Металлы

Учебные вопросы

1. Общие сведения и основные понятия.
2. Технология производства металлов.
3. Применение металлов в строительстве.

Общие сведения и основные понятия

1.1.Основные определения.
1.2.Классификация металлов и сплавов.
1.3.Строение и состав.
1.4.Сплавы металлов.
1.5.Основные свойства.

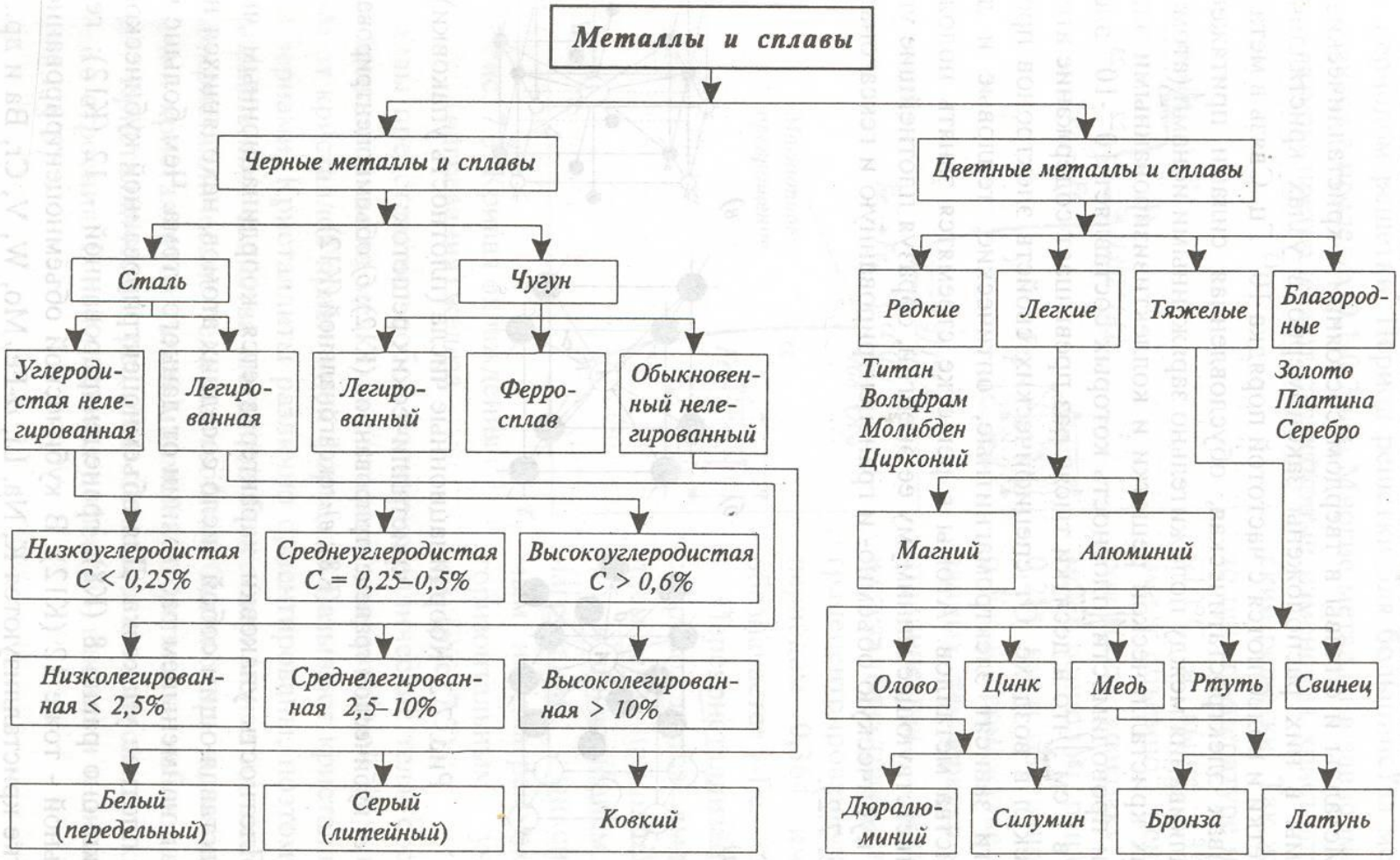


Рис. 7.1. Классификация металлов и сплавов

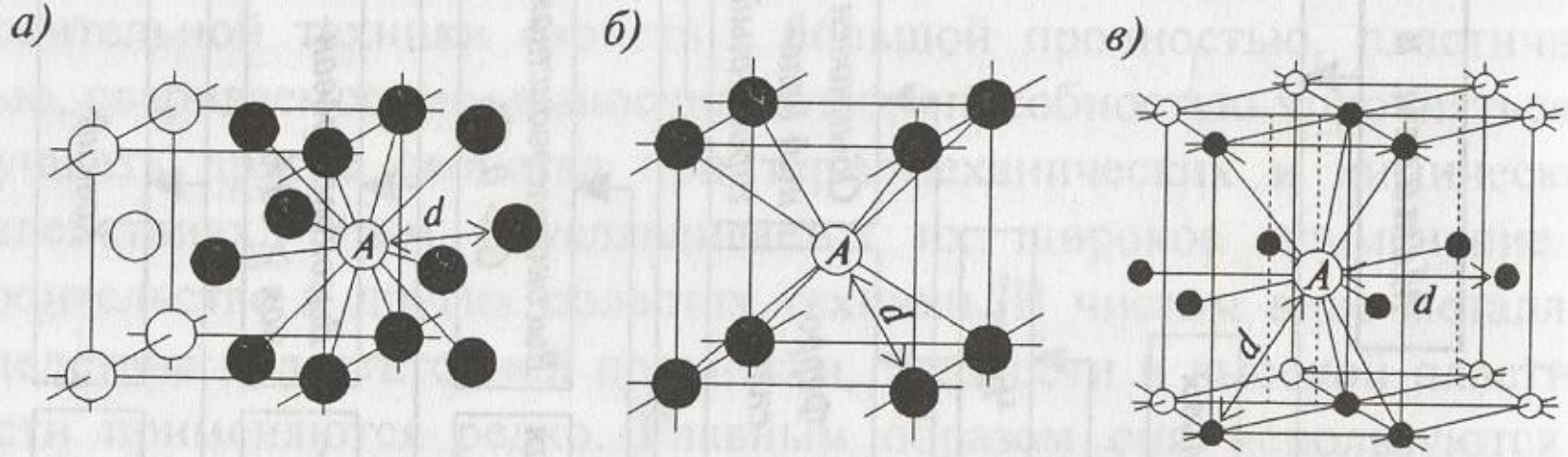


Рис. 7.2. Координационные числа (плотность упаковки) кристаллических решеток:
а) кубической гранецентрированной (К12); *б)* объемноцентрированной (К8); *в)* гексагональной (К12)

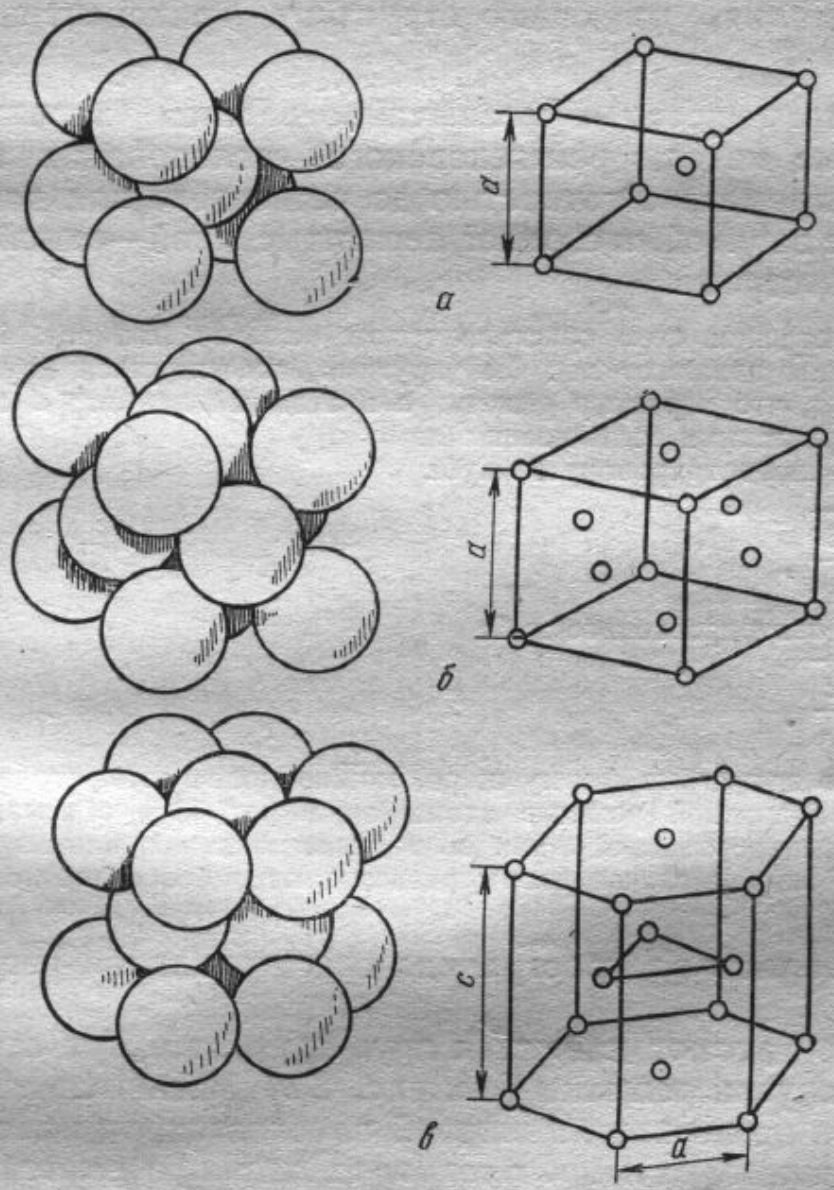


Рис. 4. Элементарные кристаллические ячейки:

а — кубическая объемноцентрированная; *б* — кубическая гранецентрированная; *в* — гексагональная плотноупакованная

