

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра систем управления и информационных технологий в строительстве

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ по дисциплине

«Метрологическое обеспечение производства»

**для студентов очного и заочного отделения, направления 27.03.02 Управление
качеством профиль: Энергетический менеджмент в строительстве и
промышленности**

Часть 2

Воронеж 2021

УДК 006.73:338.4(07)
ББК 30.10:30.607я723

Составители:

канд. техн. наук И.В. Поцбнева

Метрологическое обеспечение производства: методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Метрологическое обеспечение производства» для студентов направления 27.03.02 Управление качеством профиль: Энергетический менеджмент в строительстве и промышленности / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: И.В. Поцбнева - Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. - 40 с.

Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Метрологическое обеспечение производства» разрабатывались на основе требований ФГОС с опорой на научные принципы формирования содержания образования. Данное пособие отражает актуальные направления 27.03.02 Управление качеством профиль: Энергетический менеджмент в строительстве и промышленности.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле ЛР _ МОП _ч2

Ил. 5. Табл. 9. Библиогр.: 5 назв.

УДК 006.73:338.4(07)
ББК 30.10:30.607я723

Рецензент - И. В. Фатеева, канд. экон. наук, доцент кафедры инноватики и строительной физики имени профессора И.С. Суровцева Воронежского государственного технического университета

*Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

Практическое занятие «Измерение электрических величин аналоговыми электромеханическими измерительными приборами»

1 Теоретическая часть

Классификация и технические характеристики электроизмерительных приборов

Устройства, предназначенные для измерения электрических величин, называются электроизмерительными приборами. Основными величинами, характеризующими физические процессы, протекающие в электрических цепях, являются: сила тока (обозначается – I), разность потенциалов между двумя точками электрической цепи или электрическое напряжение (U) и электрическое сопротивление (R). Они связаны между собой законом Ома:

$$I = U / R \quad (1)$$

К электроизмерительным приборам относятся приборы для измерения силы тока (амперметры), напряжения (вольтметры), сопротивления (омметры), мощности (ваттметры) и так далее в цепях постоянного и переменного токов.

Сила тока численно равна заряду, протекающему через поперечное сечение проводника в единицу времени, и измеряется в амперах ($1\text{А}=1\text{Кл}/1\text{с}$) или в производных единицах – миллиамперах (10^{-3}А), обозначаемых как мА или mA, микроамперах (10^{-6}А), обозначаемых как мкА или $\mu\text{А}$ и др. Приборы для измерения силы тока называются амперметрами (милли-, микроамперметры и т.д.).

Разность потенциалов (напряжение) между двумя точками цепи численно равна работе по перемещению между этими точками единичного положительного заряда ($q=+1\text{Кл}$) и измеряется в вольтах ($1\text{В}=1\text{Дж}/1\text{Кл}$). Соответствующие измерительные приборы называются вольтметрами (кило-, милливольтметрами и т.д.).

Электрическое сопротивление участка цепи (по закону Ома) равно отношению разности потенциалов на его концах к силе тока, протекающего по этому участку, и измеряется в Омах ($1\text{Ом}=1\text{В}/1\text{А}$). Приборы, предназначенные для измерения сопротивления, называются омметрами (милли-, мегомметрами и т.д.).

Приборы для измерения этих трех электрических величин, называют авометрами (ампервольтметрами). Они часто служат для проверки электрических схем и элементов цепи. Поэтому их еще называют тестерами. Современные электронные цифровые приборы с расширенным перечнем измеряемых величин (например, добавлена возможность измерять емкость, индуктивность, частоту, параметры транзисторов и диодов) называют мультиметрами.

Измерительные приборы имеют клеммы (зажимы) или «гнезда», к которым присоединяются концы проводов, предназначенных для подключения прибора к электрической цепи. Вторые концы этих проводов часто заканчиваются металлическими наконечниками щупами или раздвижными зажимами типа «крокодил». Соединительные провода, а также щупы и наконечники обязательно должны быть с внешней изоляцией, чтобы обеспечить безопасность пользователя при проведении электрических измерений.

На панелях электроизмерительных приборов указываются технические характеристики:

- единицы измеряемых величин (таблица 1);
- система прибора (таблица 2);
- наличие защиты измерительной цепи от магнитных или электрических полей и вид преобразователя (таблица 3);
- рабочее положение прибора и испытательное напряжение изоляции измерительной цепи по отношению к корпусу (таблица 4);
- род тока и число фаз (таблица 5);
- класс точности прибора;
- устойчивость к климатическим воздействиям.

Также могут быть указаны: внутреннее сопротивление измерительного механизма; ток, отклоняющий стрелку на всю шкалу прибора; падение напряжения на внутреннем сопротивлении; год изготовления и заводской номер.

Таблица 1 – Единицы измеряемых величин

Единицы физических величин			Приставки и множители			
наименование	обозначение		приставка	множитель	обозначение	
	рус.	международ.			рус.	международ.
ампер	A	A	иотта	10^{24}	И	Y
вольт	B	V	зетта	10^{21}	З	Z

Продолжение таблицы 1

Единицы физических величин			Приставки и множители			
наименование	обозначение		приставка	множитель	обозначение	
ом	Ом	Ω	экса	10^{18}	Э	E
фарад	Ф	F	пета	10^{15}	П	P
генри	Гн	H	тера	10^{12}	Т	T
ватт	Вт	W	гига	10^9	Г	G
вар	вар	var	мега	10^6	М	M
коэффициент мощности		$\cos\Phi$	кило	10^3	к	k
коэффициент реактивной мощности		$\sin\Phi$	гекто	10^2	г	h
герц	Гц	Hz	дека	10^1	да	da
тесла	Тл	T	деци	10^{-1}	д	d
сименс	См	S	санتي	10^{-2}	с	s
децибел	дБ	dB	милли	10^{-3}	м	m
вебер	Вб	Wb	микро	10^{-6}	мк	μ
			нано	10^{-9}	н	n
			пико	10^{-12}	п	p
			фемто	10^{-15}	ф	f
			атто	10^{-18}	а	a
			zepto	10^{-21}	з	z
			иокто	10^{-24}	и	y

Таблица 2 – Условные обозначения систем приборов

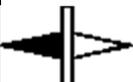
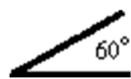
Система прибора	Обозначение	Система прибора	Обозначение
Магнитоэлектрическая подвижной рамкой		Магнитоэлектрическая подвижным магнитом	
Электромагнитная		Электродинамическая	
Ферродинамическая		Электростатическая	
Вибрационная		Термопара (термопреобразователь) изолированная	
Биметаллическая		Термопара (термопреобразователь) неизолированная	

Таблица 3 – Обозначения, характеризующие вид преобразователя и наличие защиты измерительной цепи

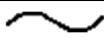
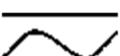
Наименование	Обозначение
Выпрямитель	
Электронное устройство – преобразователь в измерительной цепи	
Магнитный экран	
Электрический экран	

Таблица 4 – Обозначения, характеризующие рабочее положение приборов и прочность изоляции по отношению к корпусу

Наименование	Обозначение
Вертикальное положение	
Горизонтальное положение	
Наклонное положение (например, 60°) относительно горизонтальной плоскости	
Изоляция измерительной цепи от корпуса испытана под напряжением 2 кВ	
Изоляция измерительной цепи от корпуса испытана под напряжением 500 В	
Прибор испытанию прочности изоляции не подлежит	
Осторожно! Прочность изоляции измерительной цепи не соответствует нормам!	
Внимание! Смотри дополнительные указания в паспорте прибора	

По устойчивости к климатическим воздействиям электроизмерительные приборы делятся на группы А, Б, В. Приборы группы А предназначены для работы в сухих, отапливаемых помещениях; Б – в неотапливаемых помещениях; В – для работы в полевых или морских условиях.

