

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

КЛАССИФИКАЦИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИХ СВОЙСТВ

Цель работы: научиться различать материалы по происхождению, свойствам и применению, выделять их достоинства и недостатки, находить необходимые сведения из разных информационных источников, сравнивать свойства разных материалов.

Теоретическое введение

Материал (словарь С.И. Ожегова)– предметы, вещества, идущие на изготовление чего-нибудь, сырье. Материалы классифицируются:

- по происхождению (природные, органического и неорганического происхождения, и искусственные),
- агрегатному состоянию,
- химическому составу (металлы, неметаллы, композиционные, ...),
- молекулярному строению (кристаллические, аморфные),
- виду сырья (силикатные,),
- способу получения (стали мартеновские, кислородно-конвертерные, электроплавильные),
- назначению (строительные, конструкционные, электротехнические, теплоизоляционные, инструментальные, гидроизоляционные...),
- особым (коррозионностойкие, кислотостойкие, ...) другим признакам.

Свойства материалов определяются их химическим составом и внутренним строением, которое в свою очередь зависит от химического состава материала. Химический состав - это процентное содержание химических элементов, присутствующих в материале. «Строение (структура) материалов», - все сведения о материале от электронного строения отдельных атомов до макродефектов изделий.

Свойства, определяемые химическим составом и строением материала, составляют 2 группы свойств материалов: химические и физические.

Принято различать две категории физических свойств – основные (объемные, структурно-нечувствительные) и структурно-чувствительные свойства.

Основные (структурно-нечувствительные) свойства определяются химическим составом кристалла (определяются только природой атомов), типом кристаллической решетки и слабо зависят от его структуры (наличия дефектов) и фазового состава. К этой категории относят такие свойства материала как плотность, параметры кристаллической решетки, упругость и ряд других.

Структурно-чувствительные свойства определяются несовершенством электронной и кристаллической структуры и сильно зависят от структуры кристалла (точечные и линейные дефекты, форма и размер зерен материала) и фазового состава. Примером могут служить все свойства, связанные с движением частиц – электропроводность, теплопроводность, диффузия, а также магнитные и оптические свойства.

Указанное деление весьма условно, поскольку трудно найти характеристики, которые абсолютно не зависели бы от степени несовершенства структуры

Основные свойства материалов можно подразделить на физические, химические, механические, технологические и специальные.

К физическим свойствам относятся магнитные, электро- и теплопроводность, а также такие свойства, как плотность, теплоемкость, температура плавления и др. Химические свойства характеризуют специфику межатомного взаимодействия

материала с другими веществами, в том числе с окружающей средой, например коррозию. Среди механических свойств следует назвать прежде всего такие, как прочность, твердость, пластичность, вязкость.

От физических, химических и механических свойств зависят технологические и специальные свойства материалов. К технологическим свойствам относятся литейные, ковкость, свариваемость, обрабатываемость режущим инструментом, а к специальным — жаропрочность, жаростойкость, сопротивление коррозии, износостойкость и др. Среди механических свойств прочность занимает особое место, так как прежде всего от нее зависит неразрушаемость изделий под действием эксплуатационных нагрузок.

Химические свойства характеризуют способность металлов и сплавов сопротивляться окислению или вступать в соединение с различными веществами: кислородом воздуха, растворами кислот, щелочей и др. Чем легче металл вступает в соединение с другими элементами, тем быстрее он разрушается. Химическое разрушение металлов под действием на их поверхность внешней агрессивной среды называют *коррозией*.

Механические свойства определяют по результатам механических испытаний, при которых металлы подвергают воздействию внешних сил (нагрузок). Внешние силы могут быть статическими, динамическими или циклическими (повторно-переменными). Нагрузка вызывает в твердом теле напряжение и деформацию.

Технологические свойства материалов определяют возможность изготовления продукции при использовании данного материала (сырья). При этом материал должен удовлетворять требованиям минимальной трудоемкости при изготовлении. К технологическим свойствам материалов относят свойства, определяющие возможности их литья, обрабатываемости давлением и резанием, свариваемости, упрочняемости, восприимчивости к закалке и др. Рассмотрим наиболее распространенные технологические свойства.

