

**Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования**

Санкт-Петербургский горный университет

**Кафедра материаловедения и технологии
художественных изделий**

МЕХАНИЧЕСКИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ

*Методические указания к самостоятельным работам
для студентов бакалавриата направления 22.03.01*

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2021**

УДК 669.018.2 + 669.017.53 (073)

МЕХАНИЧЕСКИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ:
методические указания к самостоятельной работе / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: *А.В. Сивенков, Д.А. Кончус*. СПб, 2021. 14 с.

Дисциплина посвящена изучению общих сведений о механических и физических свойствах материалов, разработке материалов с заданными физико-механическими характеристиками, определению механических и физических свойств материалов конструкционного и функционального назначения.

МУСР предназначено для студентов направления 22.03.01 «Материаловедение и технология материалов» всех форм обучения. Предложены варианты самостоятельных заданий и библиографический список рекомендуемой литературы.

Научный редактор проф. *Е.И. Пряхин*

Рецензент канд. техн. н.аук доц. *С.А. Филиппов* (Высшая школа «Механика и процессы управления» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого)

1. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЕГО ВЫПОЛНЕНИЮ

Учебным планом дисциплины предусмотрено выполнение студентами очной форм обучения домашнего задания при самостоятельной работе. Содержание заданий самостоятельной работы призвано привить студентам навыки решения прикладных задач с использованием данных измерений механических характеристик и физических свойств, умение правильно выбирать материалы с особыми физическими свойствами для изготовления конкретных деталей изделий.

Домашнее задание самостоятельной работы следует выполнять по мере изучения части 1 "Механические свойства" и части 2 "Физические свойства".

Все задания составлены в 10 вариантах. Вариант выбирается по последней цифре алфавитного списка группы студентов.

Домашнее задание №1 по части 1 «Механические свойства материалов». Все данные для ответов на вопросы этой части самостоятельной работы имеются в учебнике [1]. Обозначение величин также приводится в соответствии с этим учебником.

Домашнее задание №2 по части 2 «Физические свойства материалов». Все данные для составления ответов на задания 1, 2, 3, 4 имеются в учебнике [2]. Обозначения величин даны в соответствии с этим учебником.

Задания 5, 6. При составлении ответа на 1-й вопрос необходимо привести таблицу со значениями магнитной проницаемости и с помощью Excel построить на одном графике основную кривую намагничивания и зависимость магнитной проницаемости от напряженности магнитного поля [2, с. 68-69].

Данные для ответа на второй вопрос имеются в учебных пособиях [4, 5]. Желательно из нескольких возможных выбрать наиболее подходящий сплав, подробно обосновав свой выбор.

Задания выполняются в виде рукописи машинописным способом. Вопросы задания записываются в отчет, полные развернутые ответы даются после записи каждого вопроса.

Рисунки и графики должны сопровождаться необходимыми

обозначениями, надписями и пояснениями. Все условные обозначения должны быть расшифрованы при первом упоминании.

В конце выполненных работ должен быть список использованной литературы и других источников. На титульном листе должна быть указана дата сдачи работы на проверку.

1.1. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ №1
ПО ЧАСТИ 1
«МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ»

Задание 1

В табл. 1 приведены буквенные обозначения характеристик механических свойств металлов, принятые в [1]:

- а) назовите наименование величины, ее единицу измерения и опишите, что она характеризует;
- б) укажите ее зарубежное название, обозначение;
- в) укажите ГОСТ и международные стандарты, описывающие методику ее определения;
- г) опишите схему нагружения при определении заданной характеристики;
- д) расчетные формулы;
- г) форма и размеры образцов;
- е) схема испытательной установки;
- ж) примеры свойств различных материалов.

Таблица 1

№ варианта	Задание 1	
	Характеристика механических свойств	
1		$\sigma_{\text{пш } 10}$
2		$\sigma_{\text{пш } 50}$
3		σ_{T}
4		$\sigma_{\text{T}}^{\text{B}}$ ($\sigma_{\text{T,B}}$)
5		$\sigma_{\text{T}}^{\text{H}}$ ($\sigma_{\text{T,H}}$)
6		σ_{B}
7		ψ
8		$\tau_{0,3}$
9		E
10		δ_5

Задание 2

В табл. 2 приведены буквенные обозначения характеристик механических свойств металлов, принятые в [1]:

- а) назовите наименование величины, ее единицу измерения и опишите, что она характеризует;
- б) укажите ее зарубежное название, обозначение;
- в) укажите ГОСТ и международные стандарты, описывающие методику ее определения;
- г) опишите схему нагружения при определении заданной характеристики;
- д) расчетные формулы;
- г) форма и размеры образцов;
- е) схема испытательной установки;
- ж) примеры свойств различных материалов.

