

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ГІРНИЧИЙ КОЛЕДЖ
ДЕРЖАВНОГО ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ
«КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт

з навчальної дисципліни

«Матеріалознавство»

спеціальність _____ 184 _____ Гірництво _____

«Відкрита розробка корисних копалин»

Укладач: Ружович В.В.

Кривий Ріг, 2016

Предисловие

Настоящее методическое указание для студентов по «Материаловедению» ставят целью формирование практических навыков и умений в выполнении типовых расчётов и определения различных марок цветных и чёрных сплавов.

Методические указания составлены в соответствии с рабочей программой.

В методических указаниях кратко изложены теоретические положения, необходимые для выполнения практических работ, правила и последовательность выполнения работ.

Перед выполнением каждой работы студент должен подготовиться дома по названной преподавателем теме, а результатом выполнения должен стать отчёт по проделанной работе, содержание и форма которого указаны в каждой практической работе.

После выполнения практических работ студент должен:

Знать

- закономерности процессов кристаллизации и структурообразования металлов и сплавов, основы их термообработки, способы защиты металлов от коррозии;
- принципы выбора конструкционных материалов для применения в производстве;
- классификацию материалов, металлов и сплавов, их области применения;
- структурные и физические методы исследования строения металлов;
- маркировку чугунов, углеродистых и легированных сталей;
- виды термической обработки;

Уметь:

- Классифицировать конструкционные стали
- Строить диаграммы состояния для трёх видов сплавов
- Определять механические характеристики металлов и сплавов
- Определять твёрдость методами Бринелля, Виккерса, Роквелла
- Определить структурные составляющие стали и чугуна на диаграмме железо-цементит
- Определить химический состав углеродистых и легированных сталей, бронзы и латуни

- Обосновать выбор ТО и ХТО

Правила выполнения практических работ

Студент должен:

- строго выполнять весь объём подготовки, указанный в описаниях соответствующих практических работ;
- знать, что выполнению каждой работы предшествует проверка готовности студента к работе;
- знать, что после выполнения работы каждый студент представляет отчёт о проделанной работе с обсуждением полученных результатов и выводов.

Оценка по работе:

«3» - выставляется студенту, выполнившему работу, но не ответившему на контрольные вопросы и имеющему замечания по оформлению отчёта;

«4» - выставляется студенту, выполнившему работу, ответившему на контрольные вопросы, но имеющему замечания по оформлению отчёта;

«5» - выставляется студенту, выполнившему работу, оформившему отчёт в соответствии с требованиями, ответившему на контрольные вопросы и способному обосновать выводы по проделанной работе.

Порядок выполнения пропущенных работ

Студент, не выполнивший работу по уважительной или неуважительной причинам, выполняет её во внеурочное время, назначенное преподавателем, в полном или сокращённом объёме по усмотрению преподавателя.

Правила оформления отчётов по практическим работам

Отчёты выполняются в виде сборников на листах формата А4.

Допускается использовать тетрадные листы.

Первый лист сборника – титульный лист.

Второй лист сборника – перечень практических работ.

Все листы сборника имеют рамки и основные надписи по ГОСТ 2.104-68

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

Тема: Перевод значений твёрдости по Бринеллю в значения твёрдости по Виккерсу и Роквеллу.

Цель работы: Формирование навыков определения твёрдости различными методами.

Содержание отчёта:

1. Номер практической работы, тема, цель.
2. Перечислить три способа определения твёрдости. Указать их обозначения и единицы измерения.
3. Решить задачу № 1 Номер задачи указан в таблице 2.1, выбрать по варианту. (Номер задачи из двух цифр, первое обозначает номер условия задачи, второе номер данных в таблице. Смотри условия задач №1,2,3)

Таблица 2.1 Задание по вариантам.

вариант	задача	вариант	задача	вариант	задача
1	1.1	11	2.1	21	3.1
2	1.2	12	2.2	22	3.2
3	1.3	13	2.3	23	3.3
4	1.4	14	2.4	24	3.4
5	1.5	15	2.5	25	3.5
6	1.6	16	2.6	26	3.6
7	1.7	17	2.7	27	3.7
8	1.8	18	2.8	28	3.8
9	1.9	19	2.9	29	3.9
10	1.10	20	2.10	30	3.10

4. Пользуясь таблицей №2.2 выбрать три строки, начиная отсчёт от вашего варианта. Выполните перевод значений твёрдости по Виккерсу в значения твёрдости по Бринеллю и Роквеллу.

