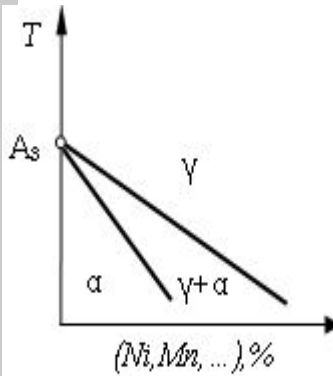


• ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ПОЛИМОРФИЗМ ЖЕЛЕЗА И КАРБИДНУЮ ФАЗУ.

Взаимодействие легирующих элементов с железом

Первая группа Легирующие элементы, расширяющие γ - область (понижают точку A_3 и повышают точку A_4 железа)

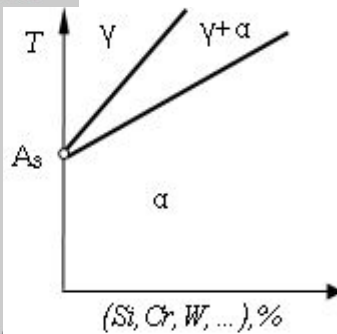
а) Элементы, неограниченно растворимые в γ - железе (Ni, Mn)



Взаимодействие легирующих элементов с железом

Вторая группа Легирующие элементы, сужающие γ - область (повышают точку A_3 и понижают точку A_4 железа)

а) Элементы, полностью замыкающие γ - область и образующие гомогенную α - область (Al, Cr, Si, Mo, W, V)



Взаимодействие легирующих элементов с углеродом

Первая группа

Некарбидообразующие элементы:

Al, Si, Ni, Co, Cu

Вторая группа

Карбидообразующие элементы:

Fe, Mn, Cr, Mo, W, V, Nb, Zr, Ti

карбидообразующая способность →

Элементы Mn, Cr, Mo, W, растворяясь в цементите, образуют **легированный карбид** $(Fe, M)_3C$ или M_3C .