Таблица 5 – Род тока

Род тока	Обозначение
Постоянный	 или 
Переменный	
Постоянный и переменный	
Трёхфазный переменный	

Кроме того, в таблице 5. соответствии с ГОСТ Род тока, измеряемого прибором электроизмерительные приборы, классифицируются также:

- по положению нулевой отметки на шкале: (с односторонней шкалой, двусторонней симметричной шкалой, двусторонней несимметричной шкалой и безнулевой шкалой);
- по количеству диапазонов измерений: однопредельные и многопредельные (с несколькими диапазонами измерений);
- по конструкции отсчётного устройства: со стрелочным, световым или вибрационным указателем; с подвижной шкалой; с пишущим устройством; с цифровой индикацией;
- по характеру шкалы: с равномерной и неравномерной шкалой (степенной, логарифмической).

Электроизмерительные приборы встречаются со стрелочным и световым указателем и цифровой индикацией, в которых применяются электронные методы измерения и представления информации без преобразования её в механическое движение.

Стрелочный указатель представляет собой перемещающуюся по шкале стрелку, жёстко скреплённую с подвижной частью прибора. При световом способе отсчёта на оси подвижной части закрепляется зеркальце, освещаемое специальным осветителем; луч света, отражённый от зеркальца, попадает на шкалу и отображается на ней в виде светового пятна с тёмной нитью посередине. Световой отсчёт позволяет существенно увеличить чувствительность прибора: во-первых, вследствие того, что угол поворота, отражённого луча вдвое больше угла поворота зеркальца; а во-вторых, потому, что длину луча можно сделать весьма большой.

На корпусе приборов, как правило, устанавливается корректор – приспособление, предназначенное для установки прибора в нулевое положение.

ние, и арретир – устройство, предназначенное для предохранения подвижной части прибора от повреждений при переноске, транспортировке и хранении.

Выбор прибора для измерений осуществляется по следующим критериям.

1) Соответствие измеряемой величины (ток, напряжение, сопротивление и т.п.) типу прибора (обычно указывается в виде надписи: «А», «V», «Ω» и т. п.).

2) Соответствие вида измеряемого тока или напряжения (переменный или постоянный) возможностям прибора (указывается значками «~» или «—», либо сочетанием латинских букв «АС» (alternative current) или «DC» (direct current), соответственно.

3) Соответствие значения измеряемой величины пределу измерения прибора, который определяется по цифрам в конце измерительной шкалы или по положению переключателей режима работы прибора. Поэтому желательно предварительно провести расчет (оценку) значения измеряемой величины.

4) Точность измерений, которая определяется, прежде всего, точностью самого прибора, что указывается в паспорте прибора или на его шкале.

Необходимо отметить, что для выполнения измерений измерительный прибор должен подключаться к измеряемой цепи, и таким образом он становится дополнительным элементом этой цепи. Как элемент цепи, измерительный прибор характеризуется собственным сопротивлением $R_{пр}$. Поэтому его подключение всегда изменяет сопротивление исследуемой цепи и, следовательно, величину протекающего в ней тока по сравнению с истинной величиной, т.е. до подключения прибора. Это приводит к ошибкам измерения, вызванным самим фактом осуществления этих измерений. Для устранения этих ошибок необходимо знать сопротивление прибора, которое указывается в паспорте прибора или на его шкале.

Измерения при помощи стрелочного прибора

Угол отклонения стрелки у большинства стрелочных приборов зависит от взаимодействия магнитных полей неподвижного и подвижного (к которому, собственно, и прикреплена стрелка) магнитов. Один из них является электромагнитом, величина магнитного поля которого зависит от силы измеряемого тока, протекающего через его обмотку. Таким образом, по принципу действия эти приборы измеряют силу тока и являются амперметрами.

Но поскольку обмотка электромагнита обладает сопротивлением, то в соответствии с законом Ома каждому положению стрелки может быть поставлено в соответствие определенное значение напряжения на концах обмотки. Поэтому эти приборы могут быть использованы и в качестве вольтметров с пределом измерения, равным

$$U_{\text{макс}} = I_{\text{макс}} \times R_{\text{пр}} \quad (2)$$

Наличие дополнительных элементов (шунты и добавочные сопротивления) позволяет изменять пределы измерений приборов.

При измерении в цепях постоянного тока важно соблюдать полярность подключения приборов, чтобы не вывести его из строя. В противном случае, стрелка будет отклоняться в обратную сторону и может сломаться. Обычно значками «-», «*» или надписью «общ» обозначают ту клемму прибора, к которой должен подключаться провод со стороны отрицательного полюса источника питания. Класс точности прибора указывается на его шкале (часто обводится кружком) в виде одного из чисел: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0. Это число равно относительной ошибке прибора в процентах для выбранного предела измерений. С его помощью можно определить абсолютную ошибку для любого значения отсчета.

Во многих случаях паспортная точность прибора обеспечивается лишь при правильном положении прибора в пространстве – вертикальном или горизонтальном, что указывается на шкале прибора в виде значков « \perp » или « \neg », соответственно.

При измерениях силы тока амперметр включают в электрическую цепь последовательно, то есть в разрыв одного из проводов цепи. В нашем случае это обеспечивается уже при сборке цепи. Но если необходимо выполнить измерение силы тока в реальной цепи, то следует действовать в следующей последовательности:

- выключить в измеряемой цепи источник тока;
- создать разрыв в цепи, отсоединив один из проводов цепи;
- подключить измерительный прибор в разрыв цепи;
- включить источник тока;
- провести измерения;
- вновь выключить источник тока, отключить амперметр;
- восстановить электрическую цепь.

2 Задание к практической работе

Задание 1. Изучение электроизмерительных приборов Сборка электрических цепей.

Применительно к стрелочным приборам, расположенным на столе, ответить на вопросы и заполнить таблицу 1.

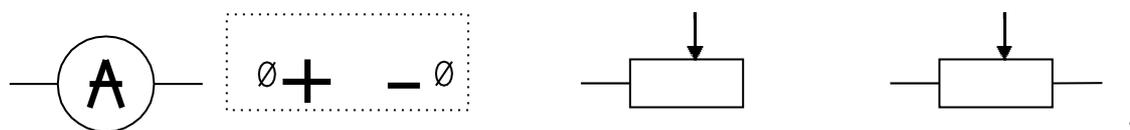
1. Является ли прибор прибором одно- или многоцелевого назначения?
2. Одно- или многопредельный прибор?
3. Каковы пределы измерения?
4. Какова цена деления? (для многопредельного – для всех пределов);
5. Какова чувствительность (см. замечание выше)?
6. Какова система прибора?
7. В каких электрических цепях можно производить измерения этим прибором?
8. Каков класс точности?

Таблица 1 – Изучение электроизмерительных приборов

			Амперметр			Вольтметр		
Одно- или многоцелевой								
Одно- или многопредельный								
Предел	Цена деления	Чувствительность						
Предел	Цена деления	Чувствительность						
Предел	Цена деления	Чувствительность						
Предел	Цена деления	Чувствительность						
Система прибора								
Для каких цепей								
Класс точности								

Задание 2. Измерение силы тока в электрической цепи, состоящей из выпрямителя и реостата.

1. Нарисуйте в тетради под руководством преподавателя электрическую схему установки, которая состоит из последовательно соединенных амперметра, источника тока и реостата, используя общепринятые условные обозначения амперметра, источника тока, реостата и потенциометра, соответственно:



2. Ознакомьтесь с предложенным Вам измерительным прибором – расположением клемм и переключателей. Надписи около них обычно соответствуют виду измеряемой величины и пределу измерений. Иногда в виде цифры со значком «×» указывается значение множителя, увеличивающего предел измерений прибора. Убедитесь, что прибор предназначен для измерений в цепях постоянного тока, о чем свидетельствует отсутствие значка «~» на шкале прибора.