Эксплуатационные свойства— это свойства, которые определяют длительность рабочего ресурса и надежность изделий в соответствии с их функциональным назначением и условиями эксплуатации. Отличительной особенностью эксплуатационных свойств является то, что для их оценки часто используют показатели ресурса или длительности работы материала — часы, циклы, термосмены, либо удельные показатели изменения массы или размеров образца (изделия) — г/час, мм²/час, мм/час и т. п. Например, Жаростойкость, Термостойкость, Коррозионная стойкость, Износостойкость, Хладостойкость.

Экологические свойства материалов оцениваются следующими показателями: эколого-гигиенические (токсичность, канцерогенность), радиационно-экологические (эффективная удельная активность, эманулирующая способность).

Потребительские свойства материалов определяют возможность их использования при максимальной работоспособности в условиях эксплуатации или потребления. Перечень и величина потребительских свойств в обязательном порядке устанавливаются в государственных стандартах, что создает законодательные основы гарантии качества и безопасности используемых веществ и материалов. В номенклатуре показателей качества показатели распределены по следующим группам: *назначение; надежность; эргономичность и эстетичность; технологичность; унификация; стандартизация; патентно-правовые показатели; экологические показатели; безопасность; транспортабельность*.

Таблица 2.1.

Химические	Физические	Физико-химические	Механические	Технологические	Потребительские
Растворимость	Плотность	Адгезия	Прочность - сопротивляемость на разные виды	Свариваемость	Надежность; эргономичность и эстетичность;

			статических внешних сил (при сжатии, растяжении, изгибе, сдвиге, срезе и кручении)		технологичность; унификация; стандартизация; патентно-правовые показатели; экологические показатели; безопасность; транспортабельность
Кристаллизация и перекристаллизация	Объемная масса	Когезия	Прочность - сопротивляемость на разные виды динамических внешних сил (ударных, повторнопеременных, вибрационных)	Ковкость	свойств релаксация напряжений, ползучесть, усталость, выносливость
Коррозионная стойкость	Пористость		Деформируемость и, в частности, ползучесть	Гвоздимость	
Атмосферостойкость	Теплопроводность		Релаксация	Дробимость*	
Твердение*	Теплоемкость		Хрупкость	Вязкость*	
Старение	Звукопроницаемость		Хладноломкость	Теплоустойчивость	
Контракция	Водонепроницаемость		Красноломкость	Спекаемость	
Выделение и поглощение тепла	Водопоглощение		Истираемость и износ	Плавление	
Способность принимать закалку	Гигроскопичность		Усталость	Усадка	
Стойкость против гниения	Влагоотдача			Маслоемкость	
Горючесть	Капиллярный подсос			Укрывистость	
Температура размягчения*	Спайность			Интенсивность	
Скорость отверждения*	Твердость			Скорость высыхания	
Токсичность	Морозостойкость			Слеживаемость*	
	Огнеупорность			Формуемость смесей	
	Огнестойкость			Нерасслаиваемость смесей	
	Усадка				
	Равномерность изменения объема*				
	Светостойкость				
	Электрическая прочность				
	Удельное объемное и удельное поверхностное сопротивление				

Основы выполнения работы

1. Студенты объединяются в группу из двух человек.
2. Каждой группе студентов выделяется один из 10 вариантов по видам (табл. 1.1) и по свойствам (табл. 1.2) материалов.
3. Студенты на основании своего опыта и знаний, приобретенных на лекциях и при изучении источников [1,2, ..., 10], а также с использованием Справочных данных по свойствам и свойствам и свойствам материалов, индивидуально распределяют материалы и их свойства по соответствующим графам таблиц и диаграмм формы отчета.
4. В рамках группы проводится обсуждение индивидуальных результатов тестирования, по результатам которого могут вноситься изменения в таблицы и графики.
5. Студенты группы с помощью медиа-установки «защищают» выполненную работу.

Порядок выполнения работы

1. Исходные данные для работы представлены в таблицах 1.1 и 1.2. (для каждого варианта 7 материалов и 6 свойств).

