

Описание презентации по отдельным слайдам:

1 слайд



Описание слайда:

* Лабораторная работа Определение твёрдости металлов и сплавов по образцам
Преподаватель Миронов Д.С.

2 слайд

Цель работы:

- **знакомство** с конструкцией твердомеров;
- **освоение** методики определения твёрдости сплавов по методу Бринелля и Роквелла;
- **изучение** возможности взаимного пересчёта предела прочности и твёрдости стали.

Описание слайда:

* Цель работы: знакомство с конструкцией твердомеров; освоение методики определения твёрдости сплавов по методу Бринелля и Роквелла; изучение возможности взаимного пересчёта предела прочности и твёрдости стали.

3 слайд

Метод Бринелля ГОСТ 9012

Определение числа твёрдости по Бринеллю **НВ** производится по результатам вдавливания в исследуемую поверхность стального закаленного шарика диаметром **D** под действием заданной нагрузки **P** в течение определённого времени. Измеряемым параметром является диаметр отпечатка **d**.

Описание слайда:

* Метод Бринелля ГОСТ 9012 Определение числа твёрдости по Бринеллю HB производится по результатам вдавливания в исследуемую поверхность стального закаленного шарика диаметром D под действием заданной нагрузки P в течение определённого времени. Измеряемым параметром является диаметр отпечатка d .

Твердомер Бринелля ТШ-2М



1 – предметный столик; 2 – оправка с индентором; 3 – грузы

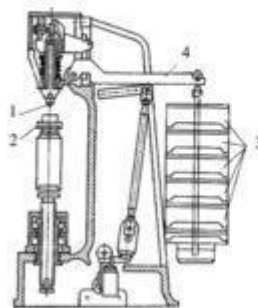
Техническая характеристика:
Техническая характеристика:
Твёрдость, проверяемая прибором
HB 80...4500 МПа или
HB 8...450 кгс/мм²
Испытательные нагрузки:
30000; 10000; 7500; 2500; 1870 Н
или
3000; 1000; 750; 2500; 187,5 кгс
Индентор – закалённый шарик
твёрдостью не менее HV 85000
МПа (850 кгс/мм²)
Диаметр шариков: 10; 5; 2,5 мм

4 слайд

Описание слайда:

* Твердомер Бринелля ТШ-2М 1 – предметный столик; 2 – оправка с индентором; 3 - грузы
Техническая характеристика: Техническая характеристика: Твёрдость, проверяемая прибором HB 80...4500 МПа или HB 8...450 кгс/мм² Испытательные нагрузки: 30000; 10000; 7500; 2500; 1870 Н или 3000; 1000; 750; 2500; 187,5 кгс Индентор – закалённый шарик твёрдостью не менее HV 85000 МПа (850 кгс/мм²) Диаметр шариков: 10; 5; 2,5 мм

Схема твердомера Бринелля



1 – оправка с индентором
2 – предметный столик
3 – грузы
4 – рычаг

5 слайд

Описание слайда:

* Схема твердомера Бринелля 1 – оправка с индентором 2 – предметный столик 3 – грузы 4 - рычаг

Измерительный микроскоп (лупа) МПБ-2



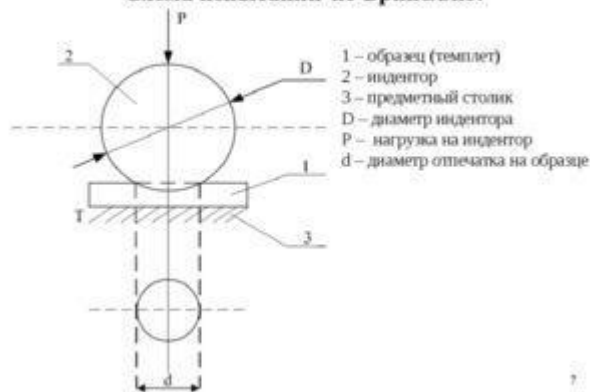
Техническая характеристика:
Диаметр отпечатка $d_{\max} = 7 \text{ мм}$.
Цена деления – 0,05 мм.

6 слайд

Описание слайда:

* Измерительный микроскоп (лупа) МПБ-2 Техническая характеристика: Диаметр отпечатка $d_{\max} = 7 \text{ мм}$. Цена деления – 0,05 мм.

Схема испытаний по Бринеллю.

