

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение
Высшего образования
«Заполярный государственный университет им. Н.М.Федоровского»
Кафедра «Разработки месторождения полезных ископаемых»

Реферат

Предмет «Метрология»

Тема: Единицы величин, их эталоны и классификация измеряемых величин.

Причины разделения величин на основные и производные.

Система единиц СИ: основные и дополнительные единицы и их определения.

Выполнил: студент группы ГД-22-3 Бушуев А.И.

Проверил: доцент к.т.н Туртыгина Н.А.

Норильск 2023

Содержание

Введение.....	3
1. Физические величины.....	4
2. Понятие о системе физических величин.....	6
3. Принципы разделения величин на основные и производные	11
4. Производные единицы системы СИ.....	13
5. Заключение.....	14
<u>Список использованных источников и литературы.....</u>	15

Введение

Метрология – наука об измерениях физических величин, методах и средствах обеспечения их единства. Основные проблемы метрологии: развитие общей теории измерений; установление единиц физических величин и их системы; разработка методов и средств измерений, а также методов определения точности измерений; обеспечение единства измерений, единообразия средств и требуемой точности измерения; установление эталонов и образцовых средств измерений; разработка методов передачи размеров единиц от эталонов или образцовых средств измерений рабочим средствам измерений и др.

Важнейшая роль в решении указанных проблем отводится государственной метрологической службе, имеющей научно-исследовательские институты и разветвленную сеть лаборатории государственного надзора и других организаций.

Цель реферата – рассмотреть эталоны единиц физических величин, причины разделения величин на основные и производные, систему единиц СИ: основные и дополнительные единицы и их определения.

Важной задачей метрологии является создание эталонов физических величин, привязанных к физическим константам и имеющих диапазоны,

необходимые для современной науки и техники. Стоимость поддержания мировой системы эталонов весьма велика.

В физике и технике единицы измерения (единицы физических величин, единицы величин) используются для стандартизованного представления результатов измерений. Численное значение физической величины представляется как отношение измеренного значения к некоторому стандартному значению, которое и является единицей измерения. Число с указанием единицы измерения называется именованным. Для обеспечения единства измерений необходима тождественность единиц, в которых градуированы все средства измерения одной и той же физической величины. Это достигается путем точного воспроизведения и хранения установленных единиц физических величин и передачи их размеров применяемым средствам измерения. Воспроизведение, хранение и передача размеров единиц осуществляется с помощью эталонов и образцовых средств измерения. Высшим звеном в метрологической цепи передачи размеров единиц измерений являются эталоны.

Физические величины.

Физическая величина – это характеристика одного из свойств физического объекта (явления или процесса), общая в качественном отношении многим физическим объектам, но в количественном отношении индивидуальная для каждого объекта.

Измерением физической величины называют совокупность операций, выполняемых с помощью технического средства, хранящего единицу, или воспроизводящую шкалу физической величины, заключающихся в

сравнении (в явном или в неявном виде) измеряемой величины с ее единицей или шкалой с целью получения значения этой величины в форме, наиболее удобной для использования.

В теории измерений принято, в основном, пять типов шкал: наименования, порядка, интервалов, отношений и абсолютная.

Практическая реализация шкал конкретных свойств достигается путем стандартизации единиц измерений, шкал и (или) способов и условий их однозначного воспроизведения. Понятие неизменной для любых точек шкалы единиц измерений имеет смысл только для шкал отношений и интервалов (разностей). В шкалах порядка можно говорить только о числах, приписанных конкретным проявлениям свойства. Говорить о том, что такие числа отличаются в такое-то число раз или на столько-то процентов, нельзя. Для шкал отношений и разностей иногда недостаточно установить только единицу измерений. Так, даже для таких величин, как время, температура, сила света (и другие световые величины), которым в Международной системе единиц (SI) соответствуют основные единицы – секунда, Кельвин и кандела, практические системы измерений опираются так же на специальные шкалы. Кроме того, сами единицы SI в ряде случаев базируются на фундаментальных физических константах.

В этой связи можно выделить три вида физических величин, измерение которых осуществляется по различным правилам.

К первому виду физических величин относятся величины, на множестве размеров которых определены лишь отношения порядка и эквивалентности. Это отношение типа «мягче», «тверже», «теплее», «холоднее».