[illegible][illegible]

45		Песчаник										+
46	7	Бензин	+				+				+	
47		Вода		+				+				+
48		Лед			+				+			
49		Серная кислота				+				+		

Таблица – Варианты свойств

№	Свойства	№ варианта								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Плотность	+				+			+	
2	Температура плавления		+				+			+
3	Электропроводимость			+				+	+	
4	Теплопроводность	+			+					
5	Твердость		+			+				
6	Прочность			+			+	+		+
7	Хрупкость	+			+				+	
8	Пористость		+			+				
9	Упругость			+			+			
10	Пластичность	+			+			+		+
11	Ковкость		+			+			+	
12	Кислотостойкость			+						
13	Водопоглощение	+			+		+	+		+
14	Огнестойкость		+			+			+	
15	Стоимость			+						
16	Износостойкость	+			+		+			+
17	Гвоздимость		+			+		+		
18	Ковкость			+					+	
19	Хрупкость				+		+	+		+

2. Определить классификационные признаки материалов и представить их в виде таблицы (таблица)

Таблица 1.3. – Классификация материалов

№	Материал	По химическому составу	По агрегатному состоянию	По происхождению	По назначению	По электропроводности	По структуре

3. Укажите, к какой группе (химические, физические, механические, технологические, экологические, экономические, эксплуатационные) относятся свойства материалов.

Таблица 1.4. – Классификация свойств

№	Свойство	Группа свойств

4. В виде диаграмм расставьте материалы по возрастанию у них свойств согласно варианту. В подрисуночной надписи или в прямоугольниках диаграммы укажите материалы.

Примеры

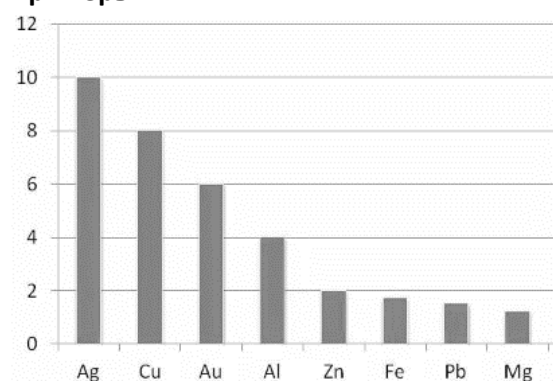


Рис. Относительная теплопроводность материалов

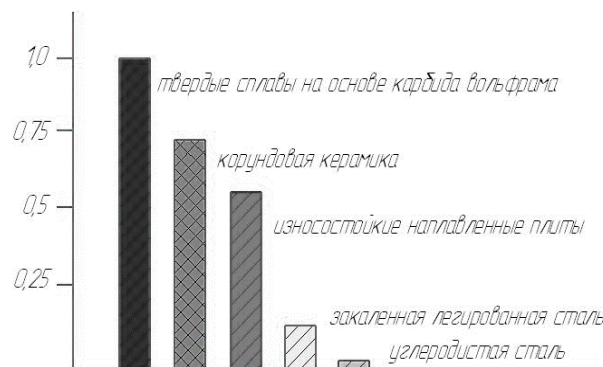


Рис. Относительная износостойкость материалов

5. Составьте диаграмму по возрастанию свойства (первого в списке свойств) в пределах одной группы материалов.

6. Укажите, где используются материалы и каким наиболее важным свойством каждый из них обладает.

Таблица 1.5

Использование материалов

№	Материал	Области применения	Главное(ые) свойство(а)

Характеристика некоторых свойств материалов

Твёрдость — свойство материала не испытывать пластической деформации вследствие местного контактного воздействия (обычно сводящегося к внедрению в материал более твёрдого тела — индентора - шарик, алмазная четырехгранная пирамидка).

Твёрдость материала влияет на трудоемкость его обработки.

Для измерения твёрдости существуют несколько шкал (методов измерения):

Шкала Мооса — (в условных единицах его десятибалльной шкале) определяется по тому, какой из десяти стандартных минералов царапает тестируемый материал, и какой материал из десяти стандартных минералов царапается тестируемым материалом.

Метод Бринелля (условное обозначение HB) кгс/мм².