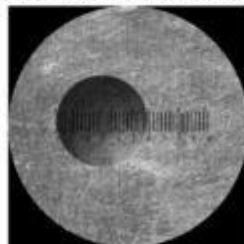


7 слайд

Описание слайда:

* Схема испытаний по Бринеллю. 1 – образец (темплет) 2 – индентор 3 – предметный столик D – диаметр индентора P – нагрузка на индентор d – диаметр отпечатка на образце

Измерение отпечатка лупой



Измерение $d=5,9 \text{ мм}$
По таблице ГОСТ 9012
для $D=10 \text{ мм}$; $P=3000 \text{ кгс}$
имеем HB 99

8 слайд

Описание слайда:

* Измерение отпечатка лупой Измерение $d=5,9 \text{ мм}$ По таблице ГОСТ 9012 для $D=10 \text{ мм}$; $P=3000 \text{ кгс}$ имеем HB 99

9 слайд

Описание слайда:

* Темплеты из чёрных металлов и сплавов
 Марки материалов (обработка) Число твёрдости Применение
 Fe HB<140 Основа сталей и чугунов
 Cr, Co, Ni, Ti Компоненты легированных сталей и др.
 08 (без термообработки) Конструкционная сталь
 СЧ15, СЧ25, СЧ35, ВЧ80, КЧ60-3 Конструкционные литейные сплавы
 БрБ2 (закалка+старение) Конструкционный сплав меди
 АЧС-1 Антифрикционный сплав
 ВЧ95 Конструкционный сплав алюминия
 08 (нагартовка), 10, 20, 30, 40, 45, 55 Конструкционные сплавы

Марки материалов (обработка)	Число твёрдости	Применение
Fe		Основа сталей и чугунов
Cr, Co, Ni, Ti	HB<140	Компоненты легированных сталей и др.
08 (без термообработки)		Конструкционная сталь
СЧ15, СЧ25, СЧ35, ВЧ80, КЧ60-3		Конструкционные литейные сплавы
БрБ2 (закалка+старение)		Конструкционный сплав меди
АЧС-1	HB140-450	Антифрикционный сплав
ВЧ95		Конструкционный сплав алюминия
08 (нагартовка), 10, 20, 30, 40, 45, 55		Конструкционные сплавы

10 слайд

Описание слайда:

* Темплеты из цветных металлов и сплавов
 Марки материалов (обработка) Число твёрдости Применение
 Sn HB8-35 Основа баббитов, припоев и др.
 Б83, АО9-2, БрС30 Антифрикционный слой подшипников скольжения
 АМц, МЛ5, МЛ15 Цветные конструкционные сплавы
 Cu HB35-130 Основа бронз, латуней и др.
 Л90; ЛЖМц59-1-1; ЛК80-3; ЛЦ16К4; ЛЦ38Мц2С2; БрОФ6, 5-0,15; БрОФ6,5-0,4; БрО10Ф1 Конструкционные сплавы на основе меди
 АМг2, Д16, АК12, АМ5, АМг10 Конструкционные сплавы на основе алюминия
 МА5, МА19 Конструкционные сплавы на основе магния
 ЦАМ15 Конструкционный сплав на основе цинка

Марки материалов (обработка)	Число твёрдости	Применение
Sn		Основа баббитов, припоев и др.
Б83, АО9-2, БрС30	HB8-35	Антифрикционный слой подшипников скольжения
АМц, МЛ5, МЛ15		Цветные конструкционные сплавы
Cu		Основа бронз, латуней и др.
Л90; ЛЖМц59-1-1; ЛК80-3; ЛЦ16К4; ЛЦ38Мц2С2; БрОФ6, 5-0,15; БрОФ6,5-0,4; БрО10Ф1		Конструкционные сплавы на основе меди
АМг2, Д16, АК12, АМ5, АМг10	HB35-130	Конструкционные сплавы на основе алюминия
МА5, МА19		Конструкционные сплавы на основе магния
ЦАМ15		Конструкционный сплав на основе цинка