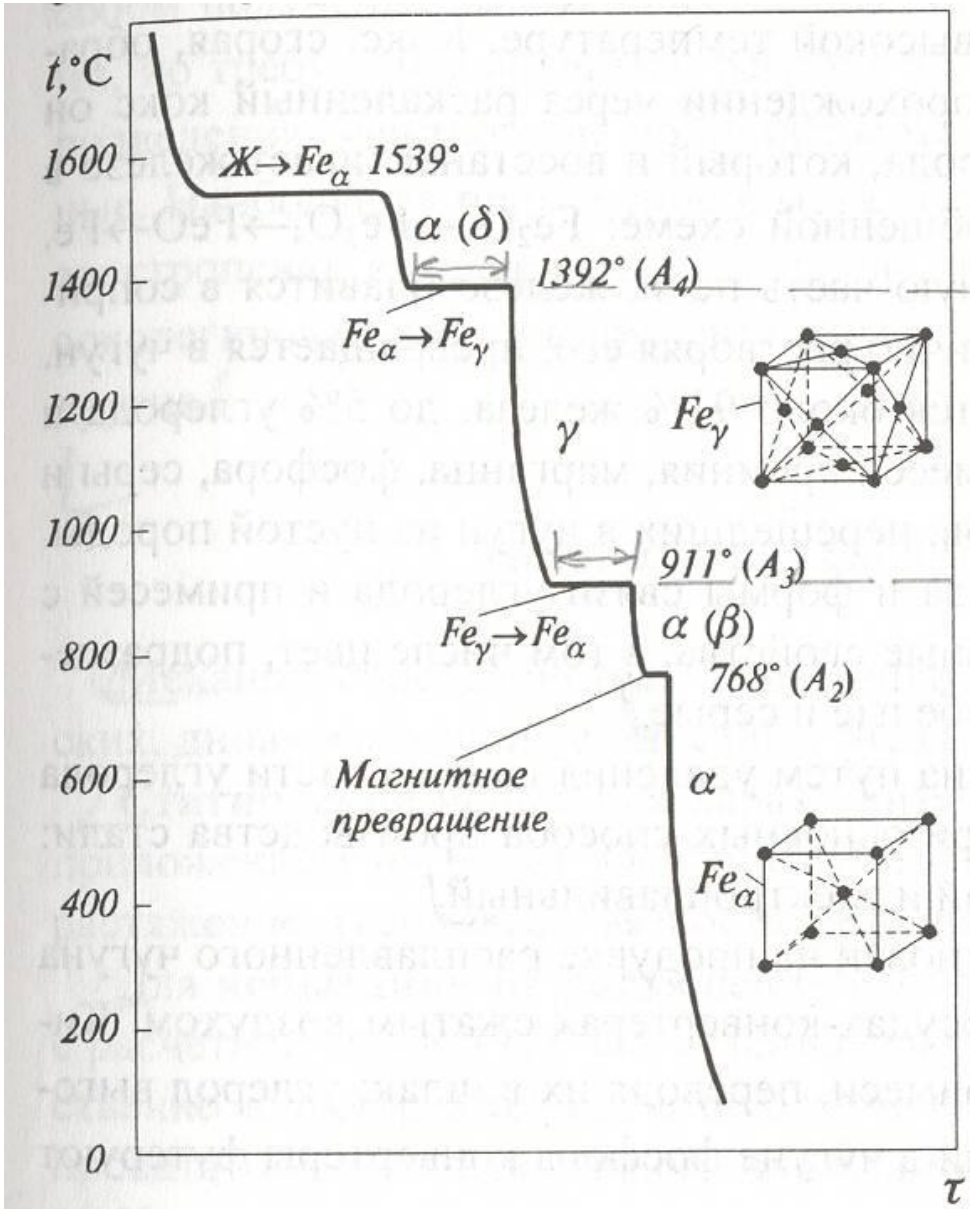


Рис. 7.3. Кривая охлаждения (нагревания) железа

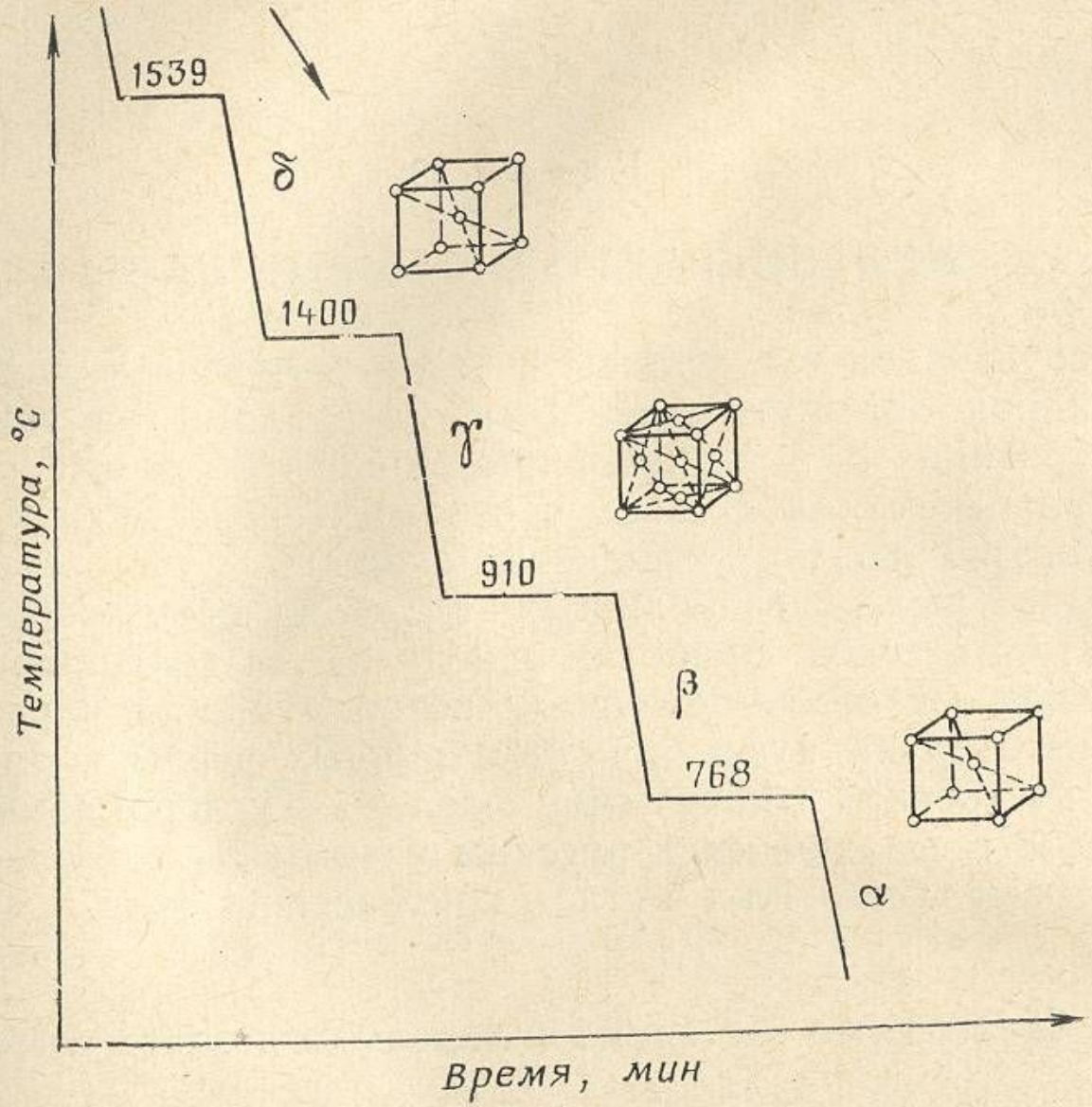


Рис. 3.1. Кривая охлаждения чистого железа

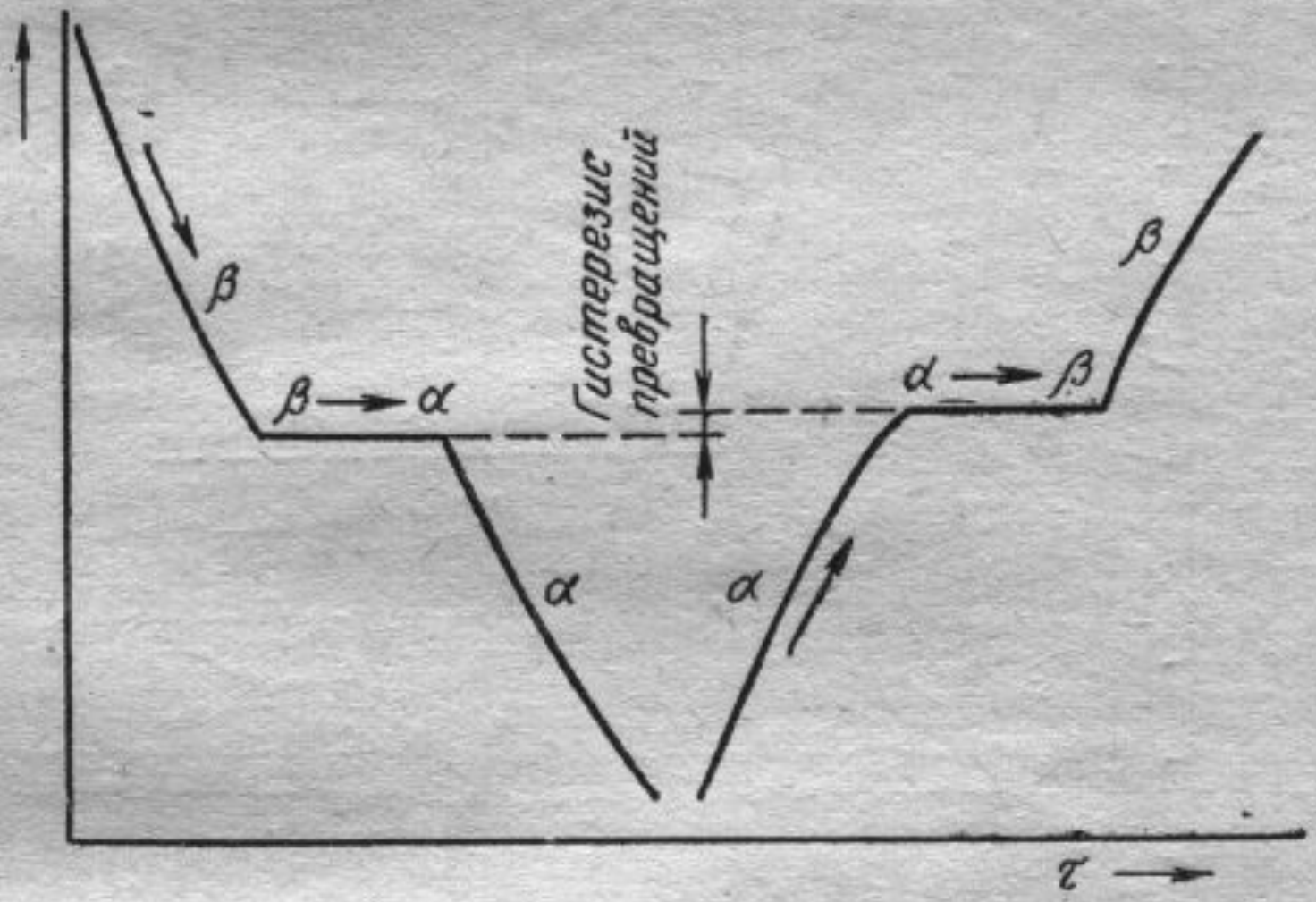


Рис. 37. Кривые охлаждения и нагрева металла, имеющего аллотропические превращения

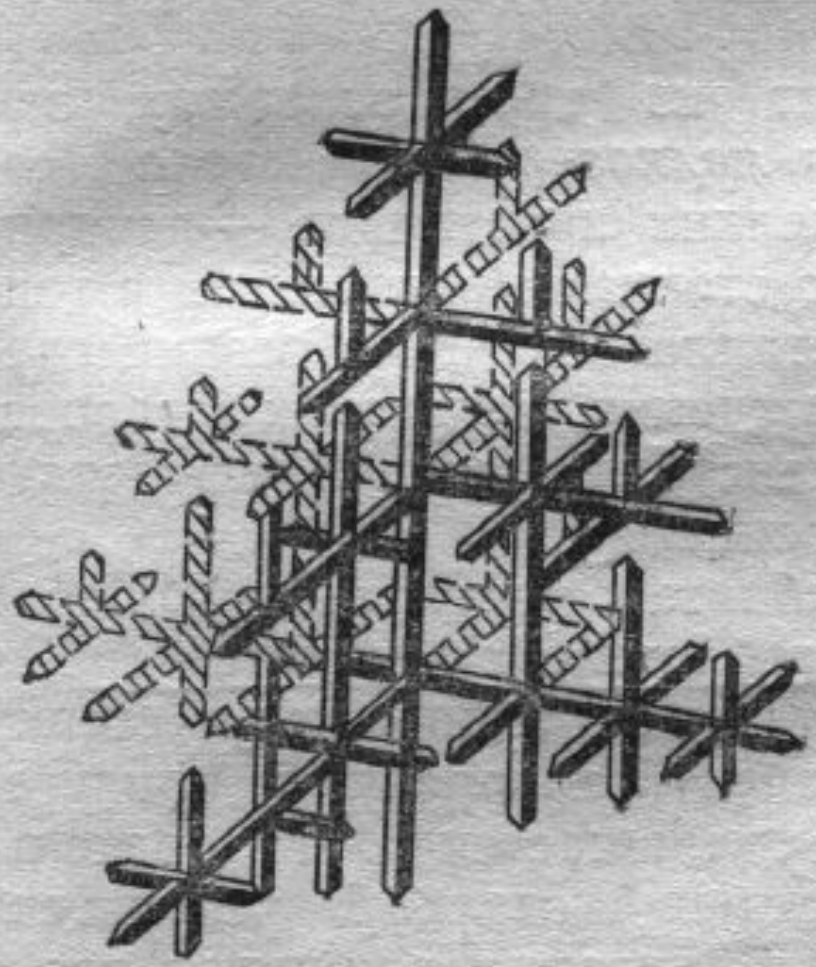


Рис. 31. Схема дендрита (Д. К. Чернов)

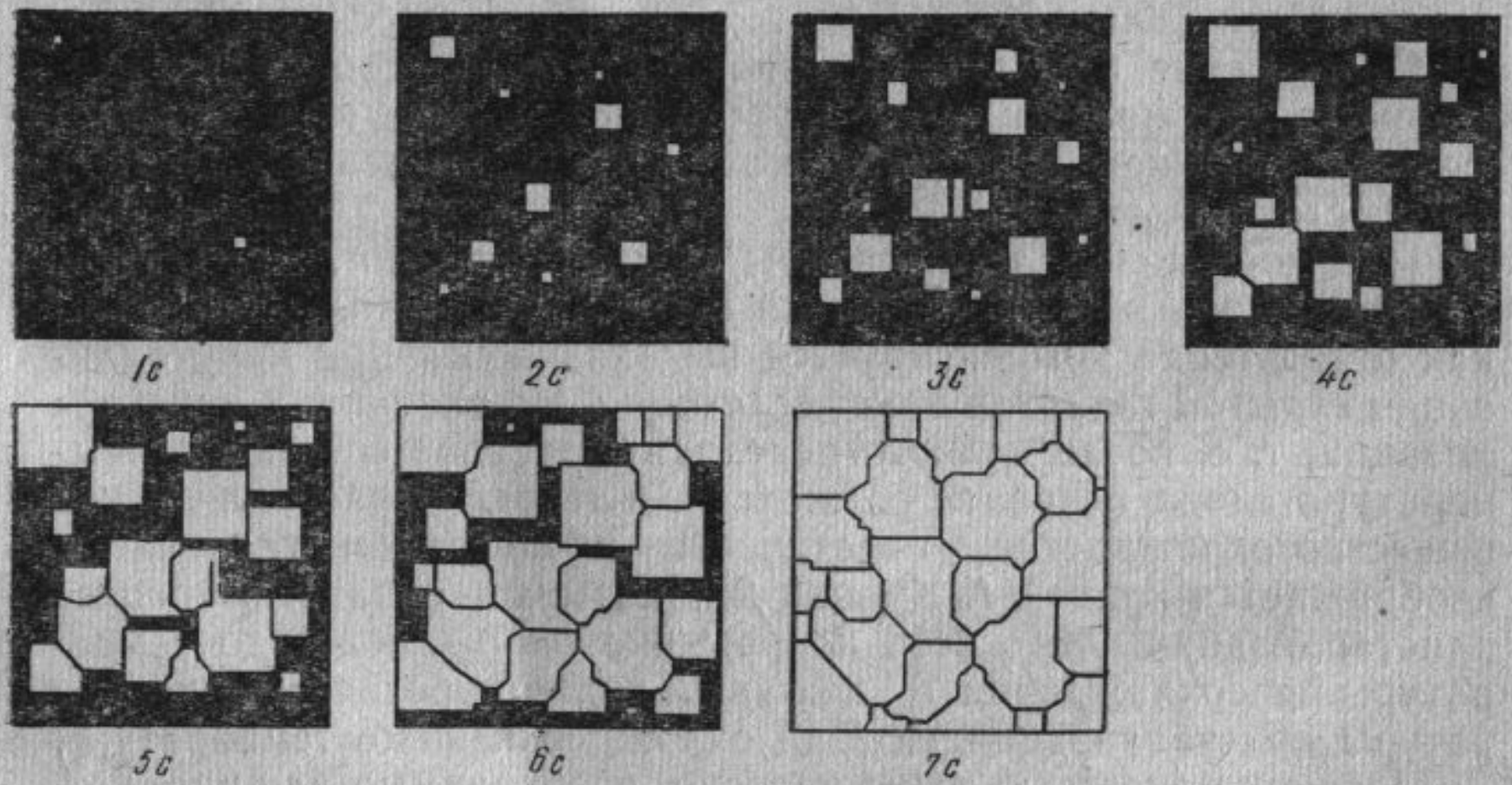


Рис. 27. Модель процесса кристаллизации (И. Л. Миркин)

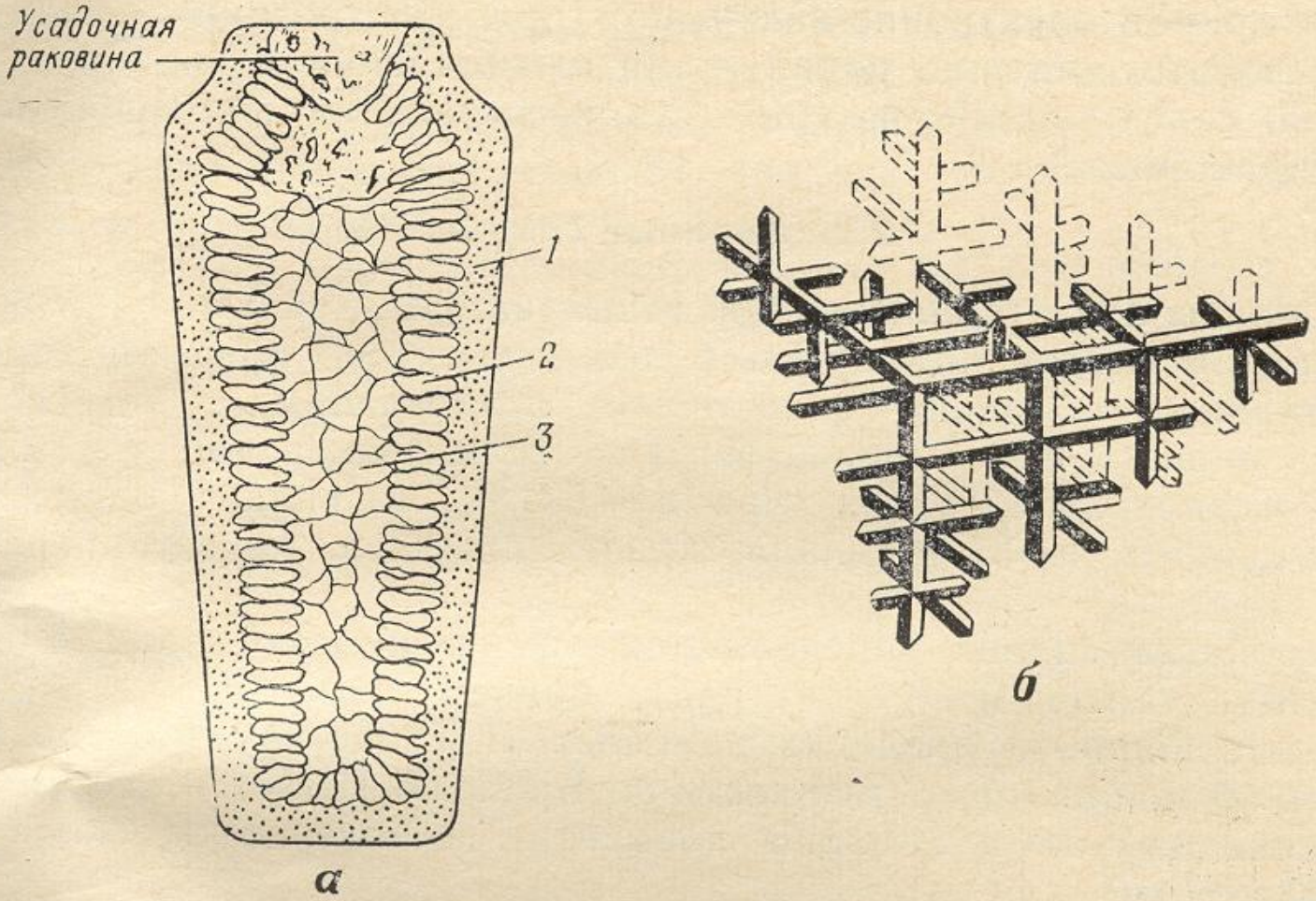
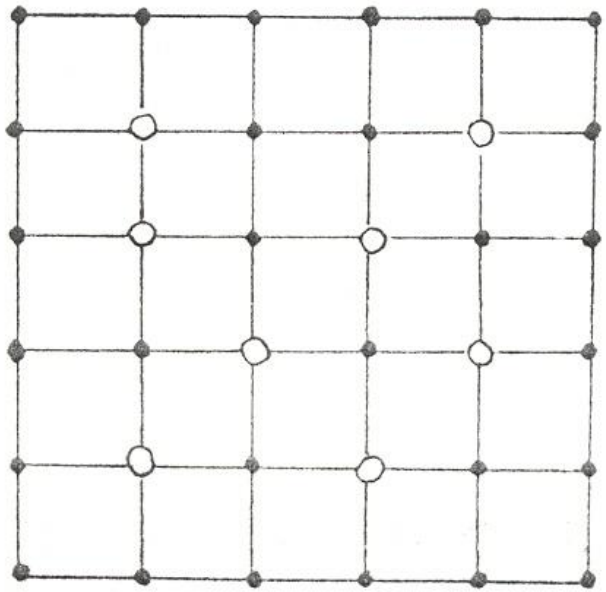
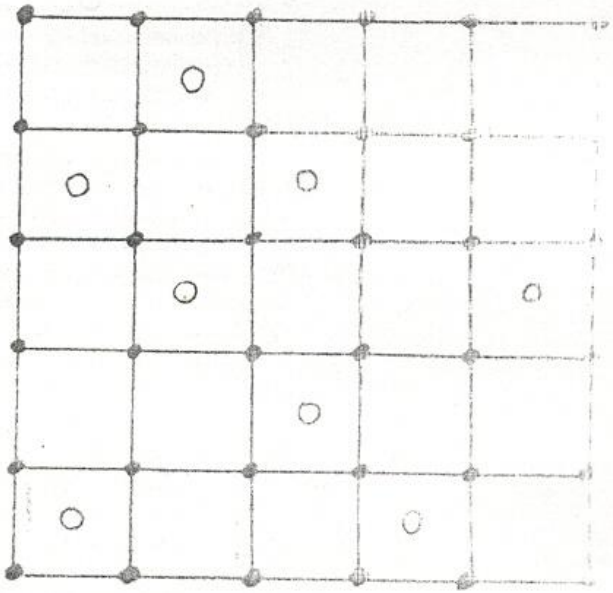


