)), \quad (2)$$

где $\alpha = 0,04$ – поправочный коэффициент на 1 % влажности; $\sigma_{e,w}$ – предел прочности образца с влажностью W в момент испытания, (кгс/см²); W – влажность образца в момент испытания, %.

Вопрос о том, не содержит ли результат испытаний грубую погрешность, решается общими методами математической статистики назначением границы цензурирования в зависимости от объема выборки.

При количестве испытаний $6 < n < 100$ она равна $4 \sigma_{сркв}$,

где $\sigma_{сркв} = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum (\sigma_{e12i} - \sigma_{e12cp})^2}$ – среднеквадратическое отклонение

измеряемого значения предела прочности древесины σ_{e12i} от среднеарифметического значения предела прочности σ_{e12cp} .

В соответствии с ГОСТ 16483.0-89 «Древесина. Общие требования к физико-механическим испытаниям», значение нормативного сопротивления по результатам испытаний предела прочности древесины устанавливают исходя из среднеарифметического значения предела прочности по результатам испытаний и поправки, на которую ее следует уменьшить для достижения 95% вероятности достоверности полученного значения прочности с учетом погрешностей измерений:

$$R_n = \sigma_{e12cp} \cdot (1 - t_{\alpha,n} \cdot Cv), \quad (3)$$

где $\sigma_{e12cp} = \sum \sigma_{e12i} / n$ – среднеарифметическое значение измерений предела прочности древесины; n – количество измерений; $(1 - t_{\alpha,n} \cdot Cv)$ – величина, на которую нужно уменьшить среднеарифметическое значение предела прочности σ_{e12cp} , для получения расчетного значения предела прочности R_n с 95% вероятностью его соответствия истинному значению в соответствии с правилами математической статистики; число « $t_{\alpha,n}$ » – значение коэффициента Стьюдента.

Значение коэффициента Стьюдента находится из таблицы Стьюдента на пересечении строки, соответствующей числу измерений n и столбца, соответствующего доверительной вероятности α (приложение 2).

Cv – коэффициент изменчивости, определяемый по формуле:

$$Cv = \sigma_{сркв} / \sigma_{в12ср}, \quad (4)$$

$$\sigma_{сркв} = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum (\sigma_{в12i} - \sigma_{в12ср})^2}$$
 – среднеквадратическое отклонение

измеряемого значения предела прочности древесины $\sigma_{в12i}$ от среднеарифметического значения предела прочности $\sigma_{в12ср}$.

Для вычисления статистических величин, необходимых для установления расчетного сопротивления древесины R , заполняется вспомогательная табл. 1.

Таблица 1

№№ исп.	$\sigma_{в12i}$	$\sigma_{в12ср}$	$\sigma_{в12i} - \sigma_{в12ср}$	$(\sigma_{в12i} - \sigma_{в12ср})^2$	$\sigma_{сркв}$

Для перехода к расчетному сопротивлению необходимо учесть влияние на прочность древесины длительности действия нагрузок, пороков (сучки, косослой и пр.), переход от малых стандартных образцов к элементам строительных размеров. Влияние каждого из этих факторов может быть учтено умножением нормативного сопротивления на соответствующие коэффициенты:

$K_{дл}$ – коэффициент длительного сопротивления, принимаемый равным:

$K_{дл} = 0,67$ (для случая одновременного действия постоянной и временной нагрузок);

$K_{одн}$ – коэффициент однородности, учитывающий влияние пороков и размеров элемента и изменяющийся для различных напряженных состояний древесины принимаемый:

$$K_{одн} = 0,27 \div 0,67.$$

В настоящее время в целях унификации методов расчета со странами ЕС и другими международными организациями, влияние этих факторов учитывается без дифференциации на отдельные составляющие введением коэффициента безопасности « K » по материалу, большего единицы.

Окончательно фактическое расчетное сопротивление древесины получают делением нормативного сопротивления на коэффициент безопасности по материалу:

$$R = R_n / K, \quad (5)$$

где K – величина, обратная коэффициентам $K_{дл}$ и $K_{одн}$;

$$K = 1 / (K_{дл} \text{ и } K_{одн}) = 1 / (0,67 \cdot 0,67). \quad (6)$$

Порядок проведения работы «Оценка соответствия фактического расчетного сопротивления древесины требованиям стандартов и другой проектно-нормативной документации»

1. Ознакомиться с методикой проведения определения прочности древесины на сжатие вдоль волокон.
2. Получить у преподавателя приборы и материалы для работы.
3. Проверить соответствие фактических показателей качества древесины заявленным.
4. Оформить отчет. Отчет о работе должен содержать:
 - название и цель работы;
 - основные понятия и определения;
 - эскиз проверяемых образцов с обозначением размеров;
 - протокол испытаний;
 - сводную таблицу результатов контроля качества древесины с определением соответствия фактического расчетного сопротивления представленных образцов древесины (сосны) заявленному 2-му сорту.