Выбор условий определения твёрдости по Бринеллю

Материал	HB	P= k·D ²	s _{нал} , мм	D, мм	P, кгс
Чёрные металлы	140-450	k = 30	6-3	10,0	3000
			4-2	5,0	750
			Менее 2	2,5	187,5
	Менее 140	k = 10	Более 6	10,0	1000
			6-3	5,0	250
			Менее 3	2,5	62,5
Цветные металлы	Более 130	k = 30	6-3	10,0	3000
			4-2	5,0	750
			Менее 2	2,5	187,5
	35-130	k = 10	9-3	10,0	1000
			6-3	5,0	250
			Менее 3	2,5	62,5
	8-35	k = 2,5	Более 6	10,0	250
			6-3	5,0	62,5
			Менее 3	2,5	15,6

11 слайд

Описание слайда:

* Выбор условий определения твёрдости по Бринеллю Материал HB P= k·D² s_{нал}, мм D, мм P, кгс Чёрные металлы 140-450 k = 30 6-3 10,0 3000 4-2 5,0 750 Менее 2 2,5 187,5 Менее 140 k = 10 Более 6 10,0 1000 6-3 5,0 250 Менее 3 2,5 62,5 Цветные металлы Более 130 k = 30 6-3 10,0 3000 4-2 5,0 750 Менее 2 2,5 187,5 35-130 k = 10 9-3 10,0 1000 6-3 5,0 250 Менее 3 2,5 62,5 8-35 k = 2,5 Более 6 10,0 250 6-3 5,0 62,5 Менее 3 2,5 15,6

Получение результата определения HB

Число твёрдости по Бринеллю HB представляет собой отношение нагрузки на индентор (шарик) к площади поверхности отпечатка F_{отп}. Отпечаток при испытании по Бринеллю представляет собой шаровой сегмент диаметром d

$$HB = \frac{P}{F_{отп}} \quad \text{или} \quad HB = \frac{2 \cdot P}{\pi \cdot D \cdot (D + \sqrt{D^2 - d^2})}$$

12 слайд

Описание слайда:

* Получение результата определения HB Число твёрдости по Бринеллю HB представляет собой отношение нагрузки на индентор (шарик) к площади поверхности отпечатка F_{отп}. Отпечаток при испытании по Бринеллю представляет собой шаровой сегмент диаметром d или

Таблица для определения числа твёрдости по Бринеллю HB
(кгс/мм²) (Приложение к ГОСТ 9012)

Диаметр* отпечатка $d_{отп}$ ($d_{отп}=2 d_{инд}$ $d_{отп}=4 d_{инд}$)	HB при нагрузке P (кгс), равной			4,41	186	62,1	15,5
	30D ²	10 D ²	2,5D ²	4,42	185	61,8	15,5
...				4,43	185	61,5	15,4
...				4,44	184	61,2	15,3
...				4,45	183	60,9	15,2
...				...			
2,89	448			5,95	97,3	32,4	8,11
...				5,96	96,9	32,3	8,08
3,13	380	127	31,7	5,97	96,6	32,2	8,05
...				5,98	96,2	32,1	8,02
4,37	190	63,3	15,8	5,99	95,9	32,0	7,99
4,38	189	63,0	15,8	6,00	95,5	31,3	7,96 ₁₃
4,39	188	62,7	15,7				

13 слайд

Описание слайда:

* Таблица для определения числа твёрдости по Бринеллю HB (кгс/мм²) (Приложение к ГОСТ 9012) Диаметр* отпечатка d10 (d5=2 d10, d2,5=4 d10) HB при нагрузке P (кгс), равной 30D2 10D2 2,5D2 2,89 448 ... 3,13 380 127 31,7 ... 4,37 190 63,3 15,8 4,38 189 63,0 15,8 4,39 188 62,7 15,7 4,40 187 62,4 15,6 4,41 186 62,1 15,5 4,42 185 61,8 15,5 4,43 185 61,5 15,4 4,44 184 61,2 15,3 4,45 183 60,9 15,2 ... 5,95 97,3 32,4 8,11 5,96 96,9 32,3 8,08 5,97 96,6 32,2 8,05 5,98 96,2 32,1 8,02 5,99 95,9 32,0 7,99 6,00 95,5 31,3 7,96

Пояснения к таблице ГОСТ 9012

Диаметры отпечатков в таблице даны для испытания шариком D=10 мм при нагрузках P = 30D2 = 3000 кгс; P = 10D2 = 1000 кгс; P = 2,5D2 = 250 кгс. Для определения по таблице числа твердости при испытании шариком D=5 мм при нагрузках P = 30D2 = 750 кгс; P = 10D2 = 250 кгс; P = 2,5D2 = 62,5 кгс d5=2 d10. Для определения по таблице числа твердости при испытании шариком D=2,5 мм при нагрузках P = 30D2 = 187,5 кгс; P = 10D2 = 62,5 кгс; P = 2,5D2 = 15,6 кгс d2,5=4 d10. Например, при испытании шариком D=5 мм при нагрузке P = 30D2 = 750 кгс получен отпечаток диаметром d = 1,65 мм. Число твердости в таблице следует искать для d5=2 d10=2·1,65=3,30 мм, в итоге получим HB341.