Рис. 2.5. Схема строения стального слитка:

а — макроструктура слитка; *б* — схема образования дендрита: *1* — зона мелких равноосных кристаллов; *2* — зона столбчатых кристаллов: *3* — зона крупных равноосных кристаллов



Замещение



Внедрение

Свойства металлов

- Физические
  - -плотность
  - - температура плавления
- Химические
- Механические
  - -прочность
  - -твёрдость
- Технологические

Физические свойства	Химические свойства	Механические свойства	Технологические свойства
Плотность	Коррозионная стойкость	Прочность	Свариваемость
Температура плавления	Жаропрочность	Упругость, пластичность	Ковкость, литейные свойства
Теплопровод-ность	Окалийно-стойкость	Вязкость	
Тепловое расширение	кислотоупорность	Выносливость, твёрдость	Обрабатываемость резанием
Электропровод-ность			
Магнитные свойства			

Некоторые свойства важнейших металлов

Элемент	Номер элемента в периодической системе	Кристаллическая решетка	Атомный радиус, Å	Плотность (при 20° С), г/см³	Температура плавления, °С	Температура кипения, °С	Коэффициент расширения (при 20° С) $\alpha \cdot 10^6$	Твердость *HB*
Be	4	Г12	1,13	1,82	1284	2970	12,2	140
Mg	12	Г12	1,60	1,74	651	1110	25,7	30
Al	13	К12	1,43	2,70	660	2500	23,1	20
Ti	22	Г12, К8	1,45	4,50	1660	3260	7,14	80
V	23	К8	1,36	5,96	1700	3000	8,3	260
Cr	24	К8	1,28	7,14	1850	2470	6,2	100
Mn	25	Сложная	1,31	7,46	1244	2150	22,1	200
Fe	26	К8, К12	1,27	7,86	1539	2880	11,5	70
Co	27	Г12, К12	1,26	8,9	1480	3135	12,5	50
Ni	28	К12	1,24	8,90	1455	3080	13,5	60
Cu	29	К12	1,28	8,92	1083	2300	16,5	35
Zn	30	Г6	1,37	7,14	419	907	32,5	35
Zr	40	Г12, К8	1,60	6,52	1860	3580	6,23	100
Nb	41	К8	1,47	8,5	2450	3700	7,2	80
Mo	42	К8	1,40	10,2	2625	4800	4,9	150
Ag	47	К12	1,44	10,5	960	1950	18,9	25
Sn	50	Алмаза К4	1,58	7,29	232	2430	46,6	5
W	74	К8	1,41	19,3	3410	5500	4,3	300
Au	79	К12	1,44	19,3	1063	2600	14,2	19
Hg	80	Г6	1,55	13,51	—38,9	357	—	—
Pb	82	К12	1,75	11,3	327	1750	28,1	4
U	92	Сложная	1,55	19,0	1133	3927	23	240

Таблица 1

Название сплава	Предел прочности при растяжении в *кг/мм²*	Удлинение $l = 5d$ в %	Твердость по Бринелю H_B	Примерное назначение
Техническое железо	23	30	90	Мембраны
Чугун серый	12—38	До 0,25	143—220	Отливки фасонные
Чугун высококачественный	30—60	0,5—10	170—262	Ответственные отливки
Сталь малоуглеродистая (мягкая)	32—70	11—28	100—130	Котельное железо, трубы, котлы
Сталь среднеуглеродистая (средней твердости)	50—70	12—16	170—200	Оси, шатуны, валы, рельсы
Сталь твердая после закалки и отпуска	110—140	6—9	500—600	Инструмент ударный и режущий
Бронза оловянистая	15—25	3—10	70—80	Детали, работающие на истирание и подверженные коррозии
Бронза алюминиевая	40—50	10	120	То же
Латунь однофазная	25—35	30—60	42—60	Патронно-гильзовое производство
Латунь двухфазная	35—45	30—40	—	Детали, изготовленные горячей штамповкой
Сплавы алюминия с кремнием	21—23	1—3	65—100	Детали в авиастроении
Сплавы магния	24—32	10—16	60—70	То же

Таблица 2

Физические свойства основных металлов и сплавов

Название металла	Удельный вес в *г/см³*	Температура плавления в °С	Электропроводность	Коэффициент теплопроводности в *ккал/м·сек*	Коэффициент линейного расширения 10^{-4}
Алюминий	2,70	658	34,3	0,504	0,238
Алюминиевые сплавы	2,6—2,9	—	—	0,20—0,42	0,21
Магний	1,74	650	23,2	0,376	0,260
Магниевые сплавы	1,8—1,81	—	—	0,18—0,32	0,264
Медь	8,93	1083	57,2	0,938	0,269
Латунь	8,5—8,85	—	—	0,25—0,58	0,18
Железо (чистое)	7,86	1539	10,0	—	0,093

Таблица 29

Механические свойства стали

Предел прочности $\sigma_в$, кгс/мм²	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, кгс/мм²	Относительное удлинение δ, %	Относительное сужение ψ, %	Ударная вязкость $a_{н_I}$, кгс·м/см²
После закалки и отпуска				
160	140	10	45	4—6
140	120	15	50	6—7
120	100	18	50	7—9
100	85	21	55	10—12
90	80	23	60	12—14
80	70	23	65	14—17
70	60	30	70	18—22
Без термической обработки (или одинарной термической обработки)				
100	60	6	15	1—2
90	55	10	18	2—3
80	55	14	22	3—6
70	45	18	30	5—10
60	40	22	40	8—12
50	35	30	55	10—15

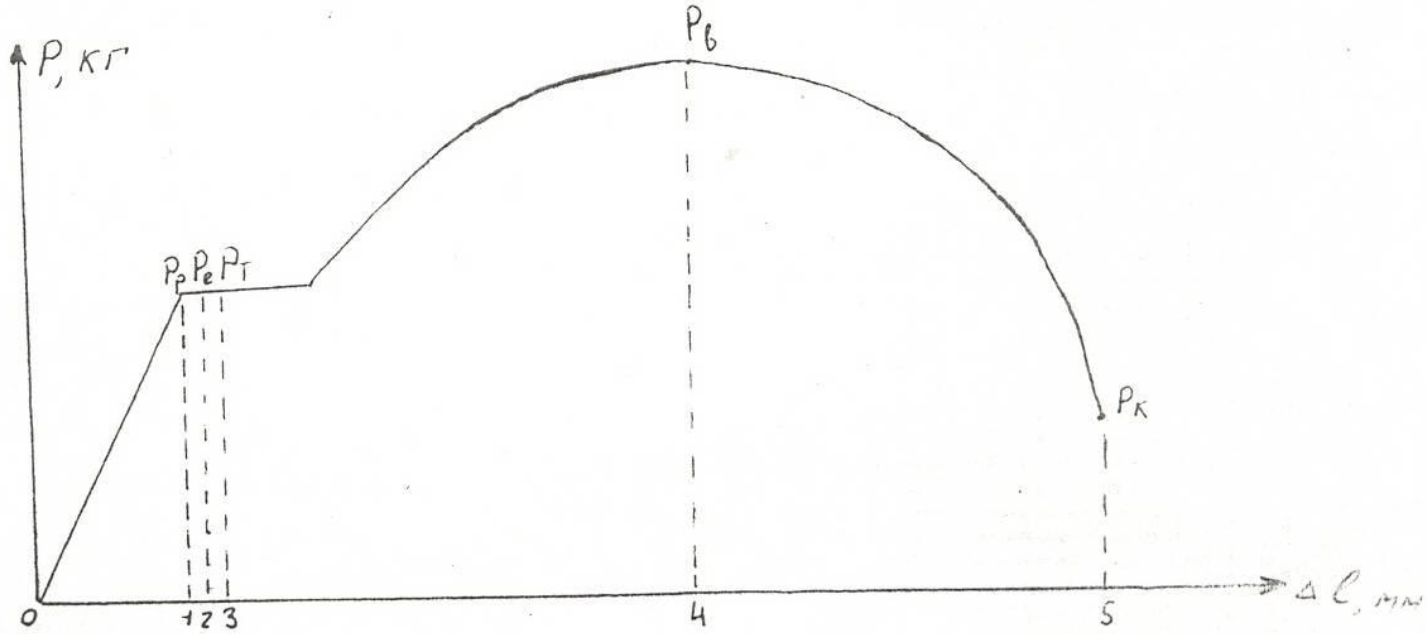


Диаграмма растяжения характеризует поведение металла или сплава за все время испытания. Рассмотрим характерные участки.

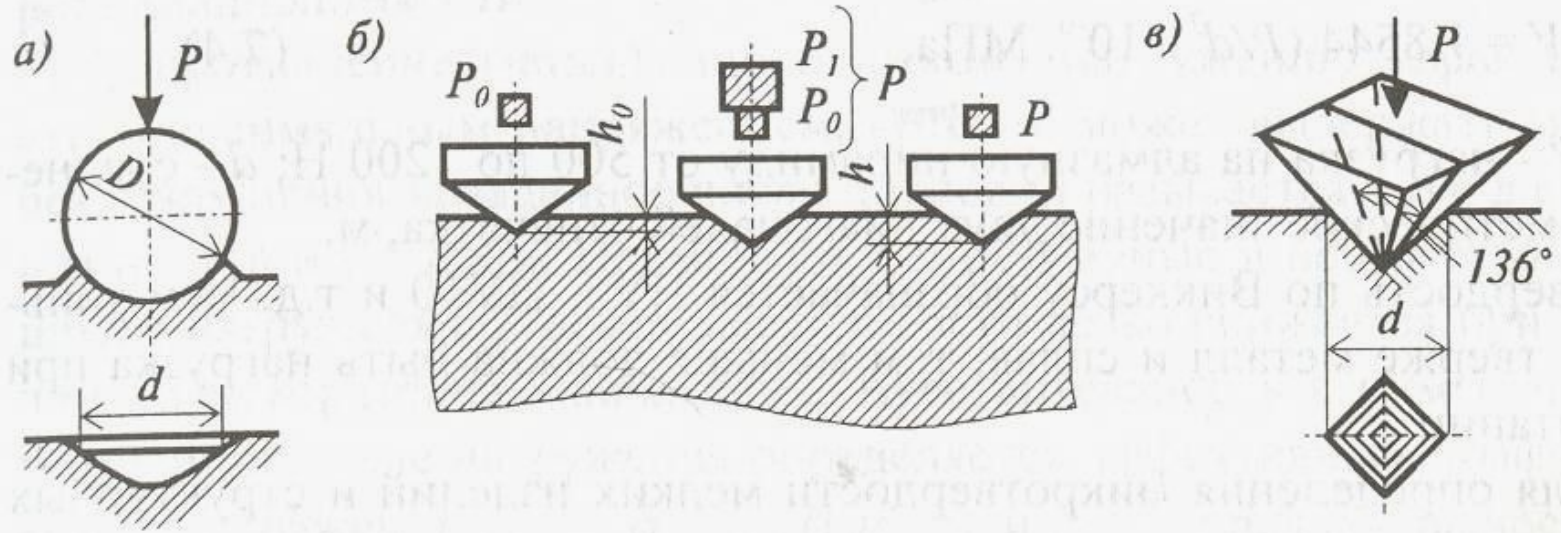


Рис.7.5. Схема определения твердости:
а) по Бринеллю; *б)* по Роквеллу; *в)* по Виккерсу