3. На основе данных, полученных в предыдущих заданиях, рассчитайте по закону Ома ожидаемое значение силы тока в цепи $I_{изм}$. Установите переключателями измерительного прибора нужный предел измерений (I_{max}) такой, чтобы $I_{изм}$ был как можно ближе к I_{max} , но $I_{max} \geq I_{изм}$.

4. Обратите внимание, что для повышения точности отсчета показаний приборы снабжены зеркальной шкалой. Отсчет нужно проводить, располагая глаза так, чтобы стрелка «совпадала» с ее отражением.

5. Соберите установку по нарисованной схеме, соблюдая полярность подключения измерительного прибора. Включите источник и запишите в тетради показание прибора в делениях шкалы. Отключите источник. Запишите предел измерений прибора, определите цену одного деления для выбранного предела измерений в миллиамперах и получите результат измерения $I_{изм}$ в миллиамперах.

6. Выпишите значение класса точности прибора, вычислите абсолютную и относительную ошибки измерения $I_{изм}$ и запишите в тетради результаты вычислений и измерения $I_{изм}$.

7. Сравните результат измерений с расчетным значением силы тока.

8. Определите внутреннее сопротивление прибора. Для этого воспользуйтесь таблицей, которая помещена в нижней части его шкалы. В ней в верхней строке указаны пределы измерений прибора I_{np} , а в нижней – значения падения напряжения на приборе U_{np} для каждого предела измерений.

9. Выберите нужное Вам значение U_{np} для используемого Вами предела измерений, запишите его в тетради и рассчитайте R_{np} , используя закон Ома.

3 Контрольные вопросы для защиты практической работы

1. Опишите порядок действий при измерениях электрического напряжения.

2. Опишите порядок действий при измерениях силы тока в собранной цепи.
3. Объясните принцип измерения сопротивлений омметром.
4. Опишите порядок действий при измерениях сопротивлений в собранной цепи.
5. Как проверить исправность омметра?
6. Объясните способ проверки целостности электрических цепей при помощи омметра.
7. Что такое класс точности прибора?
8. Как рассчитать максимальную абсолютную погрешность прибора?
9. Как рассчитать максимальную относительную погрешность прибора при любом положении стрелки?
10. Почему предел измерений стрелочных приборов выбирается таким, чтобы во время измерений стрелка прибора устанавливалась как можно ближе к концу шкалы?
11. Как изменится сила тока в цепи, при подключении к ней амперметра?
12. Почему сопротивление амперметра должно быть, как можно меньше?
13. Как изменится сила тока в цепи при подключении к какому-либо ее участку вольтметра?
14. Почему сопротивление вольтметра должно быть как можно больше?

4 Задание для самостоятельной работы

Изучите ГОСТ 23217-78 Приборы электроизмерительные аналоговые с непосредственным отсчетом [2].

Практическая работа «Классификация и расчет погрешности измерений»

Цель работы – ознакомиться с основными теоретическими положениями о классификации и расчете погрешности измерений; научиться производить расчет погрешностей измерений.

Основные теоретические положения

При осуществлении измерений, вследствие ряда причин, числовое значение измеряемой величины, полученная в результате опыта, является лишь более менее приближенным.

Отклонение результатов измерения от истинного значения измеряемой величины называется *погрешностью измерения*.

Верным (истинным) значением измеряемой величины называют ее значение, свободное от погрешностей измерений.

Действительное значение – это значение, полученное в результате измерения с допустимой погрешностью (ошибкой).

Погрешности измерений можно классифицировать по ряду признаков:

1) В зависимости от формы выражения различают *абсолютную* и *относительную* погрешности измерений.

Абсолютной погрешностью (Δ) называется разность между измеренным и действительным значением измеряемой величины, выраженную в тех же единицах, что и измеряемая величина.

Абсолютную погрешность вычисляют по формуле:

$$\Delta = A - X_{\text{ист}} \quad (1)$$

или

$$\Delta \cong A - X_{\text{д}}, \quad (2)$$

где A – результат измерения;

$X_{\text{ист}}$ – истинное (действительное) значение измеряемой величины;

$X_{\text{д}}$ – действительное значение измеряемой величины.

За действительные значения измеряемой величины принимаются показания образцового прибора.

Величина обратная по знаку абсолютной погрешности называется поправкой.

$$\sigma = - \Delta. \quad (3)$$

Относительная погрешность измерения (δ) представляет собой отношение абсолютной погрешности измерения к истинному (действительному) значению измеряемой величины. Она выражается в долях измеряемой величины по формуле

$$\delta = \frac{\Delta}{X} \quad (4)$$

или в процентах

$$\delta = \frac{\Delta}{X} \cdot 100\% \quad (5)$$

Существует понятие приведенной погрешности γ , которая связана непосредственно с измерительным прибором и определяется как отношение максимальной погрешности измерительного прибора ΔX_{max} к нормирующему значению шкалы прибора X_n :

$$\gamma = \frac{\Delta X_{max}}{X_n} \quad (6)$$

Нормирующее значение X_n – это условно принятое значение, равное или верхнему пределу измерений, если нижний начинается с нуля, или диапазону измерений, или длине шкалы. Если приведенную погрешность выразить в процентах, то она будет численно равна классу точности прибора.

2) В зависимости от условий и режимов измерения различают **статическую** и **динамическую** погрешности.

Статической называют погрешность, не зависящую от скорости изменения измеряемой величины во времени.

Динамической называют погрешность, зависящую от скорости изменения измеряемой величины во времени.

Если в паспорте на средство измерений указывают предельные погрешности измерений, определенные в статических условиях, то они не могут характеризовать точность его работы в динамических условиях. Динамической погрешностью средства измерений является разность между погрешностью средства измерений в динамических условиях и его статической погрешностью.

3) В зависимости от характера проявления, возможностей устранения и причин возникновения различают *систематическую* и *случайную* погрешности.

Систематической ($\Delta_{\text{сист}}$) называют составляющую погрешности измерений, остающуюся постоянной или закономерно изменяющуюся при повторных измерениях одной и той же величины. Близость к нулю систематических погрешностей характеризует качество измерений, называемое правильностью измерений. Это означает, что в случае несущественных систематических погрешностей правильно выбраны методы и средства измерений, обеспечены условия измерений и др.

Случайной ($\Delta_{\text{случ}}$) называют составляющую погрешности измерений, изменяющуюся случайным образом при повторных измерениях одной и той же величины.

Случайные погрешности нельзя исключить опытным путем, но их влияние на результат измерения может быть теоретически учтено путем применения при обработке результатов измерений методов теории вероятности и математической статистики.

Выделяют также *грубые погрешности* и *промахи*, которые возникают из-за ошибок или неправильных действий оператора. Они обнаруживаются, как правило, при окончательной обработке результатов измерений и их значения из анализа исключаются. *Грубые ошибки* – это погрешности, существенно превышающие ожидаемые при данных условиях. Примером грубых ошибок могут быть неправильные отсчеты показаний средств измерений. Грубые погрешности измерения выявляются при повторных измерениях и должны быть отброшены, как не заслуживающие доверия.

4) По причине возникновения погрешности разделяют на *инструментальные, методические и субъективные*.

Инструментальная погрешность – погрешность средства измерений, определяющая не совершенность конструкции, она может быть как систематической, так и случайной.

Методическая погрешность – составляющая погрешности, обусловленная несовершенством метода измерений и упрощением математических зависимостей или связанная с невозможностью идеального воспроизведения модели объекта измерения.