Сводная таблица результатов контроля качества древесины показан в табл. 2.

Таблица 2

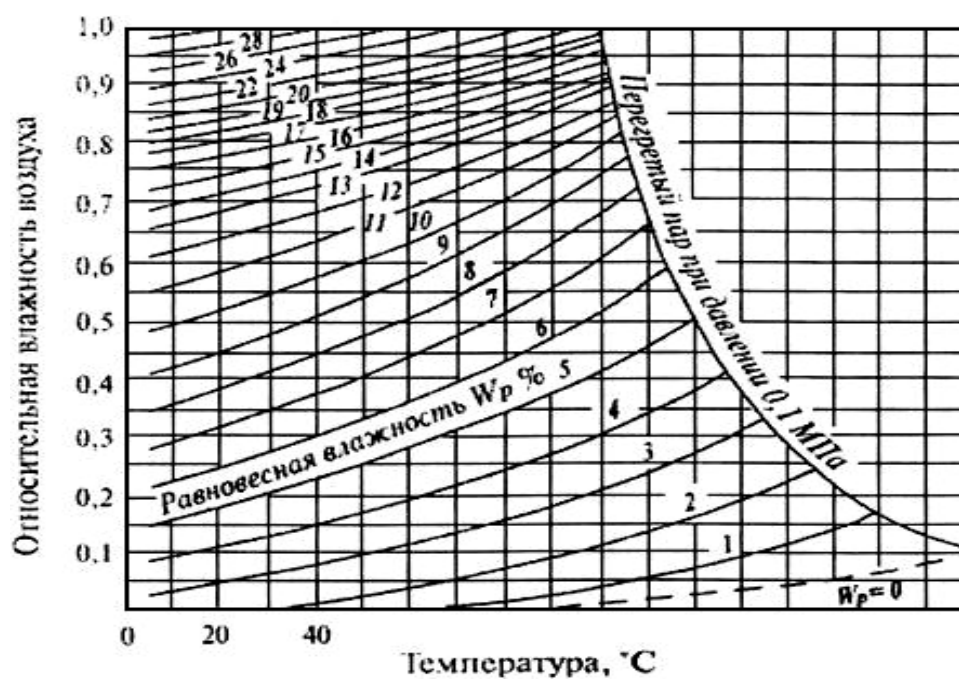
№ испыт., значение $\sigma_{в12i}$	$\sigma_{в12ср}$	Заданная достоверность измерений (α)	Среднеквадр. отклонение результатов ($\sigma_{срkv-}$)	Коэффициент изменчивости (Cv)	Расчетное сопротивле- ние древеси- ны R_c (с учетом погрешностей испытаний)	Краткие выводы
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Исходные данные

1. Представлены образцы древесины сосны 2 сорта (Расчетное сопротивление древесины сжатию вдоль волокон $R_c = 13$ МПа.)
2. Температура в помещении испытательной лаборатории на момент испытаний 20°C .
3. Относительная влажность воздуха 0,8 (80%).

Приложение 1

Диаграмма равновесной влажности древесины



Приложение 2

Таблица распределения Стьюдента

n	α			
	0,8	0,9	0,95	0,98
3	1,9	2,9	4,3	7,0
4	1,6	2,4	3,2	4,5
5	1,5	2,1	2,8	3,7
6	1,5	2,0	2,6	3,4
7	1,4	1,9	2,4	3,1
8	1,4	1,9	2,4	3,9

Приложение 3

ПРОТОКОЛ

определения предела прочности при сжатии вдоль волокон

Порода _____ Температура воздуха t , С° _____

Скорость нагружения, Н/мин. _____

Степень насыщенности воздуха, % _____

Маркировка образца	Размеры поперечного сечения образца, мм		Максимальная нагрузка R_{max} , Н	Влажность W , %	Предел прочности МПа		Примечание
	a	b			W_t	W_{12}	

* * _____ 20 ____ г.