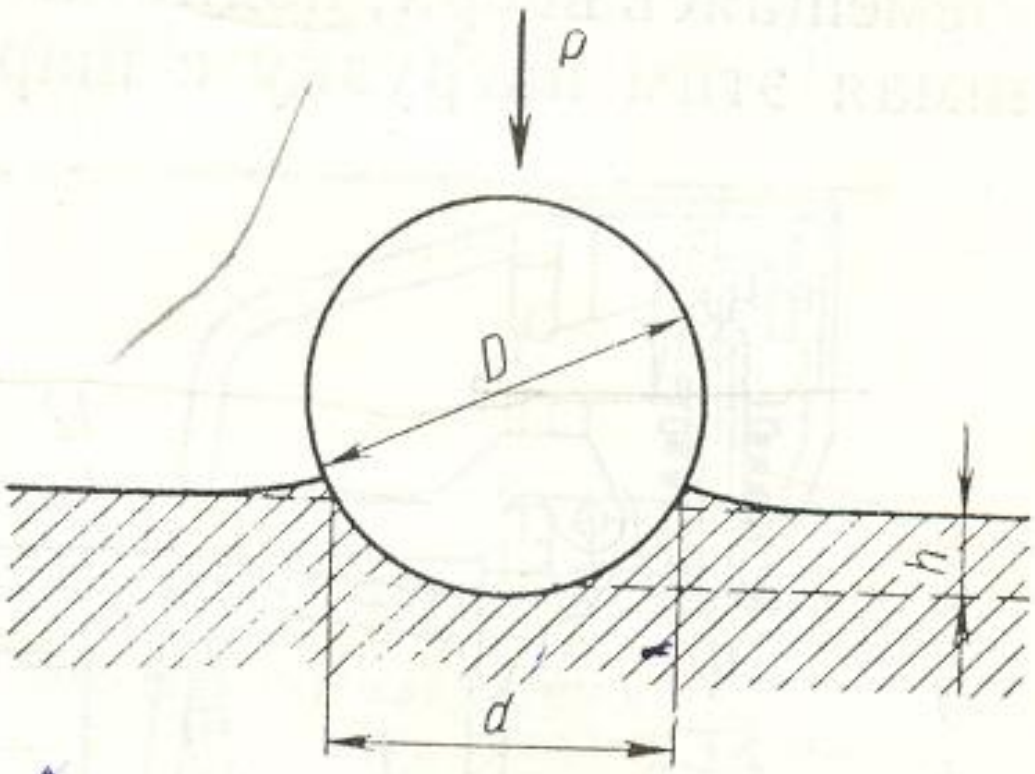


Рис. 8.1. Схема испытания на твердость по способу Бринеля

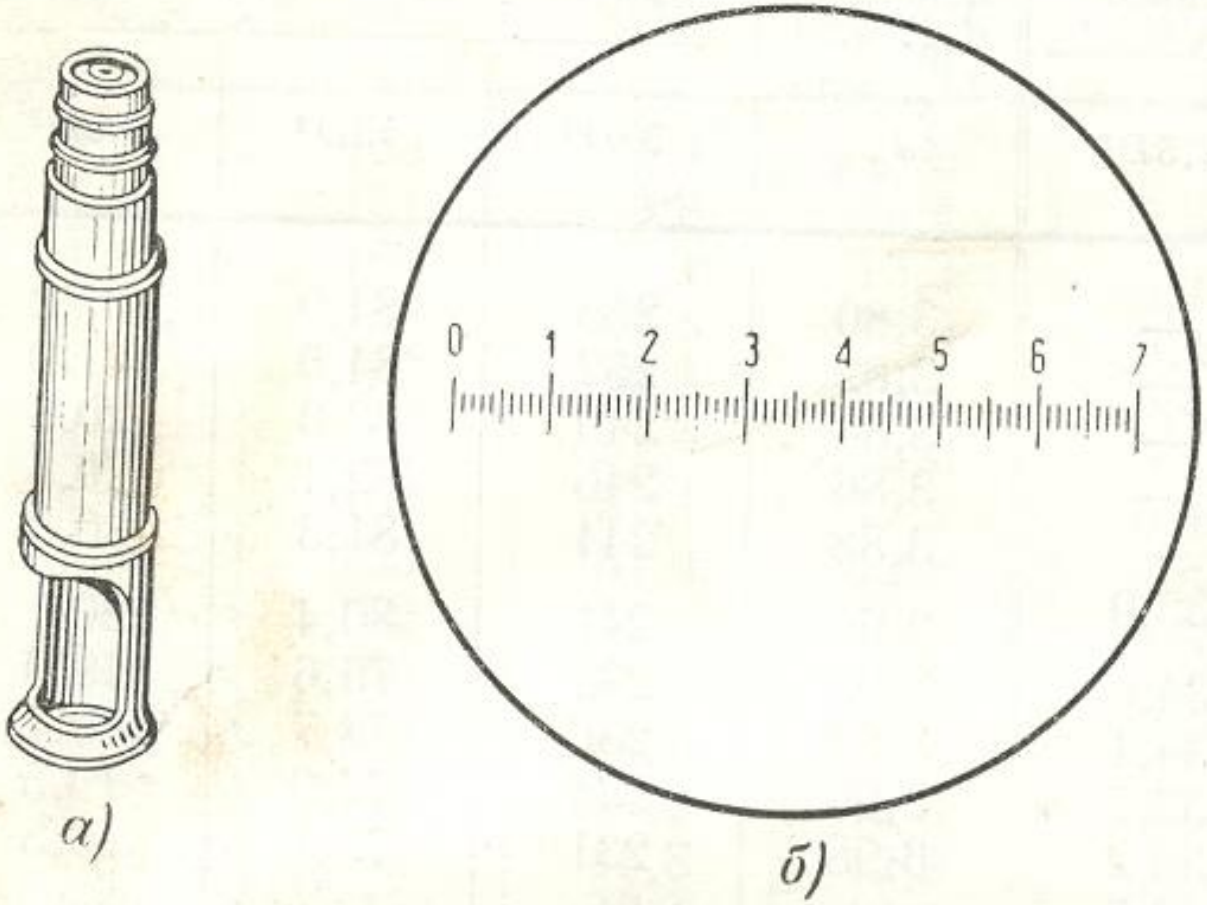


Рис. 8.3. Лупа для измерения отпечатков:
а — внешний вид; *б* — шкала лупы

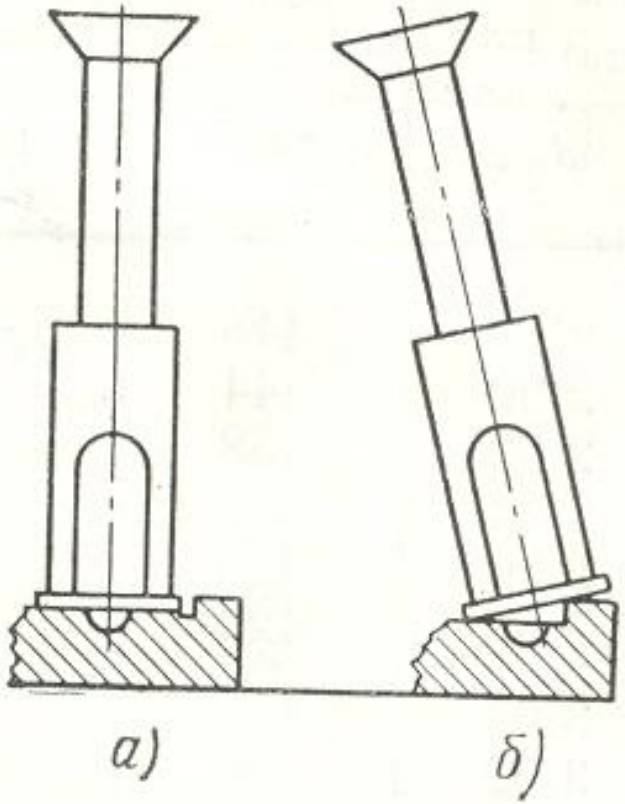


Рис. 8.4. Положение лупы при измерении отпечатка:

а — правильное положение;
б — неправильное положение

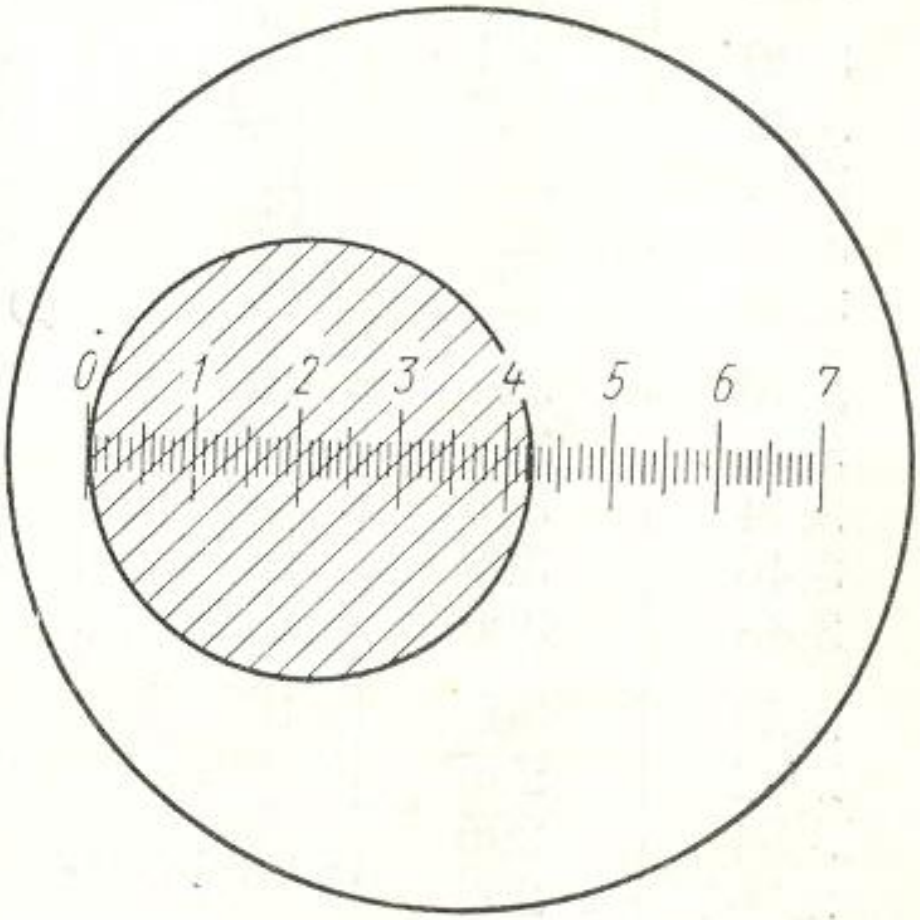


Рис. 8.5. Отсчет по шкале лупы

Протокол испытания на твердость по Бринелю

Толщина и материал образцов . . . . . .

Тип пресса . . . . . .

№ по пор.	Условия испытания (диаметр шарика в *мм* и нагрузка в *кГ*)	Диаметр отпечатка в *мм*			Твердость *НВ*			
		отпечаток			отпечаток			Среднее
		1-й	2-й	3-й	1-й	2-й	3-й	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
							К	

Таблица для определения чисел твердости *НВ* (по ГОСТу 9012—59)

Диаметр отпечатка d_{10}, или $2d_5$, или $4d_{2,5}$	Число твердости по Бринелю при нагрузке *P кГ*, равной			Диаметр отпечатка d_{10}, или $2d_5$, или $4d_{2,5}$	Число твердости по Бринелю при нагрузке *P кГ*, равной		
	$30D^2$	$10D^2$	$2,5D^2$		$30D^2$	$10D^2$	$2.5D^2$
2,89	448	—	—	3,80	255	84,9	21,2
2,90	444	—	—	3,82	252	84,0	21,0
2,92	438	—	—	3,84	249	83,0	20,8
2,94	432	—	—	3,86	246	82,1	20,5
2,96	426	—	—	3,88	244	81,3	20,3
2,98	420	—	35,0	3,90	241	80,4	20,1
3,00	415	—	34,6	3,92	239	79,6	19,9
3,02	409	—	34,1	3,94	236	78,7	19,7
3,04	404	—	33,7	3,96	234	77,9	19,5
3,06	398	—	33,2	3,98	231	77,1	19,3
3,08	393	—	32,7	4,00	229	76,3	19,1
3,10	388	129	32,3	4,02	226	75,5	18,9
3,12	383	128	31,9	4,04	224	74,7	18,7
3,14	378	126	31,5	4,06	222	73,9	18,5
3,16	373	124	31,1	4,08	219	73,2	18,3
3,18	368	123	30,7	4,10	217	72,4	18,1
3,20	363	121	30,3	4,12	215	71,7	17,9
3,22	359	120	29,9	4,14	213	71,0	17,7
3,24	354	118	29,5	4,16	211	70,2	17,6
3,26	350	117	29,2	4,18	209	69,5	17,4
3,28	345	115	28,8	4,20	207	68,8	17,2
3,30	341	114	28,4	4,22	204	68,2	17,0
3,32	337	112	28,1	4,24	202	67,5	16,9
3,34	333	111	27,7	4,26	200	66,8	16,7
3,36	329	110	27,4	4,28	198	66,2	16,5
3,38	325	108	27,1	4,30	197	65,5	16,4
3,40	321	107	26,7	4,32	195	64,9	16,2
3,42	317	106	26,4	4,34	193	64,2	16,1
3,44	313	104	26,1	4,36	191	63,6	15,9
3,46	309	103	25,8	4,38	189	62,9	15,8
3,48	306	102	25,5	4,40	187	62,4	15,6
3,50	302	101	25,2	4,42	185	61,8	15,5
3,52	298	99,5	24,9	4,44	184	61,2	15,3
3,54	295	98,3	24,6	4,46	182	60,6	15,2
3,56	292	97,2	24,3	4,48	180	60,1	15,0
3,58	288	96,1	24,0	4,50	179	59,5	14,9
3,60	285	95,0	23,7	4,52	177	59,0	14,7
3,62	282	93,9	23,5	4,54	175	58,4	14,6
3,64	278	92,8	23,2	4,56	174	57,9	14,5
3,66	275	91,8	22,9	4,58	172	57,3	14,3
3,68	272	90,7	22,7	4,60	170	56,8	14,2
3,70	269	89,7	22,4	4,62	169	56,3	14,1
3,72	266	88,7	22,2	4,64	167	55,8	13,9
3,74	263	87,7	21,9	4,66	166	55,3	13,8
3,76	260	86,8	21,7	4,68	164	54,8	13,7
3,78	257	85,8	21,5				

Соотношение чисел твердости, определенных различными методами

Диаметр отпечатка *d* в *мм*	При испытании вдавливанием				
	стального шарика 10/3000 (на приборе типа Бринеля) *HB*	алмазного конуса или стального шарика (на приборе типа Роквелла), при различных нагрузках			алмазной пирамиды (на приборе типа Виккерса) *HV*
		150 *кГ* (конус) *HRC*	60 *кГ* (конус) *HRA*	100 *кГ* (шарик) *HRB*	
2,20	780	72	84	—	1124
2,25	745	70	83	—	1116
2,30	712	68	82	—	1022
2,35	682	66	81	—	941
2,40	653	64	80	—	868
2,45	627	62	79	—	804
2,50	601	60	78	—	746
2,55	578	58	78	—	694
2,60	555	56	77	—	650
2,65	534	54	76	—	606
2,70	514	52	75	—	587
2,75	495	50	74	—	551
2,80	477	49	74	—	534
2,85	461	48	73	—	502
2,90	444	46	73	—	474
2,95	429	45	72	—	460
3,00	415	43	72	—	435
3,05	401	42	71	—	423
3,10	388	41	71	—	401
3,15	375	40	70	—	390
3,20	363	39	70	—	380
3,25	352	38	69	—	361
3,30	341	36	68	—	344
3,35	331	35	67	—	334
3,40	321	33	67	—	320
3,45	311	32	66	—	311
3,50	302	31	66	—	303
3,55	293	30	65	—	292
3,60	285	29	65	—	285
3,65	277	28	64	—	278
3,70	269	27	64	—	270
3,75	262	26	63	—	261
3,80	255	25	63	—	255
3,85	248	24	62	—	249
3,90	241	23	62	102	240
3,95	235	21	61	101	235
4,00	229	20	61	100	228
4,05	223	19	60	99	222
4,10	217	17	60	98	217
4,15	212	15	59	97	213
4,20	207	14	59	95	208
4,25	201	13	58	94	201
4,30	197	12	58	93	197
4,35	192	11	57	92	192
4,40	187	9	57	91	186
4,45	183	8	56	90	183
4,50	179	7	56	90	178

Технология производства металлов

2.1. Чугун - домна

Сталь: -мартен

-конвертор

-электропечи

2.2.Термообработка:

-сущность

-виды

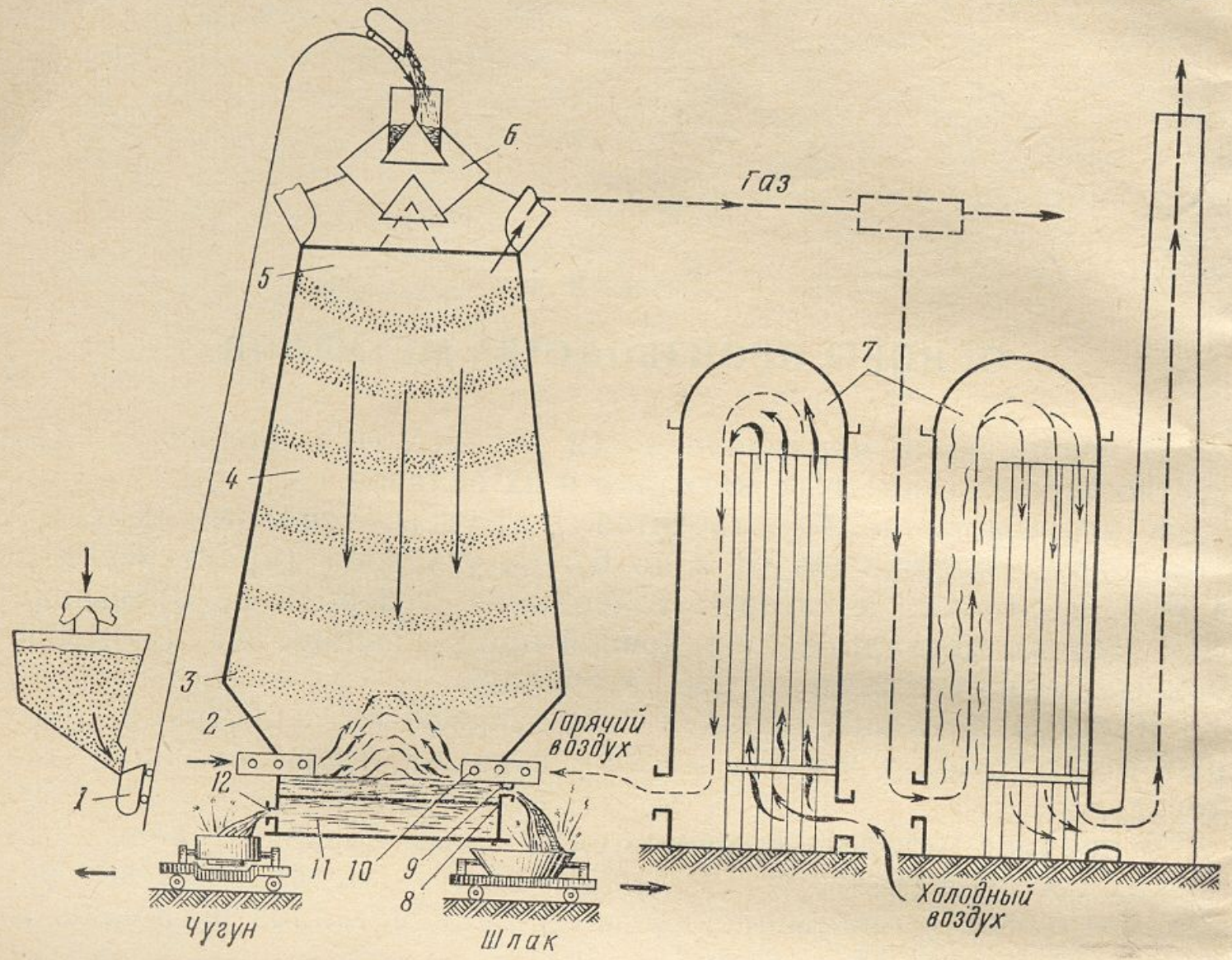
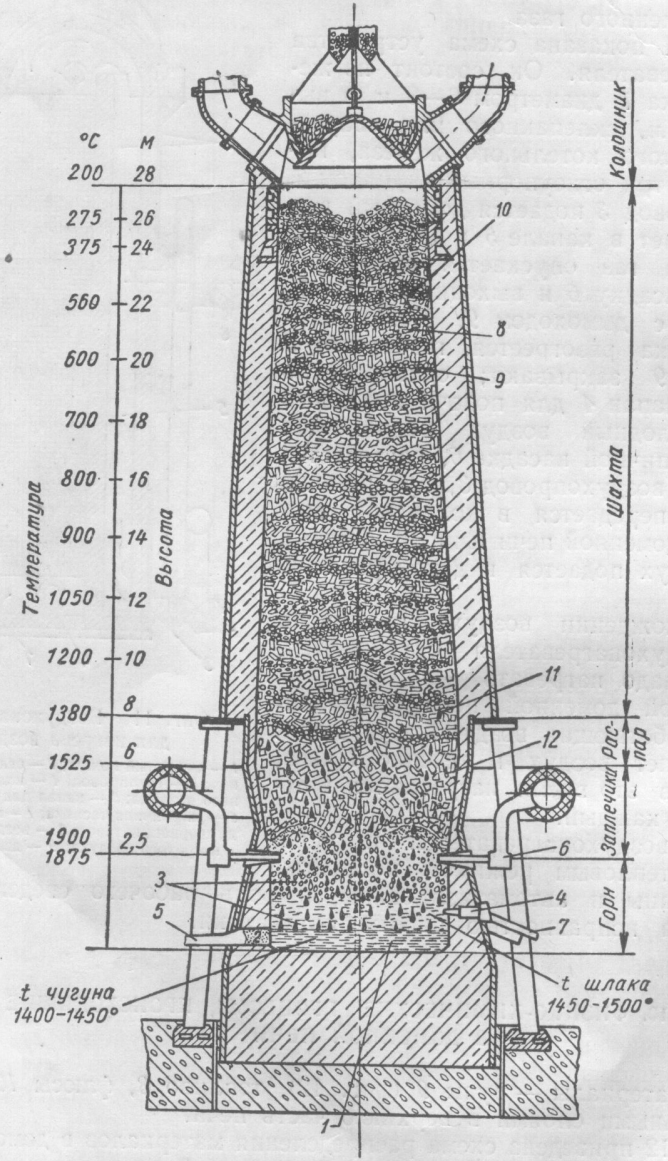


Рис. 1.1. Схема доменной печи:

1 — вагонетка; *2* — заплечики; *3* — распар; *4* — шахта; *5* — колошник; *6* — загрузочное устройство; *7* — кауперы; *8* — горн; *9* — шлаковая летка; *10* — фурмы; *11* — лещадь; *12* — чугунная летка



Фиг. 12. Схема распределения шихтовых материалов и температурных зон по высоте в типовой доменной печи:

1 — жидкий чугун; *2* — чугунная летка; *3* — жидкий шлак; *4* — шлаковая летка; *5* — желоб для выпуска чугуна; *6* — фурмы; *7* — желоб для выпуска шлака; *8* — топливо; *9* — руда; *10* — флюс; *11* — капли чугуна; *12* — капли шлака.

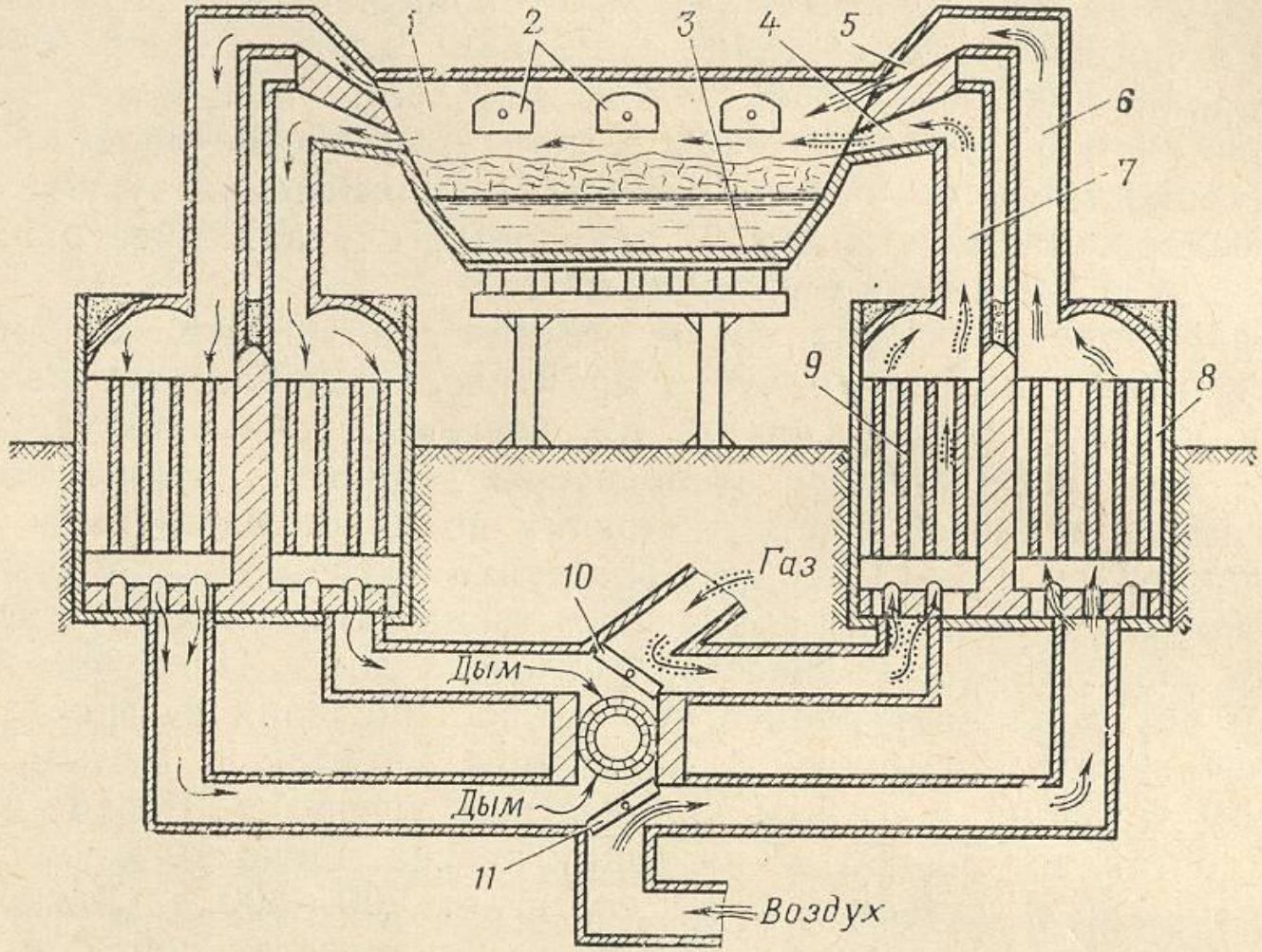


Рис. 1.4. Схема мартеновской печи:

1 — плавильное пространство; *2* — загрузочные окна; *3* — под печи; *4—7* — горизонтальные и вертикальные каналы для подачи газа и воздуха и отвода продуктов горения; *8*, *9* — насадки из огнеупорного кирпича; *10*, *11* — клапаны — перекидные устройства

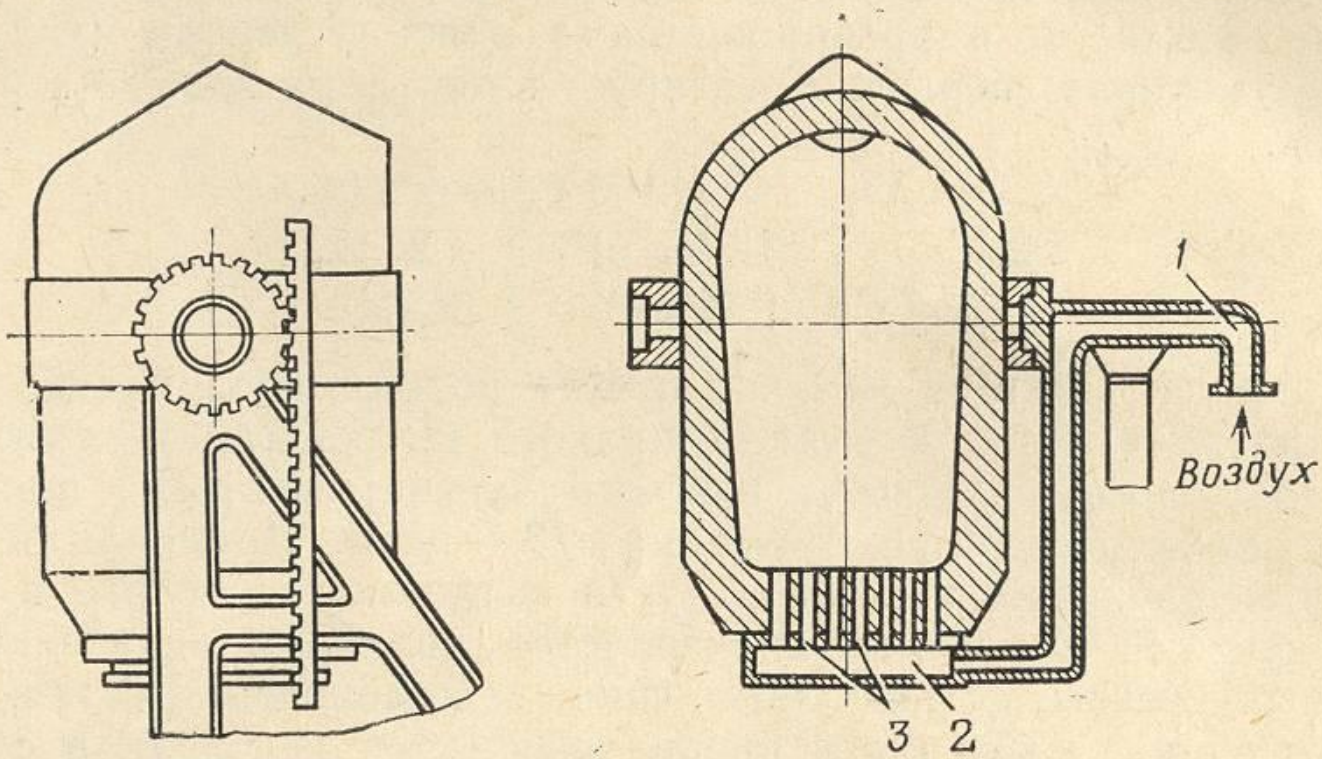


Рис. 1.2. Схема конвертора:

1 — воздухопровод; *2* — воздушная коробка; *3* — фурмы

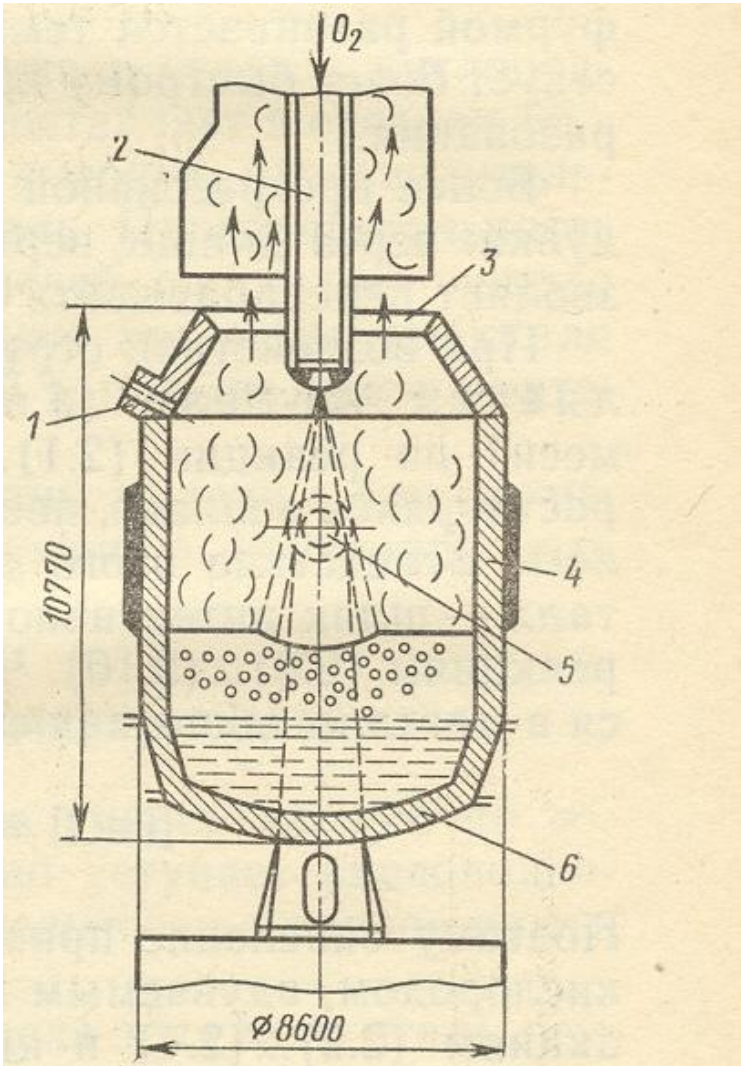


Рис. 2.2. Схема кислородного конвертера с рабочим объемом 270 м³

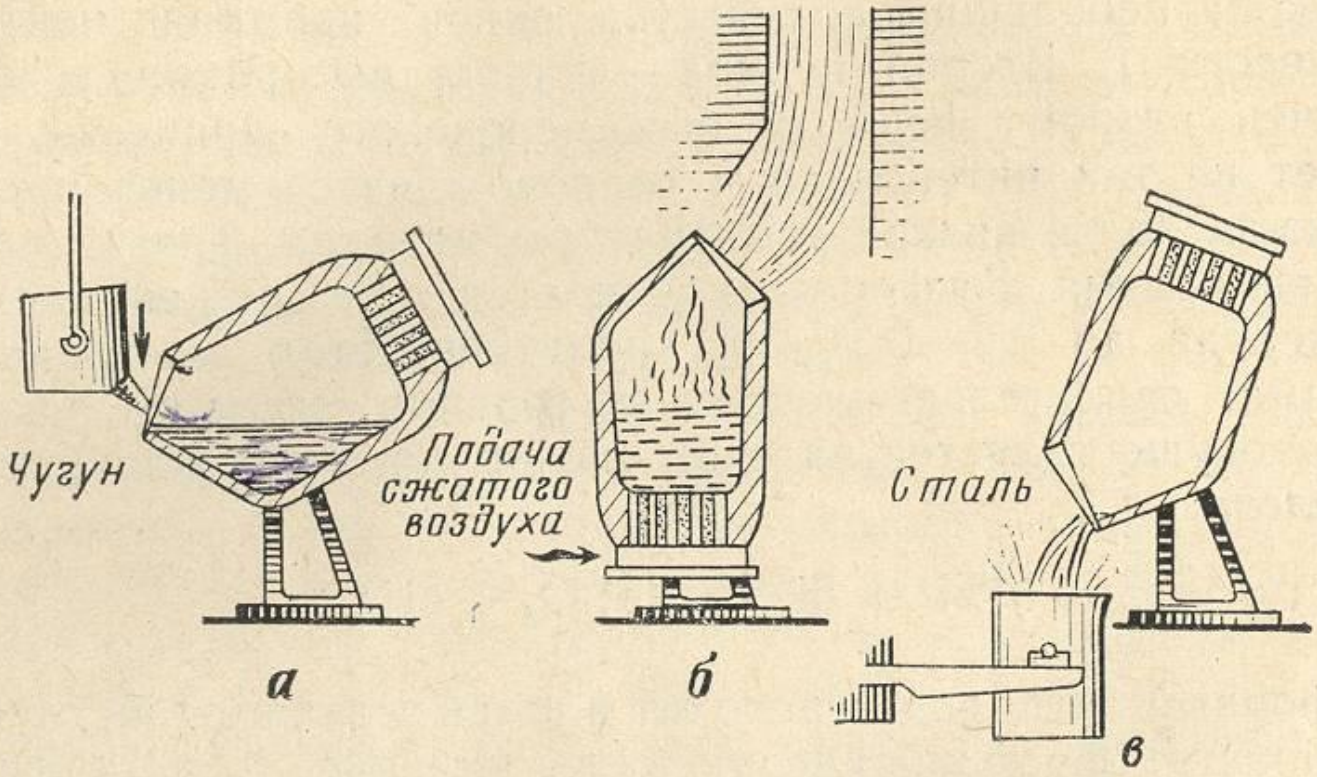
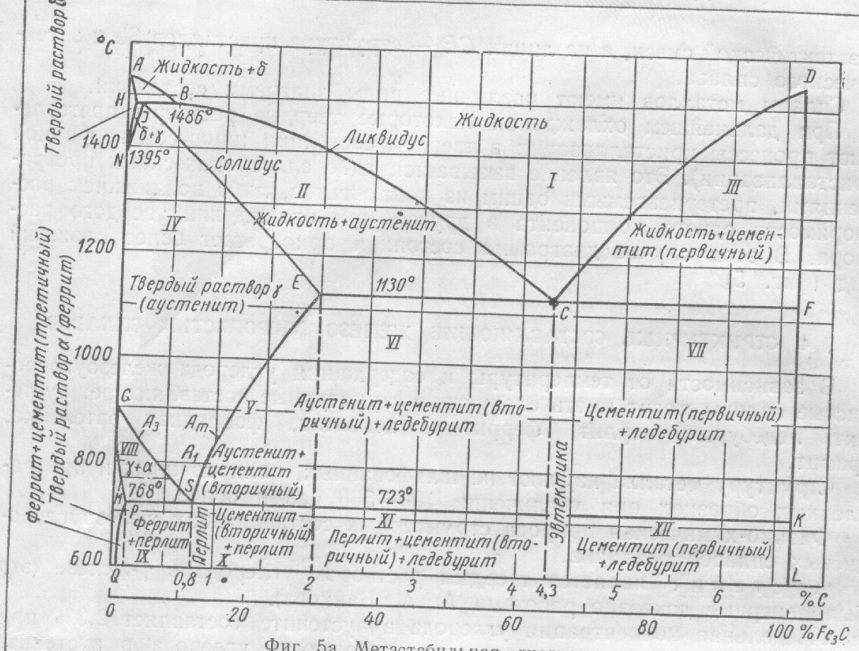


Рис. 1.3. Положения конвертора:

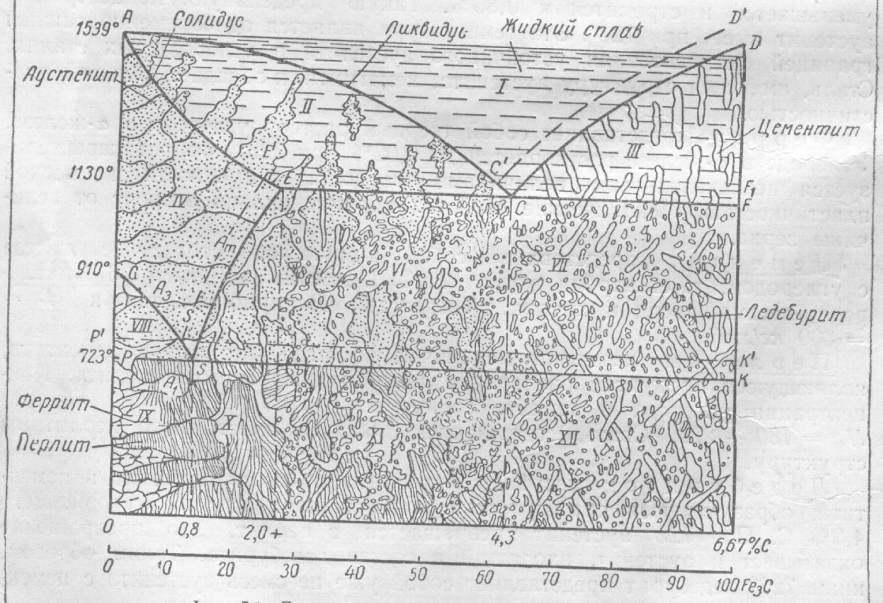
а — при заливке чугуна; *б* — рабочее; *в* — при выпуске стали

Термообработка

- Железоуглеродистые сплавы:
  - диаграмма Железо-Углерод
  - Структурные составляющие:
    - аустенит
    - феррит
    - цементит
    - перлит
    - ледебурит

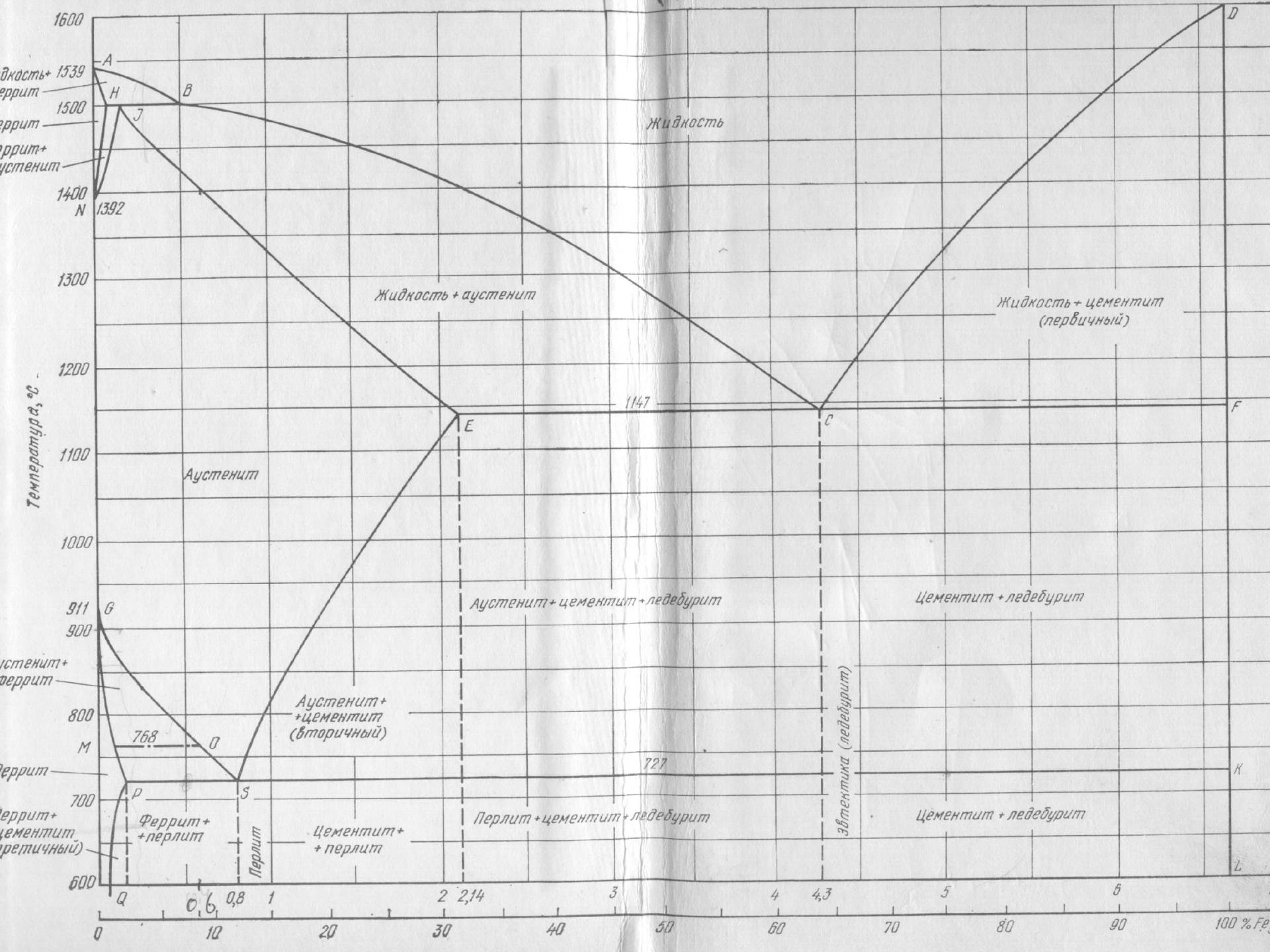


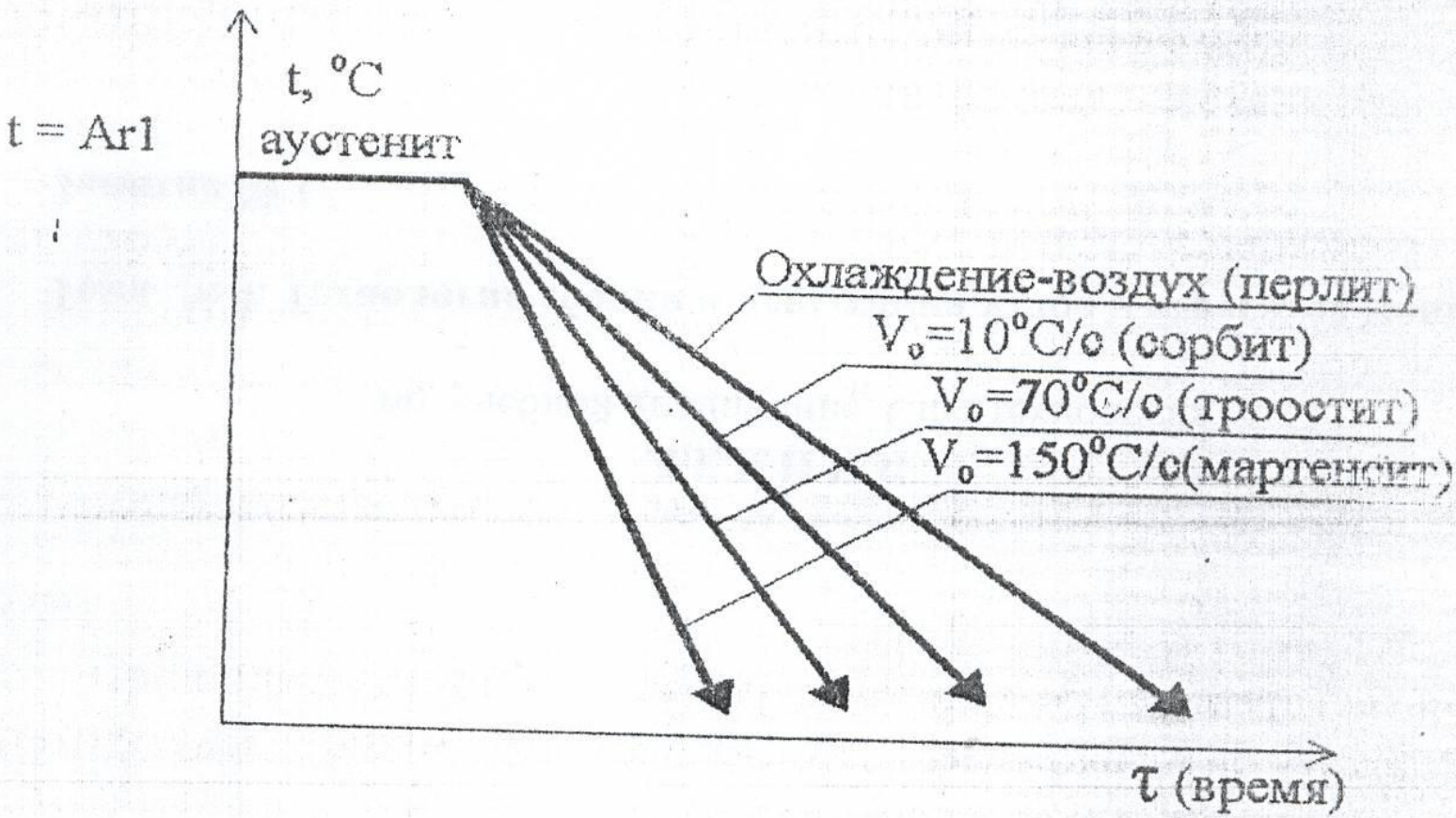
Фиг. 5а. Метастабильная диаграмма.



Фиг. 5б. Диаграмма состояния железо — цементит:

I — жидкое состояние; *II* — жидкий сплав и кристаллы аустенита; *III* — жидкий сплав и кристаллы первичного цементита; *IV* — кристаллы аустенита; *V* — кристаллы аустенита и вторичного цементита; *VI* — кристаллы аустенита и вторичного цементита на фоне ледебурита; *VII* — кристаллы первичного цементита на фоне ледебурита; *VIII* — кристаллы аустенита и феррита; *IX* — кристаллы феррита и перлита; *X* — кристаллы вторичного цементита и перлит; *XI* — перлит на фоне ледебурита; *XII* — первичный цементит на фоне ледебурита.