Субъективная погрешность определяется с индивидуальной особенностью оператора и в большинстве случаев эти погрешности относятся к случайным.

Пример решения задачи

Амперметром с диапазоном измерения от 0 до 50 А произведен ряд измерений (таблица 1):

Таблица 1 – Ряд измерений

Порядковый номер наблюдений	Значение величины тока I , А	Порядковый номер наблюдений	Значение величины тока I , А
1	20,5	9	20,5
2	20,1	10	20,7
3	20,5	11	20,5
4	20,5	12	20,3
5	20,2	13	20,9
6	20,6	14	20,1
7	20,3	15	20,6
8	20,7		

Необходимо:

- Произвести оценку результатов измерений (найти абсолютную, относительную и приведенные погрешности);
- За нормирующее значение принять верхний предел шкалы.

Решение:

№	Значение величины тока I , А	Истинное значение величины тока, I , А	Абсолютная погрешность(Δ), I , А	Относительная погрешность(δ), %	Приведенная погрешность (γ), %
1	20,50	20,47	0,03	0,0015	0,0006
2	20,10		-0,37	-0,0184	-0,0074
3	20,50		0,03	0,0015	0,0006
4	20,50		0,03	0,0015	0,0006
5	20,20		-0,27	-0,0134	-0,0054
6	20,60		0,13	0,0063	0,0026
7	20,30		-0,17	-0,0084	-0,0034
8	20,70		0,23	0,0111	0,0046
9	20,50		0,03	0,0015	0,0006
10	20,70		0,23	0,0111	0,0046
11	20,50		0,03	0,0015	0,0006
12	20,30		-0,17	-0,0084	-0,0034
13	20,90		0,43	0,0206	0,0086
14	20,10		-0,37	-0,0184	-0,0074
15	20,60		0,13	0,0063	0,0026

$$\text{Истинное значение: } X_{ист} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$$

$$\text{Абсолютная погрешность: } \Delta = X_{д} - X_{ист}$$

$$\text{Относительная погрешность: } \delta = \pm \frac{\Delta}{X_{д}} \cdot 100\%$$

$$\text{Приведенная погрешность: } \gamma = \pm \frac{\Delta}{X_N} \cdot 100\%$$

План практического занятия

Работа выполняется каждым обучающимся индивидуально в письменной форме и производится в следующей последовательности:

1 Ознакомиться основными теоретическими положениями.

2 Выполнить задания:

– составить классификационную схему погрешностей измерений;
– выписать определения и формулы для расчета всех видов погрешностей;

– произвести трехкратные измерения одного и того же предмета с помощью прибора, выданного преподавателем;

– определить абсолютную, относительную и приведенную погрешности.

3 Оформить отчет о работе на практическом занятии. Отчет должен содержать:

– тему и цель практического занятия;

– классификационную схему погрешностей измерений;

– результаты измерений и расчёта абсолютной, относительной и приведенной погрешности;

– выводы. В выводах должны быть обобщены результаты всей проделанной работы.

Контрольные вопросы для защиты практической работы

1 Что называется погрешностью измерений?

2 Дайте определение понятий истинного и действительного значения измеряемой величины.

3 Как классифицируют погрешности измерений?

4 Как определяется нормирующее значение измеряемой величины?

5 Что такое абсолютная погрешность измерений?

6 Что такое относительная погрешность измерений?

Задания для самостоятельной работы

В рамках самостоятельной работы обучающимся необходимо на основании изученных основных теоретических положений и примера решения задачи, решить задачи, приведенные в [приложении А](#).

Приложение А

Варианты задач

Задача 1

Вольтметром с диапазоном измерения от 0 до 250 В произведен ряд измерений (таблица А.1):

Таблица А.1 – Обозначения классов точности приборов

Порядковый номер наблюдений	Значение величины напряжения U , В	Порядковый номер наблюдений	Значение величины напряжения U , В
1	220	9	220
2	219	10	220
3	220	11	222
4	218	12	221
5	221	13	219
6	220	14	219
7	219	15	220
8	220		

Необходимо:

- произвести оценку результатов измерений (найти абсолютную, относительную и приведенные погрешности);
- за нормирующее значение принять верхний предел шкалы.

Задача 2

Омметром с диапазоном измерения от 0 до 300 МОм произведен ряд измерений (таблица А.2):

Таблица А.2 – Обозначения классов точности приборов

Порядковый номер наблюдений	Значение величины сопротивления R , МОм	Порядковый номер наблюдений	Значение величины сопротивления R , МОм
1	125	9	123
2	126	10	125
3	124	11	126
4	125	12	124
5	126	13	123
6	125	14	127
7	125	15	122
8	124		

Необходимо:

- произвести оценку результатов измерений (найти абсолютную, относительную и приведенные погрешности);
- за нормирующее значение принять верхний предел шкалы.

Задача 3

Рабочий термометр показывает температуру равную $80\text{ }^{\circ}\text{C}$, образцовый $83\text{ }^{\circ}\text{C}$. Предел измерения термометров от 0 до $200\text{ }^{\circ}\text{C}$. Определить абсолютную, приведенную и относительную погрешность.

Задача 4

При определении массы вещества получены следующие результаты: $5,23$; $5,27$; $5,13$. Определить абсолютную и относительную погрешность измерений.

Задача 5

Вольтметр имеет верхний предел шкалы 600 В , абсолютную погрешность 9 В . Определить класс точности прибора.

Задача 6

Рабочий амперметр показывает силу тока, равную 11 А , а образцовый 12 А . Диапазон шкалы приборов от 0 до 20 А . Определить абсолютную, приведенную и относительную погрешности.

Практическая работа «Контроль качества и испытание изделий машиностроительного производства»

1 Цель практической работы

Целью практической работы является изучение механических характеристик качества металлопродукции машиностроения, нормативных документов на эти характеристики, на методы их контроля, разработка метода контроля и оценка его результатов.

2 Основные теоретические положения

2.1 Общие положения

Широкое применение металлов в различных отраслях промышленности объясняется их высокими механическими свойствами, т.е. свойствами, которые материал проявляет при действии на него внешних сил со стороны других тел. Действие внешней силы вызывает деформацию твердого тела, и в нем возникают напряжения. Напряжение является удельной величиной и определяется как отношение силы, действующей на тело, к площади его сечения:

$$\sigma = \frac{P}{F}, [\text{МПа}] \quad (1)$$

где σ – нормальное (действующее перпендикулярно сечению детали) напряжение в МПа;

P – усилие приложенное к расчетному элементу (рисунок 1) в Н;

F – площадь поперечного сечения элемента в мм^2 (рисунок 1).

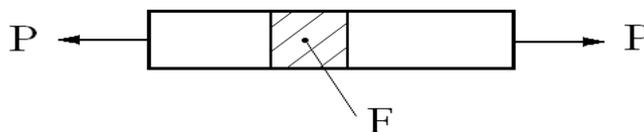


Рисунок 1 – Элемент конструкции, нагруженный растягивающей нагрузкой

При проектировании изделий машиностроения производят расчеты на прочность ее элементов с целью обеспечить надежность и

безопасность продукции при эксплуатации в пределах заданного (расчетного) ресурса. Для обоснования принятых решений и выполнения расчетов при этом используют нужные характеристики механических свойств металла, получаемых при испытании образцов на растяжение.

Среди основных характеристик механических свойств металлов получаемых при этом следует назвать следующие.

Прочностные характеристики:

- σ_T [МПа] – предел текучести, характеризующий сопротивляемость металла переходу в упруго пластическое состояние и появление пластической (необратимой) деформации;

- σ_B [МПа] – предел прочности (временное сопротивление), характеризующий сопротивляемость металла разрушению;

Характеристики пластичности:

- δ [%] – относительное удлинение;

- ψ [%] – относительное сужение, характеризующие пластичность металла.