Задача 1. (Варианты 1-10)

Определить диаметр отпечатка, если твёрдость по Бринеллю (**НВ**), а прикладываемая нагрузка **Р**, диаметр закалённого шарика **Д** (мм).

Параметр	Ед. измер.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Р	Н	30000		20000		10000		16500		25000	
Д	мм	10	10	5	5	5	5	5	5	5	5
НВ	МПа	1600	1600	1000	1000	600	600	800	700	160	165
Р	кгс	-	3000	-	2000	-	1000	-	1650	-	250

Задача 2. (Варианты 11-20)

Определить твёрдость по Бринеллю, если приложенная нагрузка P (кгс), диаметр индентора D (мм), а диаметр отпечатка d (мм). Указать твёрдость по Бринеллю в МПа.

Параметры	Ед изм	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P	кгс	3000	1000	1650	250	31,25	62,5	3000	1000	1650	250
D	мм	10	10	5	5	2,5	2,5	10	10	5	5
d	мм	7	8	4	3,8	2	2	7,5	9,1	4,3	3,8

Задача 3. (Варианты 21-30)

Определить по методу Виккерса длину диагонали отпечатка. Если прикладываемая нагрузка в течении 15 сек к индентору составила P (кгс), а твёрдость HV (кгс/мм²), (МПа).

Параметры	Ед изм	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
HV	МПа	1149	-	610	-	419	-	383	-	307	-
P	кгс	15,8	15,8	8,4	8,4	5,7	5,7	5,28	5,28	4,23	4,23
HV	Кгс/мм ²	--	117,2	-	62,2	-	42,7	-	39,1	-	31,3

Таблица №2.2 Перевести значения твёрдости по Виккерсу в значения твёрдости по Бринеллю и Роквеллу.

№	HB	HV	HRC	HRA	HV
	H/мм ² =МПа	HB= HV До450 Кгс/мм ²	HRC= HB/10 HB в (МПа)	HRA=(HRC+104):2	
1					200
2					1149
3					586
4					1067
5					247
6					200
7					351
8					756
9					143
10					508
11					1149
12					328
13					756

14	563
15	693
16	610
17	1149
18	653
19	586
20	1067
21	1149
22	980
23	1149
24	508
25	1149
26	328
27	610
28	693
29	1067
30	1149

Таблица 2.3 Соотношение значений твёрдости, определённых разными методами

Твёрдость по Бринеллю		Твёрдость по Роквеллу			Твёрдость по Виккурсу
Шарик Д=10мм		Алмазный конус		шарик	по Виккурсу
Диаметр отпечатка	НВ (кгс/мм ²)	HRA	HRC	HRB	HV (кгс/мм ²)
2,25	745	83	70	-	1149
2,3	712	82	68	-	1067
2,35	682	82	66	-	980
2,3	653	82	64	-	868
2,45	627	81	62	-	832
2,5	601	81	59	-	756
2,55	578	80	57	-	693
2,6	555	79	56	-	653
2,65	534	78	54	-	610
2,7	514	77	52,5	-	586
2,75	496	76	51	-	563
2,8	477	76	49,5	-	531
2,85	461	75	48	-	508
2,9	444	74	47	-	484
2,95	429	73	45,5	-	457
3,0	415	73	44	-	442
3,05	401	72	42	-	419
3,1	388	71	41	-	406
3,15	375	70	39,5	-	383