Температура, °С
1600
1539
1500
1400
1392
1300
1200
1147
1100
1000
911
900
800
768
727
700
600
A
B
H
J
N
D
E
C
F
G
M
O
P
S
K
L
Q
Жидкость
Жидкость + аустенит
Жидкость + цементит (первичный)
Аустенит
Аустенит + цементит + ледебурит
Цементит + ледебурит
Аустенит + цементит (вторичный)
Феррит + перлит
Перлит
Цементит + перлит
Перлит + цементит + ледебурит
Цементит + ледебурит
Эвтектика (ледебурит)
0,6
0,8
1
2
2,14
3
4
4,3
5
6
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100 % Fe


t, °C
t = Ar1
аустенит
Охлаждение-воздух (перлит)
V_o=10°C/c (сорбит)
V_o=70°C/c (троостит)
V_o=150°C/c(мартенсит)
τ (время)

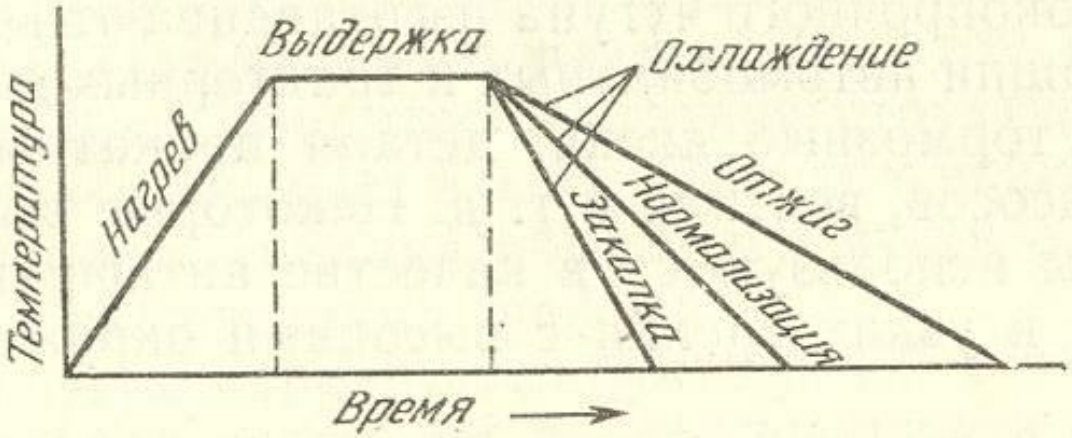


Рис. 7.1. График термической обработки стали

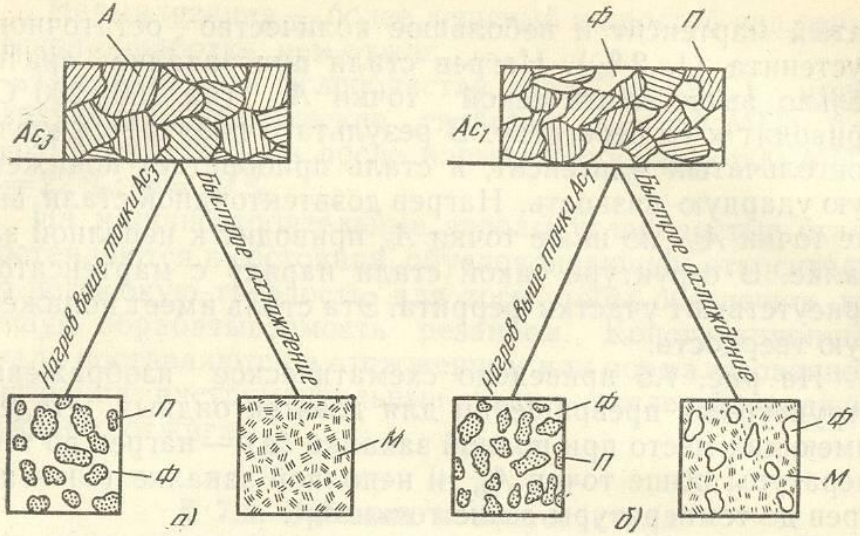


Рис. 7.5. Структурные превращения в доэвтектоидной стали при закалке:

а — полная закалка; *б* — неполная закалка

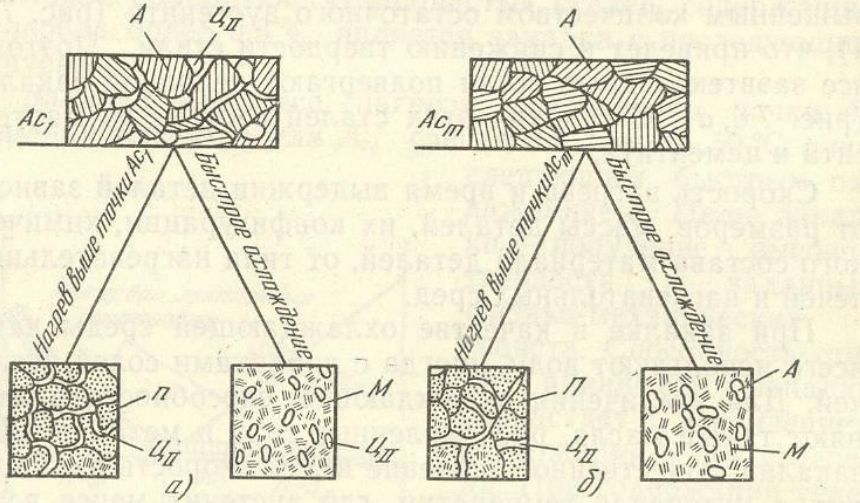


Рис. 7.6. Структурные превращения в заэвтектоидной стали при закалке:

а — неполная закалка; *б* — полная закалка

Таблица 28

Характеристика различных закалочных сред

Закаливающая среда	Температурный интервал пузырчатого кипения, °С	Относительная интенсивность охлаждения в середине интервала пузырчатого кипения
Вода:		
20° С	400—100	1
40° С	350—100	0,7
80° С	250—100	0,2
Дистиллированная вода, 20° С	350—100	0,5
Раствор в воде, 20° С:		
1% NaCl	500—100	1,5
10% NaCl	650—100	3,0
5—30% NaOH	650—100	2,5
50% NaOH	650—100	2,0
50%-ный раствор в воде NaOH, 96° С	650—100	1,0
Масло минеральное, 20—200° С	500—250	0,3

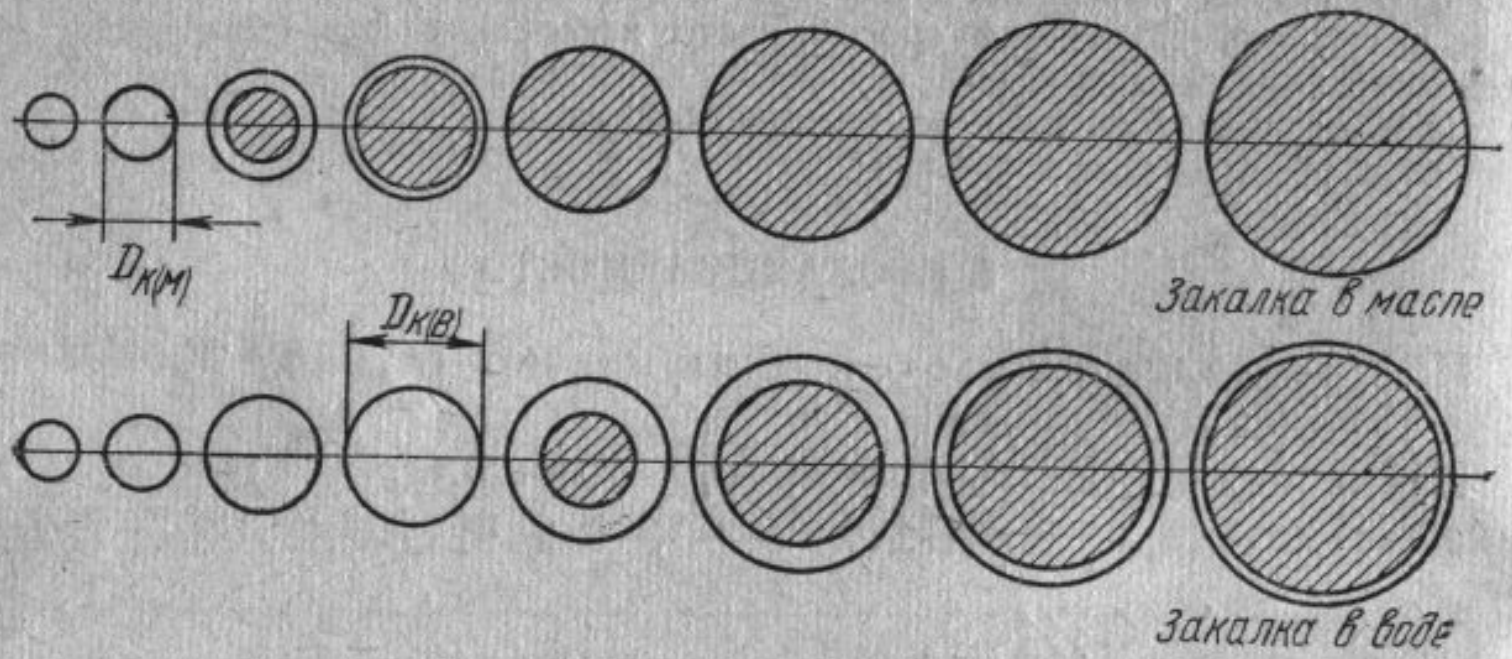


Рис. 236. Прокаливаемость прутков различного размера при закалке в воде и масле. Заштрихована незакаленная сердцевина

Применение металлов

3.1. Стали: -классификация

-маркировка

3.1. Стали в строительстве

УГЛЕРОДИСТАЯ СТАЛЬ
КОНСТРУКЦИОННАЯ
C < 0,6%
ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ
C > 0,7%
Обыкновенного качества
Качественная
Качественная
Высококач ественная

Таблица №2

Углеродистые стали

Марка	Содержание углерода С,%	Механические свойства		Свариваемость	Применение
		Предел прочности $\sigma_в$, мпа	Относит удлинен δ, %		
КОНСТРУКЦИОННЫЕ ОБЫКНОВЕННОГО КАЧЕСТВА (ГОСТ 380-88)					
Ст 0	0,23	не менее 300	23	хорош	Не ответств.детали
Ст 1	0,06-0,12	300-410	35	,,	Заклепки, шайбы, прокл.
Ст 2	0,09-0,15	320-430	33	,,	Рамы, оси, ключи, валики
Ст 3	0,14-0,22	360-570	26	,,	Рамы, крюки, кольца
Ст 4	0,18-0,27	400-530	24	,,	Валы, оси, тяги, болты, с невысокой прочностью
Ст 5	0,28-0,37	490-590	20	удовлетвор	С повышенной прочностью.
Ст 6	0,28-0,49	не менее 590	15		С высокой прочностью.
КОНСТРУКЦИОННЫЕ КАЧЕСТВЕННЫЕ (ГОСТ 1050-74)					
Сталь 08	0,08	324	33	хорошая	Низкой прочн.: втулка, валики, зубч. колеса.
Сталь 10	0,1	321	31		
Сталь 15	0,15	373	27	,,	Малонагруженные: оси, пальцы, валики, болты
Сталь 20	0,2	412	25	,,	
Сталь 25	0,25	451	23	,,	Средненагруж.: рычаги, звездочки, шпиндели, траверсы, валы, тяги
Сталь 30	0,3	490	21	,,	
Сталь 35	0,35	529	20	,,	
Сталь 40	0,4	568	19	удовлетвор	Коленч. валы, зубчатые венцы, шатуны, зубчатые рейки, распедвал.
Сталь 45	0,45	598	16		
Сталь 50	0,5	627	14		
Сталь 55	0,55	647	13	плохая	Зубчатые колеса, валы, эксцентрики, штоки
Сталь 60	0,6	676	12		
ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ (ГОСТ 1435-74) Высококачественные (качественные без буквы «А»					
У7А	0,7	630	21	плохая	Зубила, отвертки, пилы по дереву, керны, ножницы по металлу
У8А	0,8	590	-	,,	
У10А	1,0	590	23	,,	Резцы, метчики, развертки, плашки.
У11А	1,1	-	-	плохая	
У12А	1,2	640	28	,,	Напильники, резцы, фрезы, сверла, шаберы.
У13А	1,3	-	-	,,	

Таблица № 1

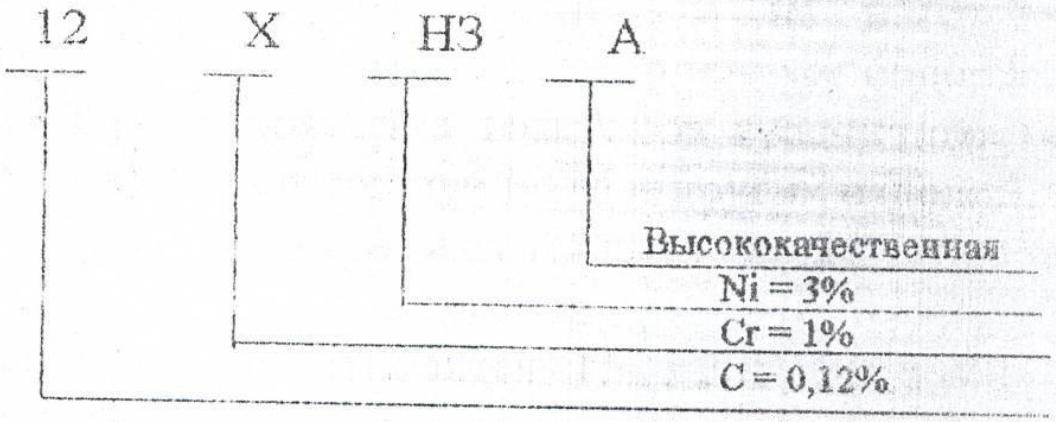
ЛЕГИРОВАННЫЕ СТАЛИ

Марка	Механические свойства		Свариваемость	Применение
	$\sigma_в$, мпа	δ, %		
А. КОНСТРУКЦИОННЫЕ				
1. Легированные ГОСТ 4543-71				
15Х	735	12	хорошая	Поршнев. пальцы, крестовины карданов, распредвалы
18ХГТ	980	9	-	Зубчатые колёса, кулачковые муфты
30ХГС	1080	10		Рычаги и толкатели клапанов
35ХМ	932	11		Валы и детали турбин
2. Рессорно-пружинные ГОСТ 14959-79				
60 Г	981	8	плохая	Пластинчатые рессоры
50ХГФА	1422	6	плохая	Пружинные рессоры
3. Подшипниковые ГОСТ 801-60				
ШХ4	-	-	-	Малонагружен. подшипники
ШХ15	715	21	плохая	Тяжелонагруж. подшипники
4. Высокой обрабатываемости резанием, ГОСТ 1414-75				
А40Г	600	15	-	Обработка резанием на высоких скоростях
Б. ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ				
1. Легированные ГОСТ 5950 - 73				
9ХС	980	3	удовлетв	Сверла, метчики, плашки, фрезы, развёртки, микрометры, штангенциркули
ХВГ	1040	2	"	
2. Быстрорежущие ГОСТ 19265 - 73				
Р9	1220	1	плохая	Инструмент простой формы
Р6М5	1300	0,5	"	Резьбонарезной инструмент
В. С ОСОБЫМИ СВОЙСТВАМИ				
1. Коррозионностойкие ГОСТ 5632 - 72				
14Х17Н2	520	38	плохая	Баки, трубки
2. Жаростойкие ГОСТ 5632 - 72				
10Х13СЮ	980	20	плохая	Выпускные клапаны
3. Магнитотвёрдые ГОСТ 17809 - 72				
ЮНДЧ	950	12	удовлетв	Постоянные магниты
4. Магнитомягкие ГОСТ 21427 - 83				
2011	850	10	удовлетв	Якоря, роторы, статоры э\д генераторов, стартеров

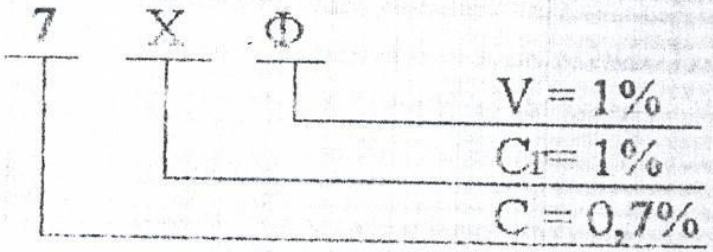
А – азот;
Б – ниобий;
В – вольфрам;
Г – марганец;
Д – медь;
К – кобальт;
М – молибден;

Н – никель;
П – фосфор;
Р – бор;
С – кремний;
Т – титан;
Ф – ванадий;

Х - хром;
Ю – алюминий.