Предел текучести σ_T и предел прочности σ_B применяют при проектировании в качестве количественных характеристик следующим образом. При подборе размеров сечений элементов конструкции исходят из основного требования, согласно которому расчетные напряжения в самом нагруженном сечении не должны превысить допустимое значение:

$$\sigma_{расч} = P / F \leq [\sigma], \text{ [МПа]} \quad (2)$$

где $\sigma_{расч}$ – расчетная величина нормального напряжения (удельная нагрузка) в МПа;

$[\sigma]$ – величина допускаемого напряжения в МПа.

Оценку величины допускаемых напряжений производят по формуле:

$$[\sigma] = \frac{\text{опасное напряжение}}{\text{коэффициент запаса прочности}}, \quad (3)$$

где в качестве опасного напряжения принимают прочностные механические характеристики металла, определяемые при стандартных испытаниях: предел текучести σ_T и предел прочности σ_B .

Коэффициент запаса прочности вводят, принимая во внимание тот факт, что на этапе проектирования не все факторы об объекте проектирования достоверно известны (условия эксплуатации, свойства металла и т.п.).

В качестве примера можно привести формулу для определения допускаемого напряжения при расчетах сосудов по ГОСТ Р 52857.6-2007 «Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет цилиндрических и конических обечаек, выпуклых и плоских днищ и крышек»:

$$[\sigma] = \min \left(\frac{\sigma_T}{1,5}, \frac{\sigma_B}{2,4} \right). \quad (4)$$

Относительное удлинение δ используют при проектировании в большей степени как качественную сравнительную характеристику, сравнивая ее с нормативным предельным значением при выборе металла или технологии его обработки.

Относительное сужение ψ используют в ряде нормативных методик расчета, например, в ОСТ 26-04-2586-86 «Техника криогенная и криогенно-вакуумная. Сосуды и камеры. Нормы и методы расчета на прочность, устойчивость и долговечность сварных конструкций» как численную характеристику при расчете технических устройств на усталостную прочность.

2.2 Методика испытания

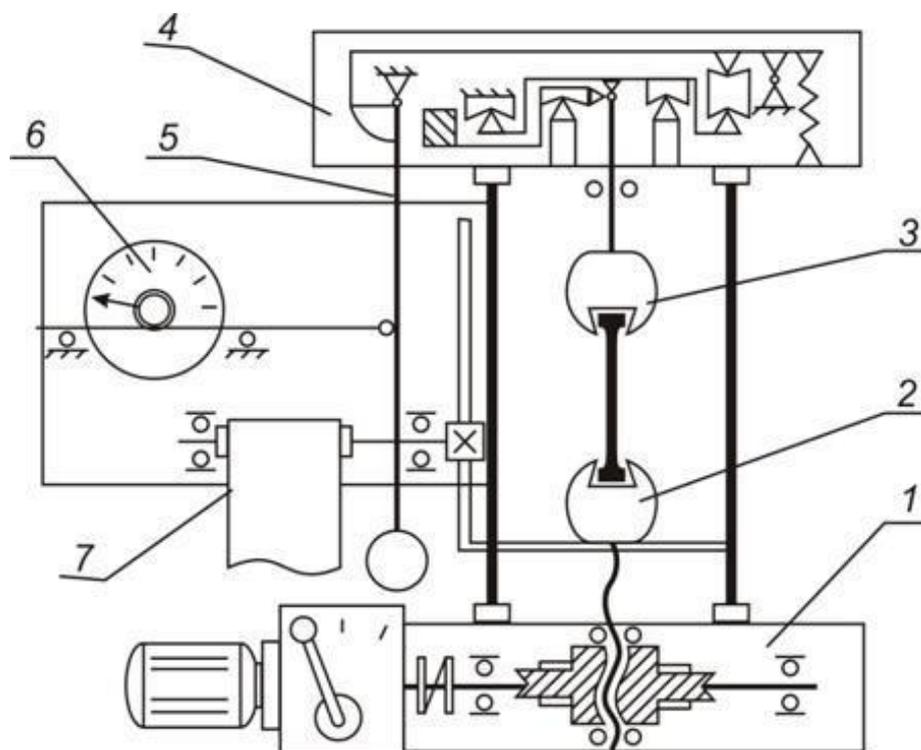
Испытание проводят на установке (рисунок 2), позволяющей нагружать образец растягивающей нагрузкой вплоть до разрушения с одновременной фиксацией усилия и деформации образца, а также записью диаграммы растяжения.

В процессе испытания образца на растяжение записывается диаграмма в координатах: нагрузка – деформация удлинения (рисунок 3). Для целей анализа диаграммы и нахождения по ней характеристик механических свойств усилия пересчитываются в напряжения, согласно выражению (1), а удлинение – в величину относительной деформации:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{l - l_0}{l_0}, \quad (5)$$

где l_0 – начальная расчетная длина образца;

l – текущая длина образца.



1 – механический привод, 2 – подвижный захват, 3 – неподвижный захват, 4 – рычажно-маятниковый силоизмеритель, 5 – маятник, 6 – указатель усилий, 7 – диаграммный аппарат.

Рисунок 2 – Схема испытательной машины УММ-5

При нагружении образца даже незначительное усилие вызывает упругую деформацию, которая в чистом виде наблюдается только при нагрузках до точки С. Упругая деформация характеризуется прямо пропорциональной зависимостью от нагрузки и упругим изменениям межатомных расстояний (прямая линия на диаграмме). При нагрузках выше точки С в отдельных зернах металла, ориентированных наиболее благоприятно относительно направления деформации, начинается пластическая (необратимая) деформация. Дальнейшее увеличение нагрузки вызывает и увеличение упругой, и пластической деформации (участок СВ). При дальнейшем нагружении за точкой В возрастание упругой деформации прекращается. Начинается процесс разрушения, который завершается в точке D. Характерные точки на полученной диаграмме позволяет определить характеристики механических свойств исследуемого металла.

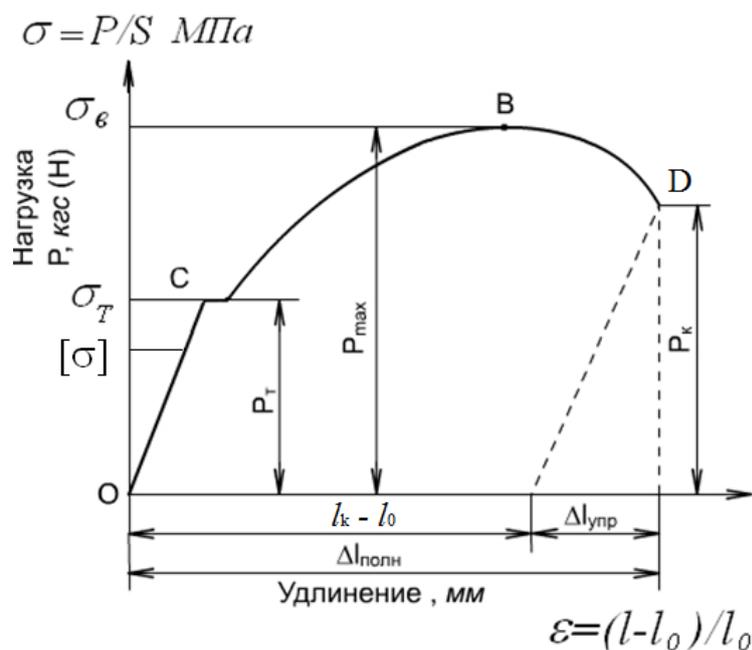


Рисунок 3 – Диаграмма растяжения образца

Так точка С является характерной точкой на диаграмме по напряжениям. При меньших напряжениях образец деформируется упруго и после снятия нагрузки возвращается к исходному размеру l_0 . При больших напряжениях в образце развиваются упруго-пластические деформации и после снятия нагрузки он не восстанавливает свой исходный размер l_0 и становится длиннее на величину имевшей место пластической деформации $\varepsilon_{пл}$. Таким образом уровень приложенного напряжения в точке С является характерным для исследуемого металла, определяет его сопротивляемость пластическим деформациям и называется пределом текучести σ_T :

$$\sigma_T = \frac{P_T}{F_0}, \quad (6)$$

где P_T – нагрузка в точке С;

F_0 – начальная площадь поперечного сечения образца.