К величинам такого рода относятся, например, твердость, определяемая как способность тела оказывать сопротивление проникновению в него другого тела; температура как степень нагретости тела и т.п.

Существование таких отношений устанавливается теоретически или экспериментально с помощью специальных средств сравнения, а также на основе наблюдений за результатами воздействия физической величины на какие-либо объекты.

Для второго вида физических величин отношение порядка и эквивалентности имеет место как между размерами, так и между разностями в парах их размеров. Так, разности интервалов времени считаются равными, если расстояние между соответствующими отметками равны.

Третий вид составляют аддитивные физические величины.

Аддитивными физическими величинами называются величины, на множестве размеров которых определены не только отношения порядка и эквивалентности, но операции сложения и вычитания. К таким величинам относятся длина, масса, сила тока. Их можно измерять по частям, а также воспроизводить с помощью многозначной меры, основанной на суммировании отдельных мер. Например, сумма масс двух тел – это масса такого тела, которое уравновешивает на равноплечих весах первые два.

Понятие о системе физических величин.

Множество физических величин представляет собой некоторую систему, в которой отдельные величины связаны между собой системой уравнений.

Система физических величин – это совокупность взаимосвязанных физических величин, образованная в соответствии с принятыми принципами, когда одни величины принимаются за независимые, а другие

являются функциями независимых величин. Система физических величин содержит основные физические величины, условно принятые в качестве независимых от других величин этой системы, и производные физические величины, определяемые через основные величины этой системы.

Основная физическая величина – физическая величина, входящая в систему единиц и условно принятая в качестве независимой от других величин этой системы.

Производная единица системы единиц – единица производной физической величины системы единиц, образованная в соответствии с уравнением, связывающим ее с основными единицами.

Производная единица называется когерентной, если в этом уравнении числовой коэффициент принят равным единице. Соответственно, система единиц, состоящая из основных единиц и когерентных производных, называется когерентной системой единиц физических величин.

Для каждой физической величины должна быть установлена единица измерения.

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

Кроме основных и производных физических величин различают кратные, дольные, когерентные, системные и несистемные единицы.

Число независимых установленных величин равно разности числа величин, входящих в систему, и числа независимых уравнений связи между величинами.

Размерность физической величины – выражение в форме степенного одночлена, составленного из произведений символов основных физических

величин в различных степенях и отражающее связь от данной величины с физическими величинами, принятыми в данной системе величин за основные, и с коэффициентом пропорциональности, равным единице.

Показатель размерности физической величины – показатель степени, в которую возведена размерность основной физической величины, входящая в размерность производной физической величины.

Размерности широко используют при образовании производных единиц и проверки однородности уравнений. Если все показатели степени размерности равны нулю, то такая физическая величина называется безразмерной. Все относительные величины (отношения одноименных величин) являются безразмерными.

Систему единиц как совокупности основных и производных единиц впервые в 1832г. предложил немецкий ученый К. Гаусс. Он построил систему единиц, где за основу принял единицы длины (миллиметр), массы (миллиграмм) и времени (секунда), и назвал ее абсолютной системой.

Многообразие единиц измерения физических величин и систем единиц осложняло их применение. Одни и те же уравнения между величинами имели различные коэффициенты пропорциональности. Свойства материалов, процессов выражались различными числовыми значениями. Международный комитет по мерам и весам выделил из своего состава комиссию по разработке единой Международной системы единиц. Комиссия разработала проект Международной системы единиц, который был утвержден XI Генеральной конференцией по мерам и весам в 1960 г. Принятая система была названа Международной системой единиц, сокращенно СИ.

Учитывая необходимость охвата Международной системой единиц всех областей науки и техники, в ней в качестве основных выбрать семь единиц. В механике такими являются единицы длины, массы и времени, в

электричестве добавляется единица силы электрического тока, в теплоте – единица термодинамической температуры, в оптике – единица силы света, в молекулярной физике, термодинамике и химии – единица количества вещества. Эти семь единиц соответственно: метр, килограмм, секунда, ампер, Кельвин, кандела и моль – и выбраны в качестве основных единиц СИ.