У инструментальных сталей, цифра, стоящая впереди марки указывает содержание углерода в десятых долях процента.



Состав и механические свойства строительных (низколегированных) сталей

Группа стали	Марка стали	Химический состав, %					Механические свойства				
		C	Si	Mn	Nb, V	N	$\sigma_в$, кгс/мм²	$\sigma_т$, кгс/мм²	δ, %	$a_н^{-40\,°C}$, кгс·м/см²	T_{50}, °C
Углеродистые горячекатаные	Ст3	0,2	0,2	0,5	—	—	45	25	30	1	0
	Ст3пс	0,2	0,1	0,5	—	—	45	25	30	0,5	+10
	Ст3кп	0,2	0,05	0,5	—	—	45	25	30	0,5	+40
Низколегированные: горячекатаные	17ГС	0,2	0,5	1,2	—	—	55	35	25	0,5	—10
нормализованные	17ГС	0,2	0,5	1,2	—	—	55	40	25	1,5	—30
	10Г2АФ	0,18	0,5	1,5	0,1 V	0,01	60	45	23	1,0	—20
термически упрочненные	17ГС	0,2	0,5	1,2	—	—	60	45	25	3	—70
после контролируемой прокатки	17ГСБ	0,18	0,5	1,2	0,04Nb	0,01	60	45	25	2	—40
	09Г2СФБ	0,08	0,4	1,4	0,03V	0,007	55	40	28	4	—70

Таблица 39

Классификация арматурных сталей (ГОСТ 5058—65, ГОСТ 10884—71)

Класс стали	Свойства (не менее)			Марка стали	
	$\sigma_в$ кгс/мм²	$\sigma_{т\,(0,2)}$ кгс/мм²	δ, %	в горячекатанном состоянии	в термоупрочненном состоянии
A-I	38	24	25	Ст3	—
A-II	50	30	19	Ст5; 18Г2С	—
A-III	60	40	14	35ГС; 25ГС2	—
A-IV	90	60	6	20ХГ2Ц; 80С	Ст5
A-V	105	80	6	23Х2Г2Т	Ст5; 35ГС
A-VI	120	100	5	—	Ст6; 35ГС
A-VII	140	120	5	—	45С
A-VIII	160	140	4	—	45ГС

Таблица 40

Химический состав арматурных сталей, % (ГОСТ 5781—75)

Сталь	C	Mn	Si
25Г2С	0,20—0,29	1,2—1,6	0,6—0,9
35ГС	0,30—0,37	0,8—1,2	0,6—0,9
20ХГ2Ц*	0,19—0,26	1,5—1,9	0,4—0,7
80С	0,74—0,82	0,5—0,8	0,6—1,0
45С	0,40—0,48	0,5—0,8	1,0—1,3

* Содержит 0,9—1,2% Cr; 0,07—0,14% Zr.

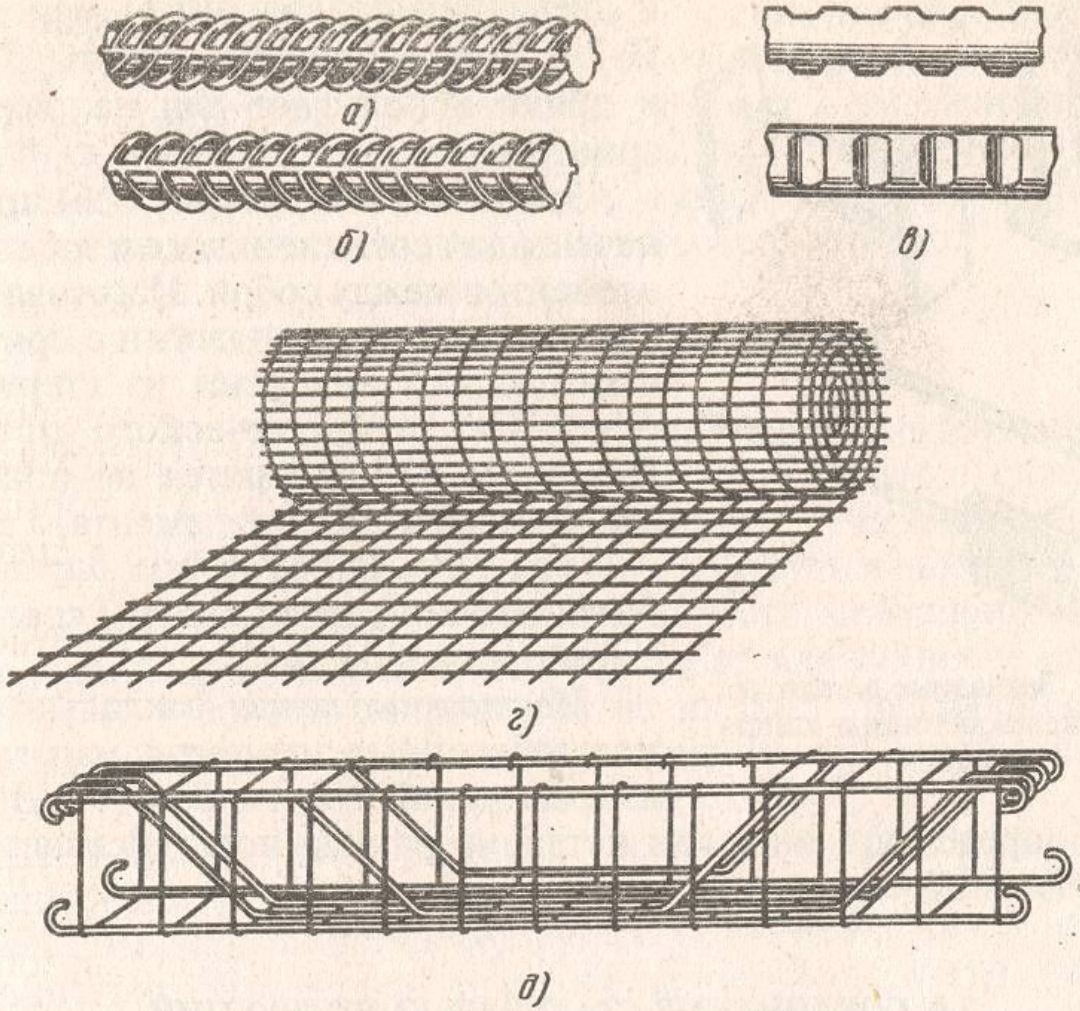


Рис. 7.5. Стальная арматура для железобетона:

а, б — горячекатаные стержни периодического профиля; *в* — холоднотянутая профилированная проволока; *г* — арматурная сетка; *д* — арматурный каркас

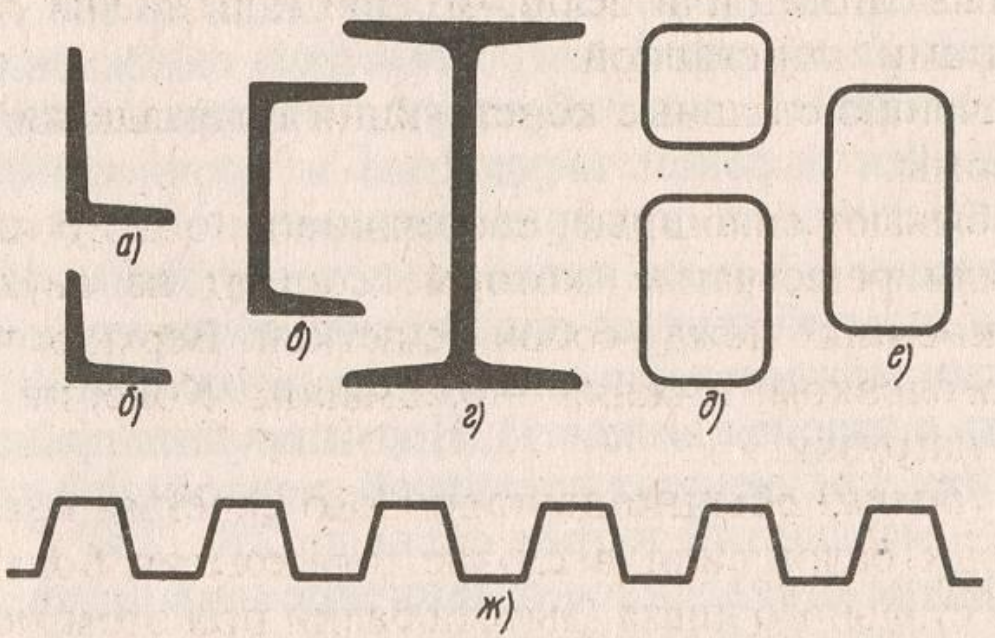


Рис. 7.4. Основные виды прокатных профилей:

а — неравнополочный уголок; *б* — равнополочный уголок; *в* — швеллер; *г* — двутавр; *д, е* — холодногнутые трубчатые профили; *ж* — стальной профильный настил

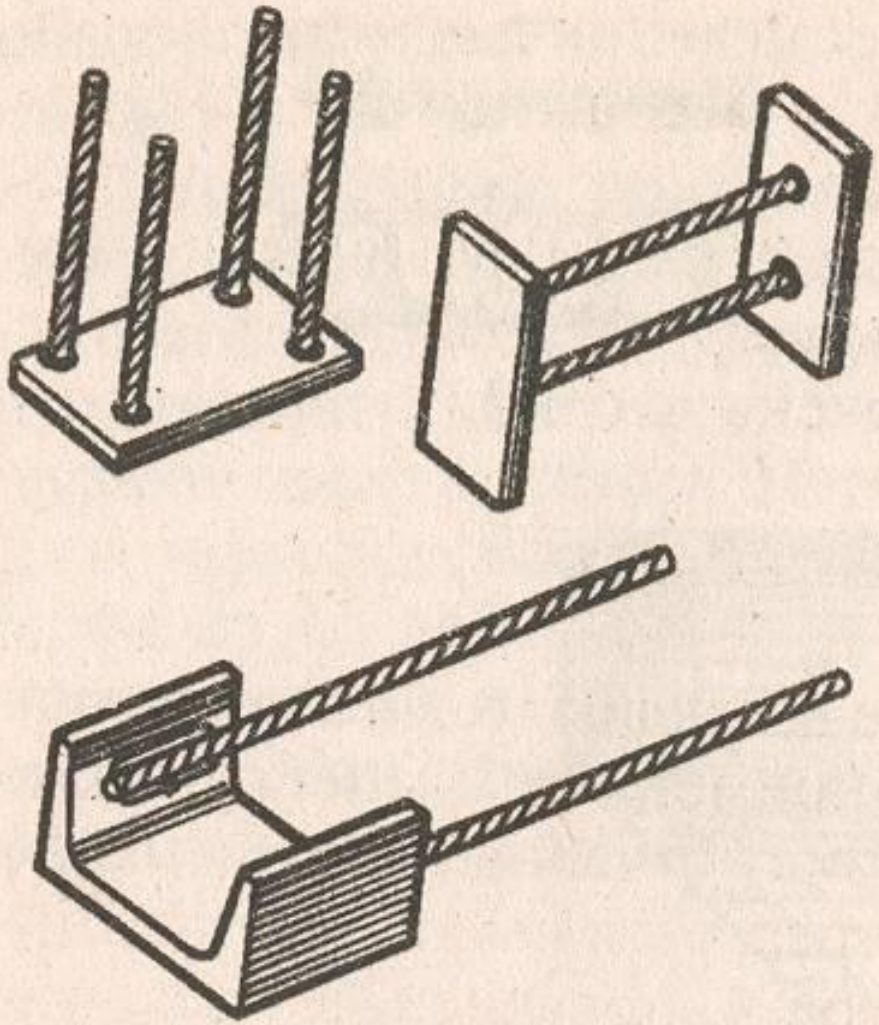


Рис. 7.6. Закладные детали для сборных железобетонных конструкций

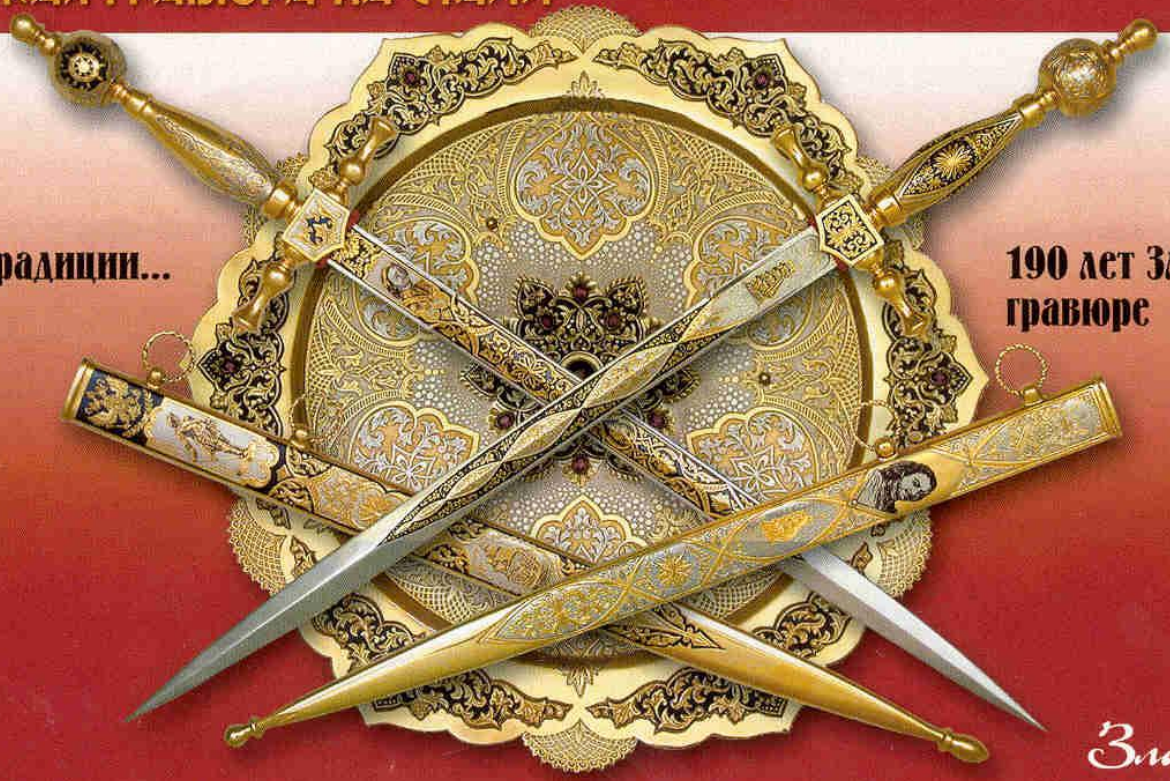
Холодное оружие

Гравюра на стали

Украшенная посуда

Шашка офицерская
"Императорская"
Кортик морской
Шашка офицерская
"За честь и славу России"
Холодное оружие

ЗЛАТОУСТОВСКАЯ ГРАВЮРА НА СТАЛИ



Храня традиции...

190 лет Златоустовской гравюре

Златоуст, 2005