Если на диаграмме нет площадки текучести, то определяют условный предел текучести $\sigma_{0,2}$ – это напряжение, при котором остаточное удлинение достигает 0,2% длины участка образца на его рабочей части, удлинение которой принимается в расчет при определении указанной характеристики (рисунок 4).

Точка В на диаграмме соответствует максимальной величине нагрузки (напряжению), после достижения которой начинается процесс разрушения (рисунок 3). Напряжение, соответствующее этой точке называют временным сопротивлением или пределом прочности и обозначают σ_B :

$$\sigma_B = \frac{P_B}{F_0} \quad (7)$$

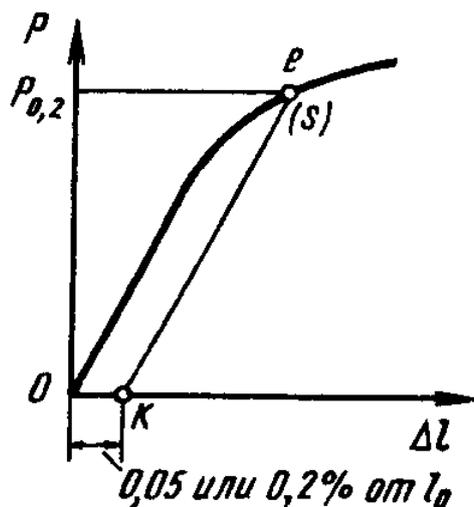


Рисунок 4 – Определение условного предела текучести

Относительное удлинение после разрыва δ – это отношение приращения длины образца ($l_K - l_0$) после разрушения (рисунок 3) к начальной расчетной длине l_0 , выраженное в процентах:

$$\delta = \frac{l_K - l_0}{l_0} \cdot 100\% \quad (8)$$

где l_K – конечная расчетная длина образца после разрыва.

Относительное сужение после разрыва ψ вычисляют по формуле:

$$\psi = \frac{F_K - F_0}{l_0} \cdot 100\% \quad (9)$$

где F_K – минимальная площадь поперечного сечения образца в зоне разрушения;

F_0 – начальная площадь поперечного сечения образца.

2.3 Нормативные документы на характеристики механических свойств металлопродукции

Как сказано выше характеристики механических свойств металла, полученные при испытании на растяжение, используются при проектировании металлопродукции с целью обеспечить надежность и безопасность продукции при ее эксплуатации. Для этого каждая марка металла, выпускаемого металлургической промышленностью идентифицируется нормативными показателями характеристик, которыми она обязана удовлетворять. Эти нормативные характеристики являются составной частью технических требований к соответствующей марке металла и записываются в соответствующих нормативных документах: ГОСТах, ОСТах, ТУ и т.п. Назовем несколько ГОСТов на распространенные виды металлопродукции:

- ГОСТ 5781-82. Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия;

- ГОСТ 19281-89. Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия;

- ГОСТ 4543-71 Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия;

- ГОСТ 535-2005. Прокат сортовой и фасонный из стали углеродистой обыкновенного качества. Общие технические условия;

- ГОСТ 9045-93. Прокат тонколистой холоднокатаный из низкоуглеродистой стали для холодной штамповки. Технические требования;

- ГОСТ 14637-89. Прокат толстолистовой из углеродистой стали обыкновенного качества. Технические условия.

2.4 Нормативные документы на методы испытания

Методы испытаний на растяжение стандартизированы. Имеются национальные и международные стандарты на испытания при комнатной, повышенной и пониженной температурах. В них сформулированы определения характеристик, оцениваемых при испытании, даны типовые формы и размеры образцов, основные требования к испытательному оборудованию, методика проведения испытания и подсчета результатов. Перечислим некоторые из этих стандартов:

- ГОСТ 12004-81 Сталь арматурная. Методы испытания на растяжение;

- ГОСТ 1497-84 (ИСО 6892-84) Металлы. Методы испытаний на растяжение;

- ГОСТ 9651-84 (ИСО 753-89). Методы испытаний на растяжение при повышенных температурах;

- ГОСТ 11150 – 84 Методы испытаний на растяжение при пониженных температурах;

- ISO 68921 Metallic materials. Tensile testing. Part 1: Method of test at room temperature (Металлы. Испытания на растяжение. Часть 1. Метод проведения испытаний при комнатных температурах);

- ASTM E8/E8M-11 Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials (Стандартные методы испытаний металлических материалов на растяжение);

- 10002-1: 2001 Tensile testing of metallic materials. Method of test at ambient temperature (Испытание металлов на растяжение. Методы проведения испытаний при комнатной температуре).

- ISO 68922 Metallic materials. Tensile testing. Part 2: Method of test at elevated temperature (Металлы. Испытания на растяжение. Часть 2. Методы проведения испытаний при повышенных температурах);

- ASTM E21 — 09 Standard Test Methods for Elevated Temperature Tension Tests of Metallic Materials (Стандартные методы испытания на растяжение металлов при повышенной температуре);

- EN 100025 Tensile testing of metallic materials. Method of test at elevated temperatures (Испытания металлов на растяжение. Методика проведения испытаний при повышенных температурах);

- ISO 15579:2000 Metallic materials — Tensile testing at low temperature (Металлы. Методы испытания на растяжение при пониженных температурах);

- ASTM A 370 Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products (Стандартные методы испытаний и определения механических характеристик стальных изделий).

Наиболее востребованным испытанием в отечественной промышленности при производстве и эксплуатации металлопродукции является испытание на растяжение при нормальной температуре по ГОСТ 1497-84.

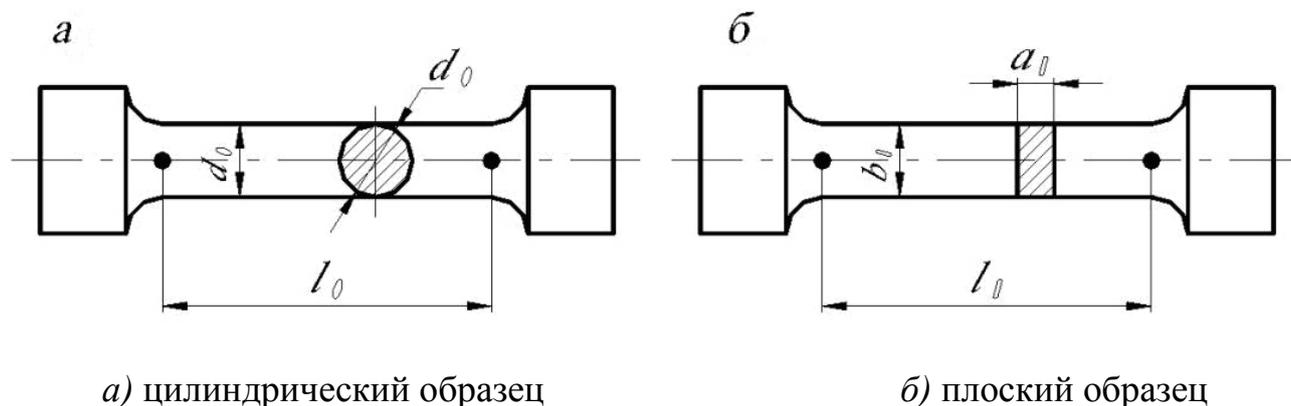
Этот стандарт устанавливает методы статических испытаний на растяжение черных и цветных металлов и изделий из них номинальным диаметром или наименьшим размером в поперечном сечении 3,0 мм и более для определения при температуре 20_{-10}^{+15} °С следующих характеристик механических свойств:

- предела пропорциональности;
- модуля упругости;
- предела текучести физического;
- предела текучести условного;
- временного сопротивления
- относительного равномерного удлинения;
- относительного удлинения после разрыва;
- относительного сужения поперечного сечения после разрыва.