Единица длины (метр) – длина пути, проходимого светом в вакууме за $1/299792458$ долю секунды.

Единица массы (килограмм) – масса, равная массе международного прототипа килограмма.

Единица времени (секунда) – продолжительность 9192631770 периодов излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133.

Единица силы электрического тока (ампер) – сила неизменяющего тока, который, проходя по двум нормальным прямолинейным проводникам бесконечной длины и ничтожно малой площади круглого поперечного сечения, расположенным на расстоянии 1 м один от другого в вакууме, вызывает между проводниками силу взаимодействия, равную $2 \cdot 10^{-7}$ Н на каждый метр длины.

Единица термодинамической температуры (Кельвин) – $1/273,16$ термодинамической температуры тройной точки воды. Допускается использовать также шкалу Цельсия.

Единица силы света (кандела) – силы света в заданном направлении источника, испускающего монохроматическое излучение частотой $540 \cdot 10^{12}$ Гц, энергетическая сила света которого в этом направлении составляет $1/683$ Вт/ср.

Единица количества вещества (моль) – количество веществ системы, содержащей столько же структурных элементов, сколько атомов содержится в углероде-12 массой 0,012 кг.

Международная система единиц содержит также две дополнительные единицы: для плоского угла – радиан и для телесного угла – стерadian.

Радиан (рад) – единица плоского угла, равная углу между двумя радиусами окружности, длина дуги между которыми равна радиусу. В градусном исчислении $1 \text{ рад} = 57^{\circ} 17' 44,8''$.

Стерadian (ср) – единица, равная телесному углу с вершиной в центре сферы, вырезающему на поверхности сферы площадь, равную площади квадрата со стороной, равной радиусу сферы.

В международной системе единиц, как и в других системах единиц физических единиц, важную роль играет размерность.

Размерностью называют символическое (буквенное) обозначение зависимости производных величин (или единиц) от основных. Размерность служит качественной характеристикой величины и выражается произведением степеней основных величин, через которые может быть определена.

Основные единицы физических величин			
Величина	Наименование русское	Международное	Обозначение
Длина	м	m	метр
Масса	кг	kg	килогра

			мм
Время	с	s	секунда
Сила электрического тока	А	A	ампер
Термодинамическая температура	К	K	кельвин
Сила света	кд	cd	кандела
Количество вещества	моль	mol	моль

Производные единицы физических величин

Физическая величина	Единица измерения	Символ	Выражение через основные единицы
частота	герц	Гц	s-1
сила	ньютон	Н	m*kg*s-2

давление	паскаль	Па	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
энергия	джоуль	Дж	$m^{-2} \cdot kg \cdot s^{-2}$
мощность	ватт	Вт	$m^{-2} \cdot kg \cdot s^{-3}$
электрический заряд	кулон	Кл	$s \cdot A$
разность потенциалов	вольт	В	$m^{-2} \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
электрическая емкость	фарада	Ф	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
сопротивление	омм	Ом	$m^{-2} \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$

Принципы разделения величин на основные и производные

Основные величины не зависимы друг от друга, но они могут служить основой для установления связей с другими физическими величинами, которые называют производными от них. Вспомним уже упомянутую формулу Эйнштейна, в которую входит основная единица — масса, а энергия — это производная единица, зависимость между которой и другими единицами определяет данная формула. Основным величинам соответствуют основные единицы измерений, а производным -- производные единицы измерений.

Совокупность основных и производных единиц называется системой единиц физических величин.

Первой системой единиц считается метрическая система, где, как уже отмечалось выше, за основную единицу длины был принят метр, за единицу веса -- вес 1 см³ химически чистой воды при температуре около +4°С — грамм (позже — килограмм). В 1799 г. были изготовлены первые прототипы (эталоны) метра и килограмма. Кроме этих двух единиц метрическая система в своем первоначальном варианте включала еще и единицы площади (ар — площадь квадрата со стороной 10 м), объема (стер, равный объему куба с ребром 10 м), вместимости (литр, равный объему куба с ребром 0,1 м).

Таким образом, в метрической системе еще не было четкого подразделения единиц величин на основные и производные.

Понятие системы единиц как совокупности основных и производных впервые предложено немецким ученым К.Ф. Гауссом в 1832 г. В качестве основных в этой системе были приняты: единица длины -- миллиметр, единица массы -- миллиграмм, единица времени -- секунда. Эту систему единиц назвали абсолютной.

В 1881 г. была принята система единиц физических величин СГС, основными единицами которой были: сантиметр — единица длины, грамм — единица массы, секунда -- единица времени. Производными единицами системы считались единица силы — килограмм-сила и единица работы — эрг. Неудобство системы СГС состояло в трудностях пересчета многих единиц в другие системы для определения их соотношения.

В начале XX в. итальянский ученый Джорджи предложил еще одну систему единиц, получившую название МКСА (в русской транскрипции) и довольно широко распространившуюся в мире. Основные единицы этой системы: метр, килограмм, секунда, ампер (единица силы тока), а производные:

единица силы — ньютон, единица энергии — джоуль, единица мощности — ватт.

Были и другие предложения, что указывает на стремление к единству измерений в международном аспекте. В то же время даже сейчас некоторые страны не отошли от исторически сложившихся у них единиц измерения. Известно, что Великобритания, США, Канада основной единицей массы считают фунт, причем его размер в системе "британских имперских мер" и "старых винчестерских мер" различен.

Производные единицы системы СИ

Единицы физической величины делятся на системные и внесистемные.

Системная единица – единица ФВ, входящая в одну из принятых систем. Все основные, производные, кратные и дольные единицы являются системными.

Внесистемная единица – это единица ФВ, не входящая ни в одну из принятых систем единиц.

Различают кратные и дольные единицы ФВ.

Кратная единица – это единица ФВ, в целое число раз превышающая системную или внесистемную единицу.

Дольная единица – единица ФВ, значение которой в целое число раз меньше системной и внесистемной единицы.

Множит ель	Приста вка	Обозначение приставк и	Множит ель	Приста вка	Обозначение приставк и		
между народ.	русское	Между народ.	русское				
10^{18}	экста	E	Э	10^{-1}	деци	d	д
10^{15}	пета	P	П	10^{-2}	санτι	c	с
10^{12}	тера	T	Т	10^{-3}	милли	m	м
10^9	гига	G	Г	10^{-6}	микро	μ	м к
10^6	мега	M	М	10^{-9}	нано	n	н
10^3	кило	k	к	10^{-12}	пико	p	п
10^2	гекто	h	г	10^{-15}	фемто	f	ф
10^1	дека	da	да	10^{-18}	атто	a	а

--	--	--	--	--	--	--	--

Заключение.

В реферате были рассмотрены следующие вопросы:

1. виды эталонов единиц физических величин;
2. Принципы разделения величин на основные и производные
3. Системы физических величин и их единиц.

Множественность единиц измерения являлась серьезным препятствием для дальнейшего развития науки и роста материального производства; отсутствие единства в понимании, определении и обозначении физических величин усложняло международные торговые связи, тормозило научно-технический прогресс в целом. Все это вызвало необходимость строгой унификации единиц и разработки удобной для широкого использования систем единиц физических величин. В основу построения такой системы был положен принцип выбора небольшого количества основных, не зависящих друг от друга единиц, на базе которых с помощью математических соотношений, выражающих закономерные связи между физическими величинами, устанавливались остальные единицы системы.

Список использованных источников и литературы

1. . Кузнецов В.А., Ялунина Г.В. Основы метрологии. Учебное пособие. – М.: Изд. Стандартов, 1995.
2. Основы метрологии, стандартизации и контроля качества: Учебное пособие. – М.;2000
3. Лифиц И.М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия: учебник. 9-е изд., перераб и доп. – М.: Издательство Юрайт,2010.
4. СТ 8.057-80. Эталоны единиц физических величин. Основные положения = State system for ensuring the uniformity of measurements. Standards of the unit for physical quantities. General principles. – Переизд. 1980.- Взамен ГОСТ 8.057-73; Введ.01.01.81.-М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1980. – 6 с.
5. Сергеев А.Г., Крохин В.В. Метрология: Учебное пособие для вузов. – М.; Логос, 2001
6. https://studopedia.ru/1_126185_osnovnie-i-dopolnitelnie-edinitsi-fizicheskikh-velichin-sistemi-si.html