Подпись _____

Практическое занятие № 12

Раздел: Контроль качества.

Тема: Обмерные работы с определением стандартов элементов и соединений фрагмента строительной конструкции.

Общие теоретические сведения

Проверка качества стальных конструкций регламентируется ГОСТ 15467-79 «Управление качеством продукции», СП 53-101-98 «Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций».

В отдельных случаях контроль качества материалов не ограничивается проверкой сопроводительных документов – проводятся контрольные измерения и испытания соответствующих показателей качества. Это может определяться требованиями регламентов операционного контроля качества строительно-монтажных работ или другими организационно-технологическими документами, а иногда просто невозможностью их идентификации (например, в связи с отсутствием или неполным комплектом сопроводительной или проектной документации).

В таких случаях производится осмотр с применением измерительных инструментов, в том числе лабораторных.

В процессе лабораторно-практического занятия студентам предлагается выполнить обмерные работы фрагмента строительной конструкции, установить стандарты применяемых профилей, видов сварки, соединительных болтов.

Обследование фрагмента металлической конструкции

1. Цель работы: Выполнить обмерные работы, установить стандарты применяемых профилей, видов сварки, соединительных болтов.

Фрагмент металлических конструкций представляет собой несколько отдельных стальных элементов, соединенных между собой сваркой и болтовыми соединениями.

Измерения геометрических размеров и сечений элементов, размеров сварных швов выполняются при помощи линеек и штангенциркуля.

2. Порядок выполнения работы

Работа начинается с составления эскиза фрагмента металлической конструкции. На эскизе в 2-х проекциях показывается общий вид металлоконструкции, производится маркировка стандартов всех отдельных элементов и сварных швов.

Пример выполнения эскиза представлен в табл. 1.

После выполнения эскиза при помощи линейки, штангенциркуля и шаблонов определяются размеры, затем стандарты отдельных элементов и сварных швов. Для этого конструкция разбирается на составные части. Результаты замеров заносятся в таблицу ведомости элементов.

Таблица 1

Ведомость элементов

30 8 8	Марка элемента	Сечение			Усилие для прикрепления			Наименование или марка металла	Примечание	
		эскиз	поз.	состав	A, кН	N, кН	M, кН·м			
		20	30	10	30	15	15	15	25	25
		185								

Указания по заполнению ведомости элементов:

– в графе «Марка элемента» указывают марку элемента по схеме расположения элементов или общему виду;

– в графе «Сечение» указывают:

«эскиз» – расположение деталей сечения элемента, позиции деталей сечения, необходимые размеры;

«поз.» – порядковые номера позиций деталей;

«состав» – сокращенное обозначение профилей, составляющих сечение, состоящее из условного обозначения профилей по ГОСТ 2.410 и номера или размеров профиля в соответствии со стандартами или техническими условиями на конкретный вид профилей;

– в графе «Усилие для прикрепления» указывают:

A – реакцию в опорном сечении элемента, кН;

N – продольное усилие в элементе, кН;

M – изгибающий момент в опорном сечении элемента, кН·м;

– в графе «Наименование или марка металла» указывают наименование или марку металла для всего элемента, если все детали элемента выполнены из одного металла, и по позициям – если наименование или марки металла деталей различны;

– в графе «Примечание» указывают другие необходимые данные об элементе.

В связи с учебным характером работы, студентами заполняются графы: 1, 2, 3, 4, 8.

Порядок проведения работы «Обмерные работы с определением стандартов элементов и соединений фрагмента строительной конструкции»

1. Получить у преподавателя фрагмент металлической конструкции.
2. Оформить эскиз детали в 2-х проекциях.
3. Провести поэлементные обмерные работы фрагмента металлической конструкции;
4. Оформить отчет. Отчет о работе должен содержать:
 - название и цель работы;
 - основные понятия и определения;
 - анализ внешнего осмотра фрагмента металлической конструкции
 - эскизы детали в 2-х проекциях и ведомость материалов с указанием стандартов всех составляющих (включая сварные швы);
 - ведомость элементов.

Исходные данные

Материалы составных деталей следующие.