3,2	363	70	39	-	377
3,25	352	69	38	-	361
3,3	341	69	37	-	351
3,35	331	68	36	-	342
3,4	321	68	35	-	328
3,45	311	67	33,5	-	315
3,5	302	67	33	-	307
3,55	293	66	31	-	297
3,6	285	66	30	-	288
3,65	277	65	29	-	280
3,7	269	65	28	-	271
3,75	262	64	27	-	264
3,8	255	64	26	-	259
3,85	248	63	25	-	247
3,9	241	63	24	100	242
3,95	235	62	23	99	235
4,0	229	62	22	98	229
4,05	223	61	21	97	223
4,1	217	61	20	97	217
4,15	212	60	19	95	211
4,2	207	60	18	95	206
4,25	201	59	-	93	200
4,3	197	58	-	93	196
4,35	192	58	-	92	191
4,4	187	57	-	91	186
4,45	183	56	-	89	181
4,5	179	56	-	88	179
4,55	174	55	-	87	172
4,6	170	55	-	87	169
4,65	167	54	-	85	165
4,7	163	53	-	84	162
4,75	159	53	-	83	159
4,8	156	52	-	82	155
4,85	152	52	-	81	152
4,9	149	51	-	80	149
4,95	146	50	-	78	146
5,0	143	50	-	77	143
5,05	140	-	-	76	-
5,1	137	-	-	75	-
5,15	134	-	-	74	-
5,2	131	-	-	72	-
5,25	128	-	-	71	-
5,3	126	-	-	70	-
5,35	123	-	-	69	-
5,4	121	-	-	68	-

5,45	181	-	-	67	-
5,5	116	-	-	65	-
5,55	114	-	-	64	-
5,6	111	-	-	63	-
5,65	109	-	-	61	-
5,7	107	-	-	59	-
5,75	105	-	-	58	-
5,8	103	-	-	56	-
5,85	101	-	-	55	-
5,9	99	-	-	54	-
5,95	97	-	-	53	-
6,0	96	-	-	52	-

Пример выполнения задачи 1

Определить по методу Виккерса длину диагонали отпечатка. Если прикладываемая нагрузка в течении 15 сек к индентору составила $P = 8,4$ кгс, а твёрдость HV650 МПа.

Дано:

$$HV650 \text{ МПа} = HV65 \text{ кгс/мм}^2$$

$$P = 8,4 \text{ кгс}$$

$$d = ?$$

Решение

Твёрдость по Виккерсу определяется по формуле

$$HV = 1,854 \frac{P}{d^2} \text{ из основной формулы выражаем длину диагонали}$$

$$d^2 = 1,854 \frac{P}{HV} = 1,854 \cdot \frac{8,4}{65} = 0,24 \text{ мм}^2$$

$$d = 0,49 \text{ мм}$$

Ответ: длина диагонали отпечатка составила 0,49 мм

Пример выполнения задачи 2

Таблица №2.2 Перевести значения твёрдости по Виккерсу в значения твёрдости по Бринеллю и Роквеллу.

№	HB	HV	HRC	HRA	HV
	H/мм ² =МПа	HB= HV До450 Кгс/мм ²	HRC= HB/10 HB в (МПа)	HRA=(HRC+104):2	H/мм ² = МПа
1	212	21,53	21,2(табл.знач.19)	62,6(табл.знач.60)	211

Контрольные вопросы

1. В каких единицах определяется твёрдость по Роквеллу?
2. Дать определение твёрдости.
3. Указать время приложения нагрузки при определении твёрдости по Виккерсу и Бринеллю.
4. Какую форму и из какого материала изготовлен индентор для определения твёрдости по Виккерсу?
5. Каким методом определяется твёрдость на готовом изделии.

Литература

1. Адашкин А.М., Зуев В.М. Материаловедение (металлообработка): учебник для нач. проф. образования: учеб. пособие для сред. проф. образования. М.: Издательский центр «Академия» 2006. -240 с.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

Тема: Классификация и характеристика углеродистых сталей.

Цель практической работы: Формирование умения классифицировать углеродистые стали, подобрать конструкционные материалы по их назначению и условиям эксплуатации.

Содержание отчёта:

- 1.Номер работы, тема, цель.
- 2.Выполнить задание1 (Таблица №2.1) по вариантам и оформить в виде таблицы№2.2, как показано на примере.
- 3.Написать по две детали из стали вашего варианта.
- 4.Подобрать конструкционный материал для изготовления проката различного профиля.