Метод Роквелла (HR)

Метод Виккерса (HV)

Твёрдость по Шору (HШ)

В Международной системе единиц СИ твердость приводят в мега- или гигапаскалях. (Например, твердость алмаза равна 115 ГПа).

Ковкость — способность металлов и сплавов подвергаться ковке и другим видам обработки давлением (прокатка, волочение, прессование, штамповка) без разрушения (свойства металлов в нагретом состоянии деформироваться под влиянием ударов).

Ковкость характеризуется двумя показателями — пластичностью, то есть способностью металла подвергаться деформации под давлением без разрушения, и сопротивлением деформации. У ковких металлов (сталь, латунь, дюралюминий и

некоторые другие медные, алюминиевые, магниевые, никелевые сплавы) относительно высокая пластичность сочетается с низким сопротивлением деформации.

Хрупкость - свойство материала мгновенно разрушаться под действием внешних сил без предварительной деформации (без образования заметных остаточных деформаций). Хрупкими являются природные камни, керамические материалы, стекло, чугун, бетон и др.

Электропроводность — способность тела (среды) проводить электрический ток, свойство тела или среды, определяющее возникновение в них электрического тока под воздействием электрического поля. Также физическая величина, характеризующая эту способность и обратная электрическому сопротивлению.

В системе СИ единицей измерения электрической проводимости является сименс (русское обозначение: См; международное: S), $1 \text{ См} = 1 \text{ Ом}^{-1}$. Электропроводность среды (вещества) связана со способностью заряженных частиц (электронов, ионов), содержащихся в этой среде, достаточно свободно перемещаться в ней. Величина электропроводности и ее механизм зависят от:

- природы (строения) данного вещества;
- его химического состава;
- от структуры вещества (агрегатного состояния, дефектов);
- физических условий (температура);
- внешних воздействий (магнитного поля, облучения, сильного электрического поля и т. п.).

Гвоздимость - свойство древесины и некоторых других материалов удерживать введенные в них различными способами металлические изделия (гвозди, шурупы, костыли, скобы и т. п.).

Теплопроводность - способность материала передавать через свою толщину тепловой поток, возникающий вследствие разности температур на поверхности.

Теплопроводность материала оценивается количеством теплоты, проходящей через стену из испытываемого материала толщиной 1 м, площадью 1 м² за 1 час при разности температур противоположных поверхностей стены 1 °С. Теплопроводность измеряется в Вт/(м·К).

Огнестойкость - способность материалов выдерживать без разрушения действие высоких температур и воды в условиях пожара.

По огнестойкости строительные материалы делятся на три группы: негорючие (не воспламеняются, не тлеют и не обугливаются: сталь, бетон, кирпич); трудногорючие (воспламеняются, тлеют или обугливаются, но после удаления источника огня их горение и тление прекращаются: древесно-цементный материал фибролит, асфальтовый бетон, некоторые виды полимерных материалов); горючие (воспламеняются и продолжают гореть после удаления источника огня: дерево, войлок, толь, рубероид).

Пористость материала - это степень заполнения его порами.

Пористость различных материалов:

- стекло, металл - 0%;
- тяжелый бетон - 5 ... 10%;
- кирпич - 25 ... 35%;
- газобетон - 55 ... 85%;
- пенопласт - 95%, т.е. она колеблется в значительных пределах.

Стоимость — выраженная в деньгах величина затрат на приобретение или изготовление объекта.

Кислотостойкость - способность материалов противостоять (сохранять свою структуру) действию кислот. Кислотостойкость металлических материалов определяется по потерям массы с ед. поверхности - г/(м²*ч). Кислотостойкими материалами являются, например, стекло, полихлорвиниловые и специальные керамические плитки, полиэтиленовые пленки. Кислотостойкость материалов имеет большое значение при

отделке некоторых промышленных сооружений, например отстойников. Кислотостойкость неметаллических материалов оценивается, напр., по степени набухаемости или по изменению массы материала после обработки кислотой (в %).

Гигроскопичность — способность некоторых веществ поглощать и удерживать водяные пары из воздуха.

Знание гигроскопичности материала важно для расчёта процессов сушки и увлажнения: гигроскопичность учитывается при длительном хранении и перевозке материалов, особенно морем.