Аналогичный результат HB341 получим, если P=750 кгс, D=5 мм, d = 1,65 мм подставим в расчетную формулу для определения числа твердости по Бринеллю

$$HB = \frac{2 \cdot 750}{\pi \cdot 5 \cdot (5 - \sqrt{5^2 - 1,65^2})} = 340,93$$

14 слайд

Описание слайда:

* Пояснения к таблице ГОСТ 9012 Диаметры отпечатков в таблице даны для испытания шариком D=10 мм при нагрузках P = 30D2 = 3000 кгс; P = 10D2 = 1000 кгс; P = 2,5D2 = 250 кгс. Для определения по таблице числа твердости при испытании шариком D=5 мм при нагрузках P = 30D2 = 750 кгс; P = 10D2 = 250 кгс; P = 2,5D2 = 62,5 кгс d5=2 d10. Для определения по таблице числа твердости при испытании шариком D=2,5 мм при нагрузках P = 30D2 = 187,5 кгс; P = 10D2 = 62,5 кгс; P = 2,5D2 = 15,6 кгс d2,5=4 d10. Например, при испытании шариком D=5 мм при нагрузке P = 30D2 = 750 кгс получен отпечаток диаметром d = 1,65 мм. Число твердости в таблице следует искать для d5=2 d10=2·1,65=3,30 мм, в итоге получим HB341. Аналогичный результат HB341 получим, если P=750 кгс, D=5 мм, d = 1,65 мм подставим в расчетную формулу для определения числа твердости по Бринеллю

Метод Роквелла ГОСТ 9013

Определение числа твёрдости по Роквеллу HR производится по результатам вдавливания индентора стандартного типа (конус или стальной шарик) в поверхность темплета или изделия. Твёрдость по Роквеллу – величина безразмерная.

15 слайд

Описание слайда:

* Метод Роквелла ГОСТ 9013 Определение числа твёрдости по Роквеллу HR производится по результатам вдавливания индентора стандартного типа (конус или стальной шарик) в поверхность темплета или изделия. Твёрдость по Роквеллу – величина безразмерная.

Твердомер Роквелла ТК-2



Техническая характеристика:
Шкала «А» для очень твёрдых материалов HRA 70-85
Шкала «В» для мягких материалов HRB 25-100
Шкала «С» для материалов средней твёрдости HRC 25-67

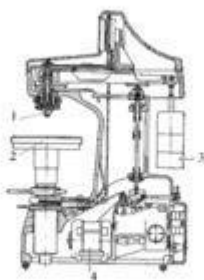
1 – предметный столик;
2 – оправка с индентором;
3 – грузы; 4 – маховик;
5 – барабан; 6 – клавиша;
7 – индикатор со стрелками.

16 слайд

Описание слайда:

* Твердомер Роквелла ТК-2 1 – предметный столик; 2 – оправка с индентором; 3 – грузы; 4 – маховик; 5 – барабан; 6 – клавиша; 7 – индикатор со стрелками. Техническая характеристика: Шкала «А» для очень твёрдых материалов HRA 70-85 Шкала «В» для мягких материалов HRB 25-100 Шкала «С» для материалов средней твёрдости HRC 25-67

Схема твердомера Роквелла



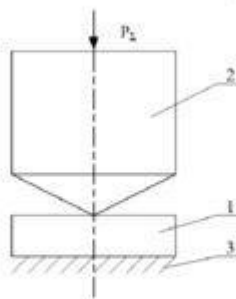
1 – оправка с индентором, 2 – предметный столик,
3 – грузы, 4 – электродвигатель

17 слайд

Описание слайда:

* Схема твердомера Роквелла 1 – оправка с индентором, 2 – предметный столик, 3 – грузы, 4 – электродвигатель

Схема испытаний конусом



1 – образец (темплет), 2 – индентор, 3 – предметный столик

18 слайд

Описание слайда:

* Схема испытаний конусом 1 – образец (темплет), 2 – индентор, 3 – предметный столик

Условия испытаний по методу Роквелла

HRA: алмазный конус $\alpha=120^\circ$; $P_1=600$ Н (60 кгс); сплавы высокой твёрдости (металлокерамические инструментальные сплавы, литые высокоуглеродистые сплавы и др.). HRA=70-85.
HRB: стальной закаленный шарик $D=0,0625$ in $\approx 1,59$ мм; $P_1=1000$ Н (100 кгс); сплавы низкой твёрдости (подшипниковые, цветные конструкционные, отожженные стали и др.). HRB=25-100.
HRC: алмазный или твердосплавный конус $\alpha=120^\circ$; $P_1=1500$ Н (150 кгс); сплавы средней твёрдости (стали после закалки и отпуска и др.). HRC=20-67.

19

19 слайд

Описание слайда:

* Условия испытаний по методу Роквелла HRA: алмазный конус $\alpha=120^\circ$; $P_1=600$ Н (60 кгс); сплавы высокой твёрдости (металлокерамические инструментальные сплавы, литые высокоуглеродистые сплавы и др.). HRA=70-85. HRB: стальной закаленный шарик $D=0,0625$ in $\approx 1,59$ мм; $P_1=1000$ Н (100 кгс); сплавы низкой твёрдости (подшипниковые, цветные конструкционные, отожженные стали и др.). HRB=25-100. HRC: алмазный или твердосплавный конус $\alpha=120^\circ$; $P_1=1500$ Н (150 кгс); сплавы средней твёрдости (стали после закалки и отпуска и др.). HRC=20-67.

Материал темплетов

Марки материалов (обработка)	Число твёрдости	Применение
65Г, 45, 35 (закалка+отпуск)	HRC 40-55	Конструкционные сплавы
У8, У13 (закалка+отпуск)	HRC 50-65	Режущий и деформирующий инструмент
ХВГ(закалка+отпуск)		
Р18, Х12М, ХВГ(закалка+отпуск)	HRC 65	Тела качения и кольца подшипников качения
ШХ15(закалка+отпуск)	HRC 65	
ВК3, ВК15, Т15К6, ТТ8К6, Т5К10, ТТ7К12	HRA85-90	Пластинки для армирования режущего инструмента
250Х38, 320Х23Г2С2Т, 370Х7Г7С	HRA85	Наплавочные материалы

20

20 слайд

Описание слайда:

* Материал темплетов Марки материалов (обработка) Число твёрдости Применение 65Г, 45, 35 (закалка+отпуск) HRC 40-55 Конструкционные сплавы У8, У13 (закалка+отпуск) HRC 50-65 Режущий и деформирующий инструмент ХВГ(закалка+отпуск) Р18, Х12М, ХВГ(закалка+отпуск) HRC 65 ШХ15(закалка+отпуск) HRC 65 Тела качения и кольца подшипников качения ВК3, ВК15, Т15К6, ТТ8К6, Т5К10, ТТ7К12 HRA85-90 Пластинки для армирования режущего инструмента 250Х38, 320Х23Г2С2Т, 370Х7Г7С HRA85 Наплавочные материалы

Последовательность действий при проведении испытаний



21 слайд

Описание слайда:

* Последовательность действий при проведении испытаний 1 – приложение предварительной нагрузки $P_0 = 10$ кгс вращением маховика (малая стрелка совмещается с красной точкой на шкале прибора); 2 – установка большой стрелки на «0» вращением барабана; 3 – приложение основной нагрузки P_1 нажатием клавиши; 4 – выдержка при суммарной нагрузке P_2 2-4 с производится автоматически; 5 – считывание результата: HRA, HRC по чёрной шкале; HRB по красной шкале.

Метод Виккерса ГОСТ 2999

Измерение твёрдости по Виккерсу основано на вдавливании алмазного индентора в форме правильной четырёхгранной пирамиды с углом при вершине 136° в темплет (изделие) под действием нагрузки P и измерении диагоналей отпечатка, оставшегося на поверхности образца после снятия нагрузки. Твёрдость по Виккерсу обозначается HV и имеет размерность МПа или кгс/мм².