1. Болты из углеродистой стали с содержанием углерода (болт 1 – 0,035%, болт 2 – 0,01%) с цинковым хромированным покрытием толщиной 5 мкм, поле допуска резьбы 6g, с основным шагом резьбы (1,5 мм).
2. Труба – сталь С245.
3. Уголок (ГОСТ 5781-82) – С235.
4. Стержень- сталь арматурная АІ (ГОСТ 5781-82) – Ст3сп.
5. Лист (ГОСТ 14637-89)- С235
6. Сварные швы выполнены ручной дуговой сваркой по ГОСТ 5264-80.

Для выполнения работы используются материалы лабораторно-практических занятий, которые следующие.

1. Лабораторно-практическое занятие № 2. Раздел: Метрология. Тема: Изучение концевых мер длины, методов измерения линейных объектов. Выбор средств измерения.
2. Лабораторно-практическое занятие № 5. Раздел: Стандартизация. Тема: Изучение и расшифровка стандартов марок сталей.
3. Лабораторно-практическое занятие № 7. Раздел: Стандартизация. Тема: Изучение и расшифровка стандартов обозначений сварочных швов.
4. Лабораторно-практическое занятие № 8. Раздел: Стандартизация. Тема: Изучение и расшифровка стандартов марок болтов.

Практическое занятие № 13

Разделы: Метрология. Стандартизация. Сертификация.

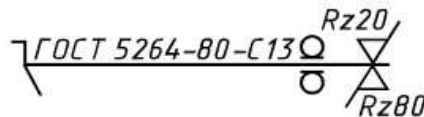
Тема: Итоговое лабораторно-практическое занятие.

Цель работы: Оценка уровня освоения материалов лабораторно-практических занятий студентами. Пояснение наиболее трудных вопросов практических занятий. Повторный разбор основных вопросов занятий со студентами, пропустившими темы по уважительным причинам.

Работа производится в устной или письменной форме по усмотрению преподавателя. Основные вопросы лабораторно-практических занятий (12 групп по темам занятий).

1. Дайте определение метрологии.
2. Физическая величина.
3. Значение физической величины.
4. Единица физической величины.
5. Перечислите основные единицы Международной системы СИ.
6. Приведите примеры производных единиц СИ.
7. Выразить 1 м в км, Мм, мм, дм.
8. Выразить 1 мм. рт. ст. в Па.
9. Какие приборы относят к самым простым и дешевым СИ?
10. Перечислите факторы, которые следует учитывать при выборе средств измерений линейных размеров. Что такое допускаемая погрешность измерения?
11. Что значит: измерение линейных размеров?
12. Что измеряют следующими приборами: линейками; штангенциркулями; микрометрами?
13. Какие параметры включаются в маркировку СИ?
14. Какие достоинства и недостатки каждого прибора?
15. Точность измерений.
16. Понятие погрешности измерений. Абсолютная и относительная погрешность.
17. Типы и причины погрешностей измерений.
18. Оценка случайной погрешности. Доверительный интервал и доверительная вероятность.
19. Грубая погрешность. Критерии грубых погрешностей.
20. Оценка случайной погрешности измерений.
21. Использование распределение вероятностей Стюдента для определения доверительного интервала измеряемого значения величины.
22. Оценка суммарной погрешности измерений.

23. Понятие стандартизации.
24. Понятие стандарта.
25. Виды стандартов.
26. Основные нормативные документы в строительстве.
27. Российский стандарт маркировки сталей.
28. Европейский стандарт маркировки сталей.
29. Расшифровать стандарт марки стали: Ст30Г2.
30. Стандарт маркировки сварочных электродов.
31. Расшифровать стандарт марки электродов:
Э46-ЛЭЗМР-3С-Ф-УД Е 43 1(3)-РЦ-13.
32. Стандарты обозначений сварных швов.
33. Изображения сварных швов на чертежах.
34. Расшифровать стандарт сварного шва. Сделать поясняющие эскизы:



35. Стандарты марок болтов по ГОСТ 7798-70.
36. Стандарты марок болтов по ГОСТ Р ИСО 4014-2013.
37. Расшифровать стандарт болтов: Болт М12 – 6х60.58 (S19)
ГОСТ 7798-70.
38. Расшифровать стандарт болтов: Болт с шестигранной головкой
ИСО 4014 – М16х50 -5.8 – E2N.
39. В каких случаях проводится поверка линейных средств измерений, а в каких калибровка?
40. Какие методы поверки (калибровки) линейных СИ обычно применяются на практике?
41. Назовите допустимые абсолютные погрешности:
 - а) измерительных линеек; б) штангенциркулей; в) микрометров.
42. Какие документы выписываются по проведению:
 - а) поверки СИ; б) калибровки СИ?
43. Оценка прочности образцов бетонных изделий с использованием склерометра Шмидта.
44. Оценка соответствия фактического расчетного сопротивления древесины сжатию вдоль волокон требованиям стандартов и другой проектно-нормативной документации.
45. В каких случаях производятся обмерные работы конструкций?
46. СИ для проведения обмерных работы конструкций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сергеев А.Г., Крохин В.В. Метрология: учеб. пособие для вузов. – М., 2001.
2. Балалаев В.А., Слаев В.А., Синяков А.И. Теория систем воспроизведения единиц и передачи их размеров: – учеб. пособие. – Спб.: НПО «Профессионал», 2004.
3. Димов Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация. – Спб.: Питер, 2004.
4. Никифоров А.Д., Бакиев Т.А. Метрология, стандартизация и сертификация. – М.: Высшая школа, 2005.
5. Сергеев А.Г., Крохин В.В. Метрология. – М.: Логос, 2002.
6. Белкин И.М. Допуски и посадки. – М.: Машиностроение, 1992.
7. Ганевский Г.М., Гольдин И.И. Допуски, посадки и технические измерения в машиностроении. М.: ИРПО, 2001.
8. Никифоров А.Д., Бакиев Т.А. Метрология, стандартизация и сертификация. – М.: Высшая школа, 2005.
9. Лифиц И.М. Основы стандартизации, метрологии, сертификации. – М.: Юрайт, 2008.
10. ГОСТ 8.207-76. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Метод обработки результатов наблюдений. Основные положения. – М. Изд-во стандартов, 1976.
11. Никифоров А.Д., Бакиев Т.А.. Метрология, стандартизация и сертификация. – М.: Высшая школа, 2005.
12. Лифиц И.М.. Основы стандартизации, метрологии, сертификации. М.: Юрайт, 2008.
13. Сергеев А.Г., Крохин В.В. Метрология. – М.: Логос, 2002.
14. Шишкин И.Ф. Теоретическая метрология. Ч. 1. Общая теория измерений: учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Питер, 2010.
15. Шишкин И. Ф. Теоретическая метрология. Ч. 2. Обеспечение единства измерений: учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2012.
16. Назаров Н. Г. Метрология. Основные понятия и математические модели. – М.: Высшая школа, 2002. – 348 с.
17. Зайдель А.Н. Погрешности измерений физических величин. Л.: Наука, 1985.
18. Градостроительный Кодекс РФ от 29.12.2004 № 190-ФЗ
Федеральный закон от 29.12.2004 № 191-ФЗ.
19. О техническом регулировании (с комментарием) (с изменениями на 28 сентября 2010 года) Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ.
20. ГОСТ Р 54384-2011 ГОСТ на стали и сплавы, технологические Методы.

21. ГОСТ 380. Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки.
22. ГОСТ 19281-89. Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия.
23. ГОСТ Р 54384-2011. Сталь. Определение и классификация по химическому составу и классам качества.
24. ГОСТ Р 54908-2012.Metalлопродукция из жаростойкой стали. Технические условия.
25. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений».
26. ПР 50.2.006-94. «ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений».
27. ПР 50.2.007-2002. «ГСИ. Поверительные клейма».
28. ПР 50.2.012-94. «ГСИ. Порядок аттестации поверителей средств измерений».
29. ГОСТ 166-89. Штангенциркули. Технические условия [Текст]. – Введ. 1991-02-01. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 15 с.
30. ГОСТ 8.113-85. Государственная система обеспечения единства измерения. Штангенциркули. Методика поверки [Текст]. – Введ. 1987-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 18 с.
31. ГОСТ 9038-90. Меры длины концевые плоскопараллельные. Технические условия [Текст]. – Введ. 1991-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 15 с.
32. Об обеспечении единства измерений [Электронный ресурс]: Федеральный закон № 102-ФЗ: принят 26 июня 2008 г. / Консультант Плюс. – 2014.

Хусаинов Д.М., Пеньковцев С.А., Исаев А.В., Вахтель Р.Р.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

к практическим занятиям по курсу

«Основы метрологии, стандартизации, сертификации
и контроля качества»

для студентов направления подготовки 08.03.01 «Строительство»