Из-за присутствия водяных паров в атмосфере, гигроскопические материалы должны храниться в запечатанных контейнерах. Для хранения гигроскопичных веществ в лаборатории можно использовать эксикатор.

Распространённым примером, на котором можно продемонстрировать это явление — книги в мягкой обложке. В относительно сыром месте обложка книги будет скручиваться. Это обусловлено тем, что неламинированная сторона обложки поглощает больше влаги, чем ламинированная, и её площадь увеличивается. Это вызывает напряжение, которое сгибает обложку в сторону ламинирования.

Справочные данные по свойствам материалов

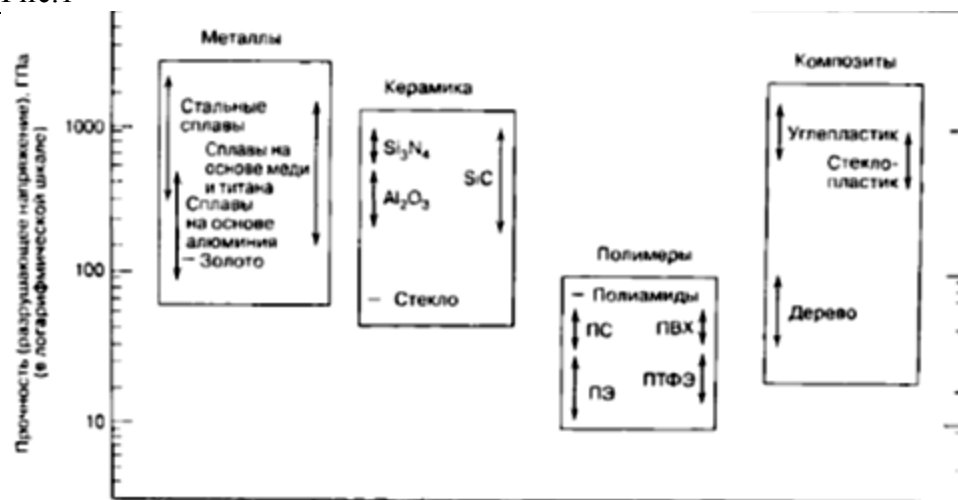
Значения параметров свойств материалов												
Материал	Плотность кг/м³	прочность Мпа			теплопроводность Вт/мК	электропроводность См/м	водопоглощение (заменить на модуль Юнга)	температура плавления °С	огнестойкость	Предел прочности	Твердость НВ	Коэффициент износа, К*10в6ст, ммЗ/Н*м
		изгибе	сжатии	растяжении								
Композиты												
стеклопластик	1800-2000			1920	03,-0,35			1 ссылка	ТС	350 – 1050*		
углепластик (карбон)	1450-1600	200	130	780-1800	0,84-22,9			2 ссылка	ТС	350 – 1050*		1,1[А.]
железобетон	2500				1,69				НС			
Металлы												
серебро	10500				430	6,3*10 ⁷		962	НС		25	
медь	8500-8800				384-407	5,96*10 ⁷		1085	НС		40	
железо	7870				92	1*10 ⁷		1539	НС		70-80	
золото	19320				320	4,1*10 ⁷		1064	НС		18	
алюминий	2600-2700			80-430	140-190	3,5*10 ⁷		660	НС	80	16-25	
магний	1740				156	2,27*10 ⁷		650	НС		26	
олово	7300				0,089 кал/(см*с*С)	9,17*10 ⁷		232	НС		5	
Сплавы												
бронза	7800-8700				42			930-1140	НС	100 – 800		108[А.]
сталь	7850	300-400	240-280	380-450	60-74.	7 690 000		1300-1500	НС		147-302	рис.1и2
чугун	7500			175–300	46,5-93			1100-1300	НС	100 – 400	400-500	рис.2
латунь	8730			300	102	1.624*10 ⁷		1000	НС	200 – 700	42 – 60	
мельхиор	8900				0,089	3.480*10 ⁶		1170	НС			
баббит	7300-10100					3.480*10 ⁶		300-440	НС			