В стандарте рассматриваются следующие положения, относящиеся к методике испытания:

- методы отбора образцов.
- аппаратура.
- подготовка к испытанию.
- проведение испытания.
- обработка результатов.

Стандарт предусматривает использование цилиндрических (7 типов) и плоских (2 типа) образцов (рисунок 5).



а) цилиндрический образец

б) плоский образец

Рисунок 5 – Образцы для испытания на растяжение

В стандарте указаны требования к технологии вырезки образцов, их изготовлению на металлорежущих станках, требованиям к геометрии, размерам и отклонению от размеров, состоянию поверхности, требованиям к порядку и объему необходимых измерений до начала испытания.

Разрывные и универсальные испытательные машины должны, согласно ГОСТ 1497-84, соответствовать требованиям ГОСТ 28840, штангенциркули – требованиям ГОСТ 166, микрометры – требованиям ГОСТ 6507.

В процессе нагружения образца производятся измерения и запись приложенной нагрузки и удлинения образца, которые затем служат для определения механических характеристик. В стандарте описаны правила и требования к определению механических характеристик для металлов с различными типами диаграмм.

3 План практической работы

1 Изучить ГОСТ 1497-84 (ИСО 6892-84) «Металлы. Методы испытаний на растяжение». Изучение указанной документации осуществляется студентами самостоятельно при подготовке к выполнению практической работы.

2 Подготовить сообщение по вопросам, представленным в индивидуальном задании.

3 Оформите отчет о работе на практическом занятии. Отчет должен содержать:

- тему и цель практического занятия;
- краткий конспект ответа на вопросы индивидуального задания;
- выводы. В выводах должны быть обобщены результаты всей проделанной работы.

4 Индивидуальные задания для практической работы

1) Какие металлы, и изделия из них, и при каких условиях могут быть подвергнуты испытанию по данному стандарту?

2) Какие характеристики механических свойств определяются по данному стандарту?

3) Каковы особенности вырезки заготовок для изготовления образцов и с чем они связаны.

4) Каковы особенности изготовления образцов на металлорежущих станках и с чем они связаны?

5) Каковы требования стандарта к шероховатости поверхности образцов?

6) Какое количество образцов должно быть испытано по ГОСТ 1497-84?

7) Какие типы образцов применяют при испытании по ГОСТ 1497-84?

- 8) Какие предельные отклонения, и по каким размерам установлены стандартом?
- 9) Какая аппаратура используется при испытании на растяжение?
- 10) Какие размеры образцов измеряются до испытания, и каковы особенности этих измерений?
- 11) Что такое предел текучести физический σ_T ?
- 12) Как определяют предел текучести физический σ_T при испытании по диаграмме?
- 13) Что такое условный предел текучести с допуском на величину пластической деформации при нагружении $\sigma_{0,2}$?
- 14) Как определяют условный предел текучести с допуском на величину пластической деформации при нагружении $\sigma_{0,2}$ по диаграмме?
- 15) Что такое временное сопротивление?
- 16) Как определяют временное сопротивление по диаграмме?
- 17) Что такое конечная расчетная длина l_k и как ее находят?
- 18) Что такое относительное удлинение образца после разрыва δ в процентах?
- 19) Как определяют относительное удлинение образца δ ?
- 20) Что такое относительное сужение образца ψ и как его определяют?

5 Задание для самостоятельной работы

- 1 Ознакомьтесь с методическими указаниями к практической работе.
- 2 Повторите материал, изученный на лекционном занятии.
- 3 Изучите ГОСТ 1497-84 (ИСО 6892-84) «Металлы. Методы испытаний на растяжение».
- 4 Подготовьте ответы на вопросы, приведенные в индивидуальном задании.

Практическая работа «Определение требований к средствам контроля»

Цель работы – изучение требований к средствам контроля.

Основные теоретические положения

Контроль – процедура оценивания соответствия путем наблюдения и суждений, сопровождаемых соответствующими измерениями, испытаниями или калибровкой.

Контроль, как правило, осуществляется посредством применения различных средств измерений (СИ).

Обязательные требования к СИ устанавливаются следующими нормативно-правовыми актами (НПА):

- Федеральным законом № 102-ФЗ от 26.06.2008 «Об обеспечении единства измерений»;

- другими ФЗ, содержащими обязательные требования к средствам измерений (СИ);

- законами РФ об аккредитации в национальной системе аккредитации (например, на право проведения поверки СИ), о лицензировании, о техническом регулировании;

- действующими Техническими регламентами и законодательными актами в сфере технического регулирования;

- подзаконными НПА федерального значения, которые принимаются на основе актов федерального законодательства (например, Постановления Правительства РФ);

- другими подзаконными НПА, которые принимаются федеральными службами и ведомствами (например, Административные регламенты, Порядки, правила, методики, утверждаемые Приказами Минпромторга РФ, приказами Росстандарта);

- эксплуатационной и технической документацией на конкретное СИ.

102-ФЗ. Законодательные требования к СИ распространяются на сферы деятельности, регулируемые в рамках Закона «Об обеспечении единства измерений». основополагающие требования к СИ, к их применению определены **статьей 9** 102-ФЗ; к утверждению типа СИ – **статьей 12**; требования к поверке СИ – **статьей 13**, требования к измерениям, методикам (методам) измерений – **статьей 5**.

Для отдельных видов СИ наряду с обязательными требованиями 102-ФЗ могут устанавливаться также обязательные требования другими Законами.

Другие ФЗ. Федеральный закон № 412-ФЗ от 28 декабря 2013 г. «Об аккредитации в национальной системе аккредитации» устанавливает обязательное требование в аккредитации для юридических лиц, индивидуальных предпринимателе (ИП), выполняющих работы и (или) оказывающих услуги по обеспечению единства измерений: для поверки и калибровки СИ; испытаний СИ в целях утверждения типа (в том числе).

В отдельных сферах деятельности могут быть установлены повышенные или специальные требования, которые зависят от условий эксплуатации или особенностей регулируемой сферы деятельности. Так особенности обеспечения единства измерений при осуществлении деятельности в области использования атомной энергии, в области безопасности и обороны государства и устанавливаются Правительством РФ (ст.1.п.7 102-ФЗ).

Например, требования к автоматическим СИ и учета концентрации и объема безводного спирта в готовой продукции установлены в статье 8 п. 2 (глава 2 171-ФЗ от 22.11.1995 «О государственном регулировании производства и оборота этилового спирта, алкогольной и спиртосодержащей продукции и об ограничении потребления алкогольной продукции» с изм. от 31.12.2014 г).

Так закон № 17-ФЗ от 10.01.2003 «О железнодорожном транспорте РФ» (ст 7. «Стандартизация и обеспечение единства измерений на железнодорожном транспорте») содержит требование о проведении метрологического контроля в системе СИ на железнодорожном транспорте, кроме СИ, подлежащих проверке Росстандартом.

НПА федерального и ведомственного уровня. Функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в области обеспечения единства измерений, по оказанию государственных услуг в области обеспечения единства измерений (и другие) осуществляются Министерством промышленности и торговли РФ и Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандартом). Приказы Минпромторга вводят в действие НПА, регулирующие функции Росстандарта в сфере обеспечения единства измерений и СИ.