22 слайд

Описание слайда:

* Метод Виккерса ГОСТ 2999 Измерение твёрдости по Виккерсу основано на вдавливании алмазного индентора в форме правильной четырёхгранной пирамиды с углом при вершине 136° в темплет (изделие) под действием нагрузки P и измерении диагоналей отпечатка, оставшегося на поверхности образца после снятия нагрузки. Твёрдость по Виккерсу обозначается HV и имеет размерность МПа или кгс/мм².

Твердомер Виккерса



Нагрузки Н (кгс):
10 (1); 20 (2); 50 (5); 100 (10); 200 (20); 300 (30); 500 (50); 1000 (100).

Материалы:
чёрные и цветные металлы и сплавы.

Пределы измеряемого показателя
HV 80 ... 20000 МПа (8 ... 2000 кгс/мм²)

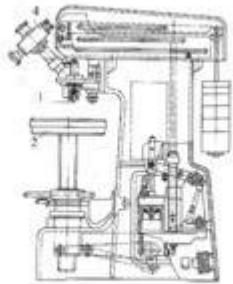
23

23 слайд

Описание слайда:

* Твердомер Виккерса Нагрузки Н (кгс): 10 (1); 20 (2); 50 (5); 100 (10); 200 (20); 300 (30); 500 (50); 1000 (100). Материалы: чёрные и цветные металлы и сплавы. Пределы измеряемого показателя HV 80 ... 20000 МПа (8 ... 2000 кгс/мм²)

Схема твердомера Виккерса



1 – узел индентора, 2 – предметный столик, 3 – грузы
4 – отсчетное устройство

24

24 слайд

Описание слайда:

* Схема твердомера Виккерса 1 – узел индентора, 2 – предметный столик, 3 – грузы 4 – отсчётное устройство

Ранжирование материалов по твёрдости

Количественное сравнение материалов по твёрдости возможно только в пределах одной шкалы. При необходимости сравнить между собой твёрдость HB, HRA, HRB, HRC используется универсальный показатель твёрдости HV. Для перехода к HV можно использовать или уравнения регрессии или переводные таблицы.

25

25 слайд

Описание слайда:

* Ранжирование материалов по твёрдости Количественное сравнение материалов по твёрдости возможно только в пределах одной шкалы. При необходимости сравнить между собой твёрдость HB, HRA, HRB, HRC используется универсальный показатель

твёрдости HV. Для перехода к HV можно использовать или уравнения регрессии или переводные таблицы.

Переход к HV по уравнениям регрессии

$$HV(HB) = 50 + 0,482301HB + 0,001149HB^2$$

$$HV(HRA) = 2331 - 81,4776HRA + 0,7657HRA^2$$

$$HV(HRB) = 252 - 5,7681HRB + 0,0561HRB^2$$

$$HV(HRC) = 318 - 10,527673HRC + 0,304221HRC^2$$

Уравнения регрессии получены обработкой данных по твердости сталей и сплавов. Интервалы изменения аргумента: HB =75-712 кгс/мм²; HRA=50-85; HRB=55-100; HRC =18-66.

26 слайд

Описание слайда:

* Переход к HV по уравнениям регрессии Уравнения регрессии получены обработкой данных по твердости сталей и сплавов. Интервалы изменения аргумента: HB =75-712 кгс/мм²; HRA=50-85; HRB=55-100; HRC =18-66.

Переход к HV по переводной таблице

HV	HB	HRA	HRC	HRB	HV	HB	HRA	HRC	HRB
1220	782	89	72	—	294	290	66,0	31,0	—
1016	712	85,1	66,4	—	286	283	65,6	30,1	—
951	688	84,3	65,0	—	278	275	65,2	29,0	—
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
490	451	74,4	47,0	—	164	166	53,9	—	85
473	438	73,8	45,9	—	162	163	53,4	—	84,1
460	429	73,3	45,1	—	158	159	52,8	—	83
445	417	72,7	44,1	—	156	156	52,3	—	82,1
431	406	72,2	43,1	—	147	147	50,6	—	79
417	395	71,6	42,1	—	144	144	50,0	—	77,9
401	383	71,0	40,9	—	141	141	—	—	77
389	373	70,4	40,0	—	139	139	—	—	76
378	363	70,0	39,1	—	134	134	—	—	74,1
364	352	69,4	38,0	—	130	130	—	—	72,2

27 слайд

Описание слайда:

* Переход к HV по переводной таблице HV HB HRA HRC HRB HV HB HRA HRC HRB 1220 782 89 72 — 294 290 66,0 31,0 — 1016 712 85,1 66,4 — 286 283 65,6 30,1 — 951 688 84,3 65,0 — 278 275 65,2 29,0 — 490 451 74,4 47,0 — 164 166 53,9 — 85 473 438 73,8 45,9 — 162 163 53,4 — 84,1 460 429 73,3 45,1 — 158 159 52,8 — 83 445 417 72,7 44,1 — 156 156 52,3 — 82,1 431 406 72,2 43,1 — 147 147 50,6 — 79 417 395 71,6 42,1 — 144 144 50,0 — 77,9 401 383 71,0 40,9 — 141 141 — — 77 389 373 70,4 40,0 — 139 139 — — 76 378 363 70,0 39,1 — 134 134 — — 74,1 — 74,1 364 352 69,4 38,0 — 130 130 — — 72,2

Формула интерполяции для перевода $H_x \rightarrow HV_x$

$$HV_x = HV_1 + \frac{HV_2 - HV_1}{H_2 - H_1} \cdot (H_2 - H_x)$$

здесь H_x – значение твёрдости (HB_x , HRA_x , HRB_x , HRC_x), подлежащее ранжированию; H_1 , H_2 – интервал твёрдости ранжируемых показателей, внутри которого находится значение H_x (слайд 27); HV_x – искомое значение сравниваемого показателя $H_x \rightarrow HV_x$; HV_1 , HV_2 – табличные значения сравниваемого показателя твёрдости по Виккерсу ($H_1 \rightarrow HV_1$, $H_2 \rightarrow HV_2$), индекс 2 присвоен большему значению показателей твёрдости.

28

28 слайд

Описание слайда:

* Формула интерполяции для перевода $H_x \rightarrow HV_x$ здесь H_x – значение твёрдости (HB_x , HRA_x , HRB_x , HRC_x), подлежащее ранжированию; H_1 , H_2 – интервал твёрдости ранжируемых показателей, внутри которого находится значение H_x (слайд 27); HV_x – искомое значение сравниваемого показателя $H_x \rightarrow HV_x$; HV_1 , HV_2 – табличные значения сравниваемого показателя твёрдости по Виккерсу ($H_1 \rightarrow HV_1$, $H_2 \rightarrow HV_2$), индекс 2 присвоен большему значению показателей твёрдости.

Отожжённые стали: оценка твёрдость $\leftrightarrow$ предел прочности

Эмпирическая формула	Интервал изменения аргумента
$\sigma_B = 0,36 \cdot HB$, кгс/мм ²	$HB = 86-368$, кгс/мм ²
$\sigma_B = 10,885 \cdot e^{0,00088 \cdot HRB}$, кгс/мм ²	$HRB = 52-100$
$HB = 2,81 \cdot \sigma_B$, кгс/мм ²	$\sigma_B = 30-130$, кгс/мм ²
$HRB = 49,54 \cdot \ln \sigma_B + 117$	$\sigma_B = 34-83$, кгс/мм ²

29

29 слайд

Описание слайда:

* Отожжённые стали: оценка твёрдость $\leftrightarrow$ предел прочности Эмпирическая формула Интервал изменения аргумента , кгс/мм² $HB = 86-368$, кгс/мм², кгс/мм² $HRB = 52-100$, кгс/мм² $= 30-130$, кгс/мм² $= 34-83$, кгс/мм²

Закалённые стали: оценка твёрдость $\leftrightarrow$ предел прочности

Эмпирическая формула	Интервал изменения аргумента
$\sigma_B = 0,34 \cdot HB + 2$, кгс/мм ²	$HB = 177-450$, кгс/мм ²
$\sigma_B = 38,8 \cdot e^{0,0003HRC}$, кгс/мм ²	$HRC = 20-67$
$HB = 2,92 \cdot \sigma_B + 5$	$\sigma_B = 60-155$, кгс/мм ²
$HRC = 32,86 \cdot \ln \sigma_B - 120$	$\sigma_B = 77-310$, кгс/мм ²

30

30 слайд

Описание слайда:

* Закалённые стали: оценка твёрдость ↔ предел прочности Эмпирическая формула
Интервал изменения аргумента , кгс/мм² HB = 177–450, кгс/мм² , кгс/мм² HRC=20–67
=60–155, кгс/мм² =77–310, кгс/мм²

Спасибо за работу!

31 слайд

Описание слайда:

* Спасибо за работу!