Таблица 2

№ варианта	Задание 2	
	Характеристика механических свойств	
1		σ_i
2		$\sigma_{0,2}^{изг}$
3		G
4		$\sigma_{0,05}$
5		$\sigma_{0,01}$
6		$\tau_{пл}$
7		$\sigma_{в}^{изг}$
8		$\sigma_{0,2/100}$
9		$\sigma_{0,2}$
10		K_v

Задание 3

В табл. 3 приведены буквенные обозначения характеристик механических свойств металлов, принятые в [1]:

- а) назовите наименование величины, ее единицу измерения и опишите, что она характеризует;
- б) укажите ее зарубежное название и обозначение;
- в) укажите ГОСТ и международные стандарты, описывающие методику ее определения;
- г) опишите схему нагружения при определении заданной характеристики;
- д) расчетные формулы;
- г) форма и размеры образцов;
- е) схема испытательной установки;
- ж) примеры свойств различных материалов.

Таблица 3

№ варианта	Задание 3
	Характеристика механических свойств
1	<i>HB</i>
2	<i>HRA</i>
3	<i>HRB</i>
4	<i>HRC (HRC_s)</i>
5	<i>HV (HV0,01)</i>
6	<i>H_ц</i>
7	<i>HД</i>
8	<i>HSD</i>
9	<i>KCU (KCV)</i>
10	<i>KCT</i>

1.2. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ №2 ПО ЧАСТИ 2 «ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ»

Задание 1

В табл. 4 приведены значения магнитной индукции на основной кривой намагничивания ферромагнитного сплава:

а) постройте с помощью Excel по этим данным зависимость магнитной проницаемости от напряженности поля;

б) определите величину максимальной магнитной проницаемости;

в) рассчитайте (приблизительно) величину коэрцитивной силы и определите, к какой группе магнитных материалов относится сплав.

Таблица 4

№ варианта	Задание 1													
	Значение индукции B , Тл, при напряженности поля H , А/м													
	5	10	15	20	25	30	40	50	75	100	125	150	200	250
1	1,50	1,66	1,72	1,77	1,81	1,85	1,9	1,93	1,98	1,99	2,0	2,0	2,0	2,0
2	0,03	0,13	0,3	0,5	0,7	0,83	1,0	1,12	1,3	1,4	1,43	1,45	1,46	1,46
3	0,005	0,01	0,03	0,06	0,09	0,14	0,3	0,5	0,78	0,91	0,97	0,99	1,0	1,0
4	0,005	0,01	0,015	0,02	0,03	0,045	0,08	0,12	0,26	0,41	0,53	0,62	0,71	0,72
5	0,015	0,05	0,11	0,17	0,25	0,33	0,44	0,49	0,58	0,61	0,65	0,66	0,66	0,66
6	0,10	0,75	0,87	0,92	0,96	1,0	1,05	1,09	1,17	1,21	1,25	1,27	1,29	1,3
7	0,02	0,04	0,06	0,10	0,14	0,24	0,5	0,67	0,96	1,12	1,26	1,35	1,5	1,57
8	0,70	1,32	1,46	1,51	1,56	1,6	1,68	1,75	1,86	1,94	1,96	1,98	2,0	2,0
9	0,005	0,01	0,02	0,04	0,06	0,09	0,16	0,25	0,49	0,86	1,3	1,52	1,79	1,9
10	0,65	0,71	0,73	0,74	0,75	0,755	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76

Задание 2

Вычислите, во сколько раз увеличится удельное электрическое сопротивление до плавления и при плавлении металла ... (табл. 5.). Дайте объяснение этим изменениям.

Таблица 5

№ варианта	Задание 2	
1	Pt	Ag
2	Pb	Fe
3	Cd	Zn
4	Fe	Sn
5	Al	W
6	Cu	Ni
7	Mg	Pb
8	Mn	Cd
9	Ni	Al
10	Pt	Bi

Задание 3

Определите изменение энтальпии (в расчете на 1 кг массы) при нагревании металла (табл. 6) от 300 К до температуры плавления. Дайте объяснение этому изменению.

Таблица 6

№ варианта	Задание 3	
1	In	Sr
2	Ti	Ba
3	V	La
4	Mn	Hf
5	Zn	Re
6	Co	Os
7	Zr	Li
8	Nb	Cu
9	Pb	Na
10	Sn	W

Задание 4

Вычислите изменение объема 1 кг металла ... (табл. 7):

а) при приложении всестороннего давления 108 Па;

б) при повышении температуры с 273 К до 373 К.

Дайте объяснение этим изменениям.

Таблица 7

№ варианта	Задание 4	
1	Co	Nb
2	Ni	Ta
3	Mg	W
4	Al	Cd
5	Cu	Pt
6	Zn	Ru
7	Li	Rh
8	Ca	Bi
9	Ag	Fe
10	Zr	Mn

Задание 5

В табл. 8 приводятся буквенные обозначения физических величин, принятые в [2], и их единицы измерения:

а) дайте наименование величины и опишите, что она характеризует, укажите ее зарубежное название;

б) укажите ГОСТ и международные стандарты, описывающие методику ее определения;

в) приведите метод ее определения и используемые при этом расчетные формулы;

г) укажите, в каких пределах она может изменяться для чистых металлов;

д) примеры свойств различных материалов.

е) опишите влияние на нее температуры, пластической деформации и состава твердого раствора;

ж) обозначение и стандарт (стандарты), описывающий мето-

дику ее определения.