Обязательными для исполнения являются подзаконные НПА, регулирующие изготовление и применение СИ, принимаемые Прави-

тельством РФ, Минпромторгом РФ, Росстандартом. **102-ФЗ** определяет необходимость таких актов:

– *Ст.3.п.3. обязывает Правительство РФ установить перечень СИ, поверка которых производится только аккредитованными региональными центрами метрологии (в соответствии с законодательством РФ об аккредитации в национальной системе аккредитации). Такой перечень принят ПП РФ N 250 от 20 апреля 2010 г., действует с 1 января 2012 г.*

– *Ст. 9 п.3. говорит, что Порядок отнесения технических средств к СИ устанавливает федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий функции по нормативно-правовому регулированию и по выработке государственной политики и в области ОЕИ. Приказ Минпромторга № 971 от 25 июня 2013 г. установил для Росстандарта Административный регламент предоставления им государственной услуги по отнесению технических средств к средствам измерений.*

– *Ст.12. п.2 определяет, что решение об утверждении типа СИ или типа стандартных образцов принимается органом, который осуществляет функции по управлению государственным имуществом и оказанию государственных услуг в области обеспечения единства измерений (Росстандартом).*

Минпромторг РФ выполняет установление порядка проведения испытаний (п.7 ст.12), порядка проведения поверки СИ, установление требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке (ст.13.п.5).

Требования к СИ, порядку их применения, устанавливаемые различными видами актов федерального и ведомственного законодательства должны вытекать и соответствовать основополагающим положениям **102-ФЗ**, т.к. он является базовым актом в области обеспечения единства измерений и метрологии.

В иерархии действующего российского законодательства НПА федерального уровня занимают более низкую ступень, чем федеральные законы, а НПА уровня федеральных исполнительных органов расположены ниже, чем НПА федерального уровня. Но юридическая сила всех этих актов не умаляется, они обладают равной юридической силой.

Технические регламенты. В ст. 1 п.4 102-ФЗ сформулировано, что к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений относятся также измерения, определенные законами РФ о

техническом регулировании, где обязательным для исполнения нормативным документом является Технический регламент.

Если СИ являются объектом государственного регулирования на основе действующих Технических регламентов Таможенного Союза (ТР ТС), то эти НПА также могут содержать обязательные требования.

Например, статья 20 *ТР ТС 021/2011* «О безопасности пищевой продукции» формулирует требование: «методы измерений, испытаний (исследований) пищевой продукции для конкретной группы товарной продукции устанавливаются в Перечне стандартов, правил и методы измерений и исследований». Эти перечни рекомендуемых для добровольного исполнения ГОСТов ведут к исполнению обязательных требований ТР.

ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки» содержит обязательное требование о допущении применения в странах – членах Таможенного союза единиц величин при маркировке пищевой продукции в соответствии с законодательством в области обеспечения единства измерений. (Количество витаминов и минеральных веществ в пищевой продукции можно указывать в единицах величин Международной системы единиц – миллиграммах, микрограммах или в других).

Отдельные НПА федеральных исполнительных органов.

Примеры подзаконных НПА, принятых на основе актов федеральных служб и ведомств (утвержденных Приказами Минпромторга РФ, приказами Росстандарта):

ГОСТ Р 8.674-2009 ГСИ. Общие требования к средствам измерений и техническим системам и устройствам с измерительными функциями (Приказ Росстандарта № 1105-ст от 15 декабря 2009 г.). Стандарт устанавливает состав и представление общих требований и распространяется на СИ и технические системы и устройства с измерительными функциями в части реализации измерительных функций. В данном стандарте учтены основные положения Директивы 2004/22/ЕС* Европейского Парламента и Совета от 31 марта 2004 г. на СИ и документа МОЗМ ДЗ (Международной организации по законодательной метрологии) «Соответствие СИ законодательным требованиям». Документ разработан ФГУП «ВНИИМС».

НПА по испытаниям и утверждению типа СИ или типа стандартных образцов:

– Порядок проведения испытаний в целях утверждения типа – ПР 50.2.104-09;

- Порядок утверждения типа – ПР 50.2.105-09;
- Порядок выдачи свидетельств – ПР 50.2.106-09;
- Требования к знакам утверждения типов и порядок их нанесения – ПР 50.2.107-09.

Техническая и эксплуатационная документация (технические и метрологические характеристики СИ, условия их эксплуатации), сопровождающая конкретное СИ, также может содержать нормы, которые необходимо соблюдать. Эти документы не являются НПА и сами по себе не обладают обязательной юридической силой. Если же их соблюдение предписывается действующим НПА, то они становятся обязательными для исполнения в пределах сферы влияния данного НПА.

План практического занятия

Работа выполняется каждым обучающимся индивидуально в письменной форме с использованием текста Федерального закона «Об обеспечении единства измерений» и производится в следующей последовательности:

1 Ознакомиться с основными теоретическими положениями и содержанием Федерального закона «Об обеспечении единства измерений» в части требований к СИ и сформировать обобщенный перечень НПА, устанавливающих обязательные требования к СИ.

2 Проведите анализ: ст. 5, 9, 12, 13 Федерального закона «Об обеспечении единства измерений» в части требований к СИ. Ответы следует оформить в следующей таблице:

Таблица 1 – Требования к СИ установленные в ФЗ «Об обеспечении единства измерений»

Статья 102-ФЗ	Вид требований к СИ	Содержание требований к СИ в соответствии с законом

3 Оформить отчет о работе на практическом занятии. Отчет должен содержать:

- тему и цель практического занятия;
- обобщенный перечень НПА, устанавливающих обязательные требования к СИ;

- требования к СИ установленные в ФЗ «Об обеспечении единства измерений» (таблица 1);
- выводы. В выводах должны быть обобщены результаты всей проделанной работы.

Контрольные вопросы для защиты практической работы

- 1 Что называется контролем?
- 2 Какова цель установления требований к СИ.
- 3 Какие требования к СИ установлены в ФЗ «Об обеспечении единства измерений»?
- 4 Приведите пример НПА, устанавливающих обязательные требования к СИ?

Задания для самостоятельной работы

- 1 В рамках самостоятельной работы обучающимся необходимо на основании изученных основных теоретических положений сформировать требования к СИ, выданному преподавателем, с обязательным указанием НПА, их регламентирующих.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Семенов, И. В. Метрология, стандартизация и сертификация : учебное пособие / И. В. Семенов. — Москва : Российский университет транспорта (МИИТ), 2021. — 120 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115857.html>
2. Мирный, В. И. Законодательная метрология : учебное пособие / В. И. Мирный, О. А. Голубева, В. П. Димитров. — Ростов-на-Дону : Донской государственный технический университет, 2020. — 67 с. — ISBN 978-5-7890-1829-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/118037.html>
3. Савельева, Е. Л. Метрология : учебное пособие / Е. Л. Савельева, Н. В. Ситников, С. А. Горемыкин. — Воронеж : Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. — 95 с. — ISBN 978-5-7731-0893-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108177.html>
4. Николаев, М. И. Метрология, стандартизация, сертификация и управление качеством : учебное пособие / М. И. Николаев. — 3-е изд. — Москва, Саратов : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 115 с. — ISBN 978-5-4497-0330-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/89446.html>

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ по дисциплине
«Метрологическое обеспечение производства»
для студентов направления 27.03.02 Управление качеством профиль:
Энергетический менеджмент в строительстве и промышленности

Составители:

Поцбнева Ирина Валерьевна

В авторской редакции

Подписано к изданию 03.06. 2021.

Объем данных

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

394026 Воронеж, Московский проспект 14