Таблица№2.1 Индивидуальные задания по вариантам

№	Стали углеродистые			Температура		
1	10	80	У13	20	730	1000
2	15	У12А	У8	30	740	1050
3	20	80	У10	120	435	1110
4	25	У12А	45	500	750	1500
5	30	75	У13А	450	750	1600
6	40	У10А	Ст5кп	300	600	1400
7	35	У8	У10А	300	740	1500
8	45	У13А	У8	40	620	1200
9	50	У7	У10А	70	750	1140
10	55	У13А	85	100	900	1200
11	60	У11	У8А	150	810	1250
12	65	Ст3кп	У12А	740	350	1500
13	45	У9А	АСт6кп	170	750	1200
15	50	ВСт2кп	80	120	750	1300
16	У8А	70	БСт2пс	150	760	1500
17	55	У13А	ВСт3сп	70	750	2000
18	У12А	АСт4кп	75	90	800	1500
19	У13	55	АСт3кп	70	1300	1400
20	65	У11	БСттт3пс	65	730	1300
21	60	У11	У8А	50	850	1250
22	45	У9А	АСт6кп	175	850	1300
23	У8А	70	БСт2пс	250	860	1300
24	У12А	АСт4кп	75	190	600	1200
25	65	У11	БСттт3пс	265	530	1000
26	15	У12А	У8	130	540	950
27	25	У12А	45	100	550	1400

28	40	У10А	Ст5кп	100	600	1200
29	45	У13А	У8	140	820	1200
30	55	У13А	85	200	900	1500

Пример выполнения задания 1 показан в таблице №2.2

Задача 1

Пользуясь диаграммой «Железо-цементит» определите структурные составляющие при различных температурах и укажите характеристики сталей

Таблица №2.2

№	Характеристики углеродистых сталей	Сталь45	У8	У12А
1	Содержание углерода	0,45	0,8	1,2
2	Конструкционная	да	нет	нет
3	Инструментальная	нет	да	да
4	Доэвтектоидная	+	-	-
5	Эвтектоидная	-	+	-
6	Заэвтектоидная	-	-	+
7	Качественная	+	+	-
8	Высококачественная	-	-	+
9	Структура при температуре 20°С	Ф+П	П	П+Ц
10	Структура при температуре 730°С	А+Ф	А	А+Ц
11	Структура при температуре 1130°С	А	А	А

2. Ответ на задание 2. Написать по две детали из сталей по заданию (пример)

Сталь 45- шестерни, валы

У8 – центры токарных станков, ножницы.

У12А – фрезы, ножи по металлу.

Контрольные вопросы

1. Перечислить способы получения стали.
2. Что загружают в индукционные печи для получения стали?
3. Какие примеси снижают качество стали?
4. Перечислить металлический фасонный профиль, получаемый методом проката.

Литература:

1. Кузьмин Б.А. и др. Металлургия, металловедение и конструкционные материалы. Учебник для техникумов, М.: «Высшая школа», 1977. – 304 с.
2. Колесов С.Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов: М.: «Высшая школа», 2004. – 352 с

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

Тема: Определение химического состава углеродистых и легированных сталей.

Цель работы: Формировать умения определять химический состав углеродистых и легированных сталей

Содержание работы:

- 1.Номер работы, тема, цель.
- 2.Написать химический состав стали по заданию №1
- 3.Написать свойства, которые появились в легированных сталях. Задание 2
- 4.Перечислить, какие изделия можно изготовить из предложенных сталей. Задание 3

Задание №1.

Определить химический состав углеродистых и легированных сталей для трёх марок, согласно вашего варианта. Задание в таблице 8.1

Таблица 8.1 Задание к задаче №1 по вариантам

№	1	2	3	№	1	2	3
1	15	У8	18ХНМА	1	14Г2	Ст1	50ХМ
2	20	Ст3	18Х2Н4А	6			
3	ШХ6	20ХГСА	15Х	1	15ХСНД	У8А	45
4	45	20ХГ	18Х2НА	7			
5	80	25ХГТ	2ХМ4А	1	20Х2Н4	А20	30
6	65	У9	12ХНЮА	8	А		
7	У8	20ХНМ	40ХФА	1	18ХГТ	50	У13А
8	АСт3	У10	50ХФА	9			
9	20Х13	У13	65С2ВА	2	45Х	У9А	ВСт3
1	75	У11	70С2ХА	0			
0				1	30ХРА	Ст3	У10
1	А12	ХГС	35	2	60Г	АС40ХЕ	У13А
1				2			
				2	60С2	У10А	45
				3			
				2	50ХГ	Ст2	У7А
				4			
				2	ШХ9	У11А	А40Г
				5			
				2	9ХФ	Ст5	40
				6			