Таблица 8

№ варианта	Задание 5	
1	I_S , А/м	ρ , Ом·м
2	H_C , А/м	λ , Вт/(м·К)
3	μ_{max}	c_p , Дж/(г·К)
4	μ_a	V , м ³ /кг
5	Q , Дж/м ³	α , К ⁻¹
6	B_S , Тл	d , кг/м ³
7	B_r , Тл	α_{20-70} , град ⁻¹
8	χ , см ² /Н	C_V , Дж/(моль·К)
9	$e_{абс}$, мкВ/К	λ_S
10	C_p , Дж/(моль·К)	γ , Ом ⁻¹ ·м ⁻¹

Задание 6

Подберите материал для изготовления изделия, указанного в табл. 9; приведите режим термической обработки и уровень после него эксплуатационных свойств сплава.

Таблица 9

№ ва- рианта	Задание 6
	Описание изделия
1	Проволока для спая со стеклом, ТКЛР которого в интервале температур 20...400 °С составляет $5 \cdot 10^{-6} \text{ К}^{-1}$.
2	Полюсные наконечники магнитопровода с максимальным полем в рабочем зазоре 2,20 Тл.
3	Коммутационный элемент с внешней памятью, управляющий герконом.
4	Высокоточные резисторы с предельной температурой нагрева 400 °С и температурным коэффициентом сопротивления не выше $3 \cdot 10^{-5} \text{ К}^{-1}$.
5	Статор бытового электродвигателя средней скорости.
6	Мерная линейка геодезического прибора для работы в климатическом интервале температур.
7	Постоянный магнит в приборе, где основным требованием является получение минимальных габаритов.

8	Сердечник силового трансформатора на подстанции с выходным напряжением 6,6 кВ.
9	Нагревательные элементы термической печи сопротивления с максимальной рабочей температурой 1200 °С без защитной атмосферы.
10	Сердечник головки магнитной записи.

2. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. *Золоторевский В.С.* Механические свойства металлов: Учебник для вузов. - М.: МИСИС, 1998, 400 с.

2. *Лившиц Б.Г.* Физические свойства металлов и сплавов: Учебник для вузов / Б.Г. Лившиц, В.С. Кравошин, Я.Л. Липецкий. - М.: Metallurgy, 1980, 320с.

3. *Солнцев Ю.П.* Материаловедение: Учебник для ВУЗов / Ю.П. Солнцев, Е.И. Пряхин. - СПб.: Химиздат, 2007, 783 с.

4. *Теплухи Г.Н.* Стали и сплавы с особыми физическими свойствами: Учеб. пособие / Г.Н. Теплухи, С.А. Хазанов. - Л.: СЗПИ, 1980, 80с.

5. *Хазанов С.А.* Материалы с особыми магнитными свойствами: Учеб. пособие. - СПб.: СЗПИ, 1992, 74с.

Дополнительная литература:

6. *Металловедение и термическая обработка стали: Справ. изд. в 3-х т.т. / под ред. М.Л. Бернштейна, А.Г. Рахштадта. - 4-е изд., перераб. и доп. Т. I, кн. 2. М.: Metallurgy, 1991, 402с.*

7. *Сивенков А.В.* Механические и физические свойства материалов. Механические свойства: методические указания к выполнению лабораторных работ. – СПб.: НМСУ «Горный», 2013, 33 с.

8. *Сивенков А.В.* Механические и физические свойства материалов. Физические свойства: Методические указания к выполнению лабораторных работ. – СПб.: НМСУ «Горный», 2013, 47 с.

9. *Балтевич В.Л.* Техническая керамика: Учеб. пособие для вузов. - М.: Стройиздат, 1984, 256с.

10. *Кулезнев В.Н.* Химия и физика полимеров: Учебник для вузов / В.Н. Кулезнев, В.А. Шершнеv. - М.: Высш. школа, 1988, 312с.

11. Физическое металловедение: в 3-х т.т. / под ред. Р.У. Кана, П.Т. Хвалена. - 3-е изд. Т.3: Физико-механические свойства металлов и сплавов: пер. с англ. М.: Металлургия, 1987, 663с.

12. Справочная информация для студентов [Электронный ресурс] / Web-мастер Сивенков А.В. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://metall-2006.narod.ru>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Домашнее задание и методические указания к его выполнению	3
1.1. Домашнее задание №1 по части 1 «Механические свойства материалов»	5
1.2. Домашнее задание №2 по части 2 «Физические свойства материалов»	8
2. Рекомендуемая литература	12

МЕХАНИЧЕСКИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ

***Методические указания к самостоятельным работам
для студентов бакалавриата направления 22.03.01***

Сост.: *А.В. Сивенков, Д.А. Кончус*

Печатается с оригинал-макета, подготовленного кафедрой
материаловедения и технологии художественных изделий

Ответственный за выпуск: *А.В. Сивенков*

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.2002

Подписано к печати 16.03.2021. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 0,8. Усл.кр.-отт. 0,8. Уч.-изд.л. 0,7. Тираж 75 экз. Заказ 197.

Санкт-Петербургский горный университет
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2