дюралюминий	2600-2700				159			650	НС		70	
Керамика												
диоксид циркония	5680							2715	НС			
стекло	2500		600-1000	30-90	1,36	10^{-11}		1665	НС	35 – 175		
фаянс	1900-2100	12,7-22,6	59-98	6,8-11,7	0,9-1,4	10^{-14}		х	НС			
фарфор	2300-2500	59-88	441-539	29-39	0,7-1,1			1125-1360	НС			
кирпич	1800	1,2-4,4	7,5-30		0,45		8	1200	НС			
Полимеры												
полиэтилен(ПЭВД)	910-930			65	0,36-0,43			102-105	СГ			
полипропилен	900-920			30-35	0,24			105-170	СГ			45[А.]
полиамид 6,6	1100-1150	70-90	70-80	45-60				218-256	СГ			37[А.]
полиэфир (ПЭ)	1360-1380							256	СГ			
поролон	34		0,004					х	СГ			
пенопласт	30				0,047			х	СГ			
резина	900-1200							200	СГ			рис.1
поливинилхлорид ПВХ					0,19 Вт/моК.							
Древесина												
береза	510-770	110	55	168					СГ			
ясень	690	182	51	140					СГ			
дуб	700	108	57	123	0,23				СГ			
лиственница	670	111	64	125					СГ			
сосна	500	86	48	104	0,14-0,18				СГ			
ель	500	79	45	103	0,18				СГ			
пихта	450-550	68	39	67					СГ			

[illegible]