1	A40Г	У12А	40Х10С2М	2	11ХФ	У12	30Х3РА
2				7			
1	A35Е	35Г	18Х2Н4М	2	9ХС	АС20ХГН	20Х2НА
3			А	8		М	
1	ШХ15	У13	25ХГСА	2	Х12Ф1	ВСт6	20ГСА
4				9			
1	Ст1	17Х18Н	40ХМФА	3	45Х	У9	18ХМА
5		9		0			

Пример выполнения задания №1 к практической работе № 8 представлен в таблице 8.2

Таблица 8.2

Химический состав стали		A35E (Сталь автоматная)	У9А	12ХН2ЮА
Углерод		0,35	0,9	0,12
Вредные примеси	Сера	0,035	0,015	0,015
	Фосфор	0,04	0,025	0,025
Полезные примеси	Марганец	0,3	0,3	0,3
	Кремний	0,3	0,3	0,3
Легирующие элементы	Хром	-	-	1,0
	Никель	-	-	2,0
	Алюминий	-	-	1,0
	Селен	1,0	-	-
Железо		97,975	98,46	95,24
	ИТОГО	100	100	100

Задание №2

Написать, какие свойства изменили легирующие элементы в ваших сталях.

При ответе на второй вопрос пользуйтесь таблицей 8.3

Пример выполнения задания № 2

12ХН2ЮА

Хром увеличивает 1.Твёрдость 2. Прочность 3. Пластичность
4. Коррозионную стойкость

Никель увеличивает 1.Коррозионную стойкость
2. Прочность
3. Ударную вязкость
4. Прокаливаемость

Алюминий увеличивает 1.жаростойкость

Буква А в конце марки обозначает, что сталь высококачественная.

Таблица 8.3 Влияние легирующих элементов на свойства черных металлов

Легирующие	Cr	Ni	W	V	Ti	Co	Mo	Al	Cu
------------	----	----	---	---	----	----	----	----	----

элементы							
Увеличивает	Xxxx		Xxxx	Xxxx	Xxxx		
твёрдость	x		x	x	x		
	xxxxx		xxxxx	xxxxx	xxxxx		
Увеличивает	Xxxx			Xxxx	Xxxx	Xxxx	
прочность	x			x	x	x	
	xxxxx			xxxxx	xxxxx	xxxxx	
Увеличивает	Xxxx	Xxxx					
коррозионную	x	x					
стойкость	xxxxx	xxxxx					
Усиливает	Xxxx						
пластичность	x						
	xxxxx						
Высокая		Xxxx					
прочность		x					
		xxxxx					
Высокая		Xxxx					
пластичность		x					
		xxxxx					
Повышает		Xxxx			Xxxx		
ударную		x			x		
вязкость		xxxxx			xxxxx		
Увеличивает		Xxxx					
прокаливаемост		x					
ь		xxxxx					
Увеличивает					Xxxx	Xx	
жаростойкость					x	x	
					xxxxx	xxx	
Повышает						Xxxx	
упругость						x	
						xxxxx	
Увеличивает							X
антикоррозионн							x
ые свойства							X
							x
							xx
Увеличивает			Xxxx			Xxxx	
красностойкость			x			x	
			xxxxx			xxxxx	

Пример выполнения задания № 3

А35Е-сталь автоматная с добавлением селена. Сталь предназначена для изготовления стандартных деталей с резьбой на станках автоматах.

Контрольные вопросы

- 1.Перечислить области применения автоматных сталей
2. Назвать коррозионностойкие легирующие элементы
- 3.Назвать 5 обозначений легирующих элементов
- 4.Перечислить вредные примеси для стали
- 5.Рассказать о необходимости применения легирующих элементов

Литература:

- 1.И.С.Стерин «Материаловедение» Москва «ДРОФА» 2009г
2. С.Н.Колесов «Материаловедение и технология конструкционных материалов» Москва «ВШ» 2004г