Рис.1

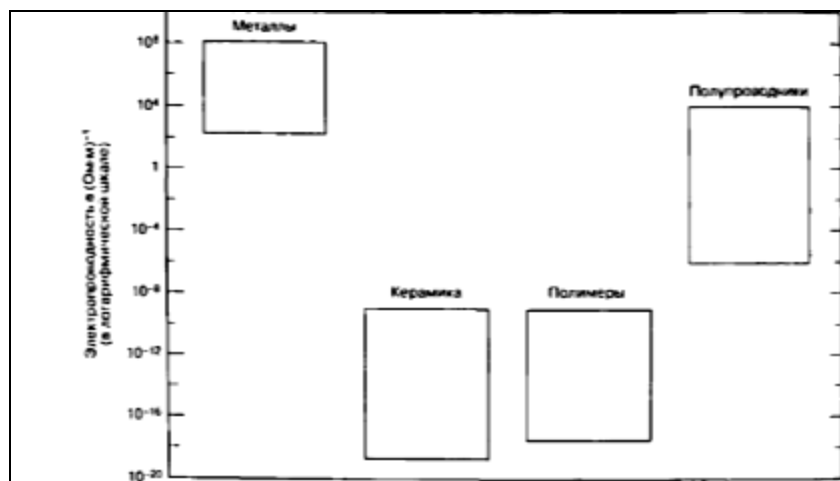


Сравнение прочности различных материалов при комнатной температуре

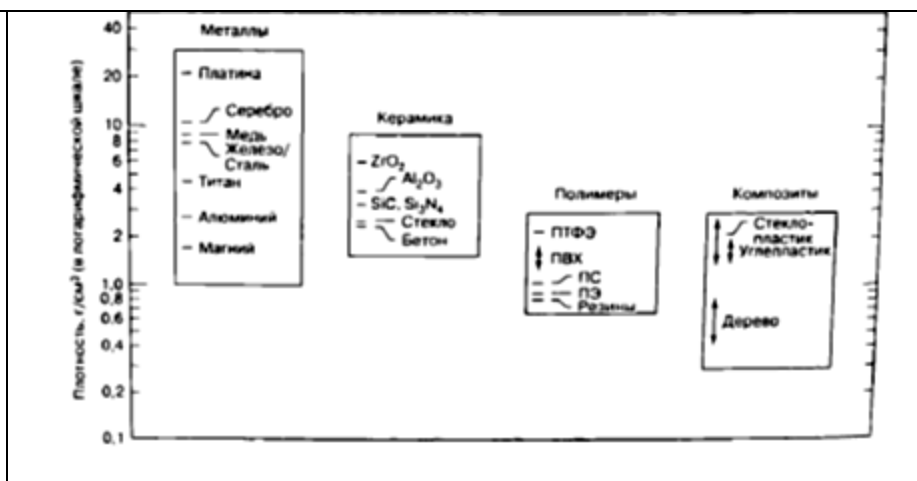
Рис.2



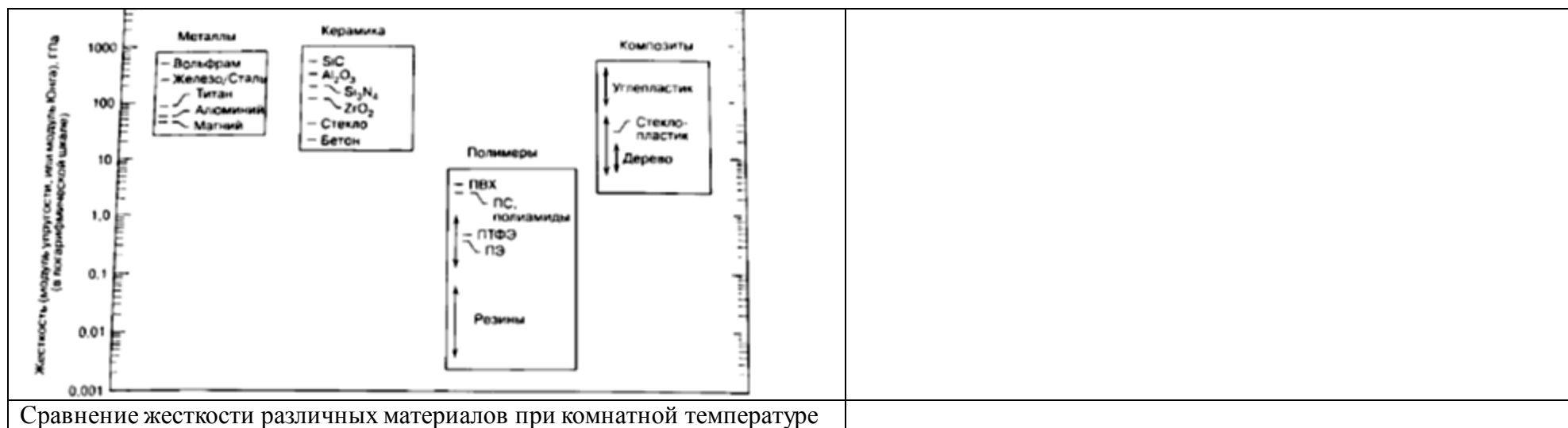
Сравнение сопротивляемости разрушению различных материалов при комнатной температуре



Сравнение областей электропроводности различных материалов при комнатной температуре



Сравнение плотности различных материалов при комнатной температуре



Активные ссылки. Справка о свойствах материалов

В <ul style="list-style-type: none"> Воздухопроницаемость Вязкость 	Д <ul style="list-style-type: none"> Деформируемость 	Ж <ul style="list-style-type: none"> Жаропрочность Жаростойкость Жёсткость 	И <ul style="list-style-type: none"> Износостойкость Истираемость 	К <ul style="list-style-type: none"> Ковкость Коррозионная стойкость Красноломкость
М <ul style="list-style-type: none"> Микротвёрдость Морозостойкость 	О <ul style="list-style-type: none"> Огнеупорность Оловянный крик 	П <ul style="list-style-type: none"> Пластичность (физика) Предел выносливости Предел длительной прочности Предел пропорциональности Предел текучести Прочность Псевдопластичность 	Р <ul style="list-style-type: none"> Реопексия Растворимость 	С <ul style="list-style-type: none"> Стойкость бетона
Т <ul style="list-style-type: none"> Твёрдость 	У <ul style="list-style-type: none"> Ударная вязкость 	Х <ul style="list-style-type: none"> Хладноломкость 		

<ul style="list-style-type: none">• Текучесть• Теоретический предел прочности• Теплостойкость• Термостойкость• Тиксотропия• Трекингостойкость	<ul style="list-style-type: none">• Усталостная прочность• Усталость материала	<ul style="list-style-type: none">• Хрупкость		
--	---	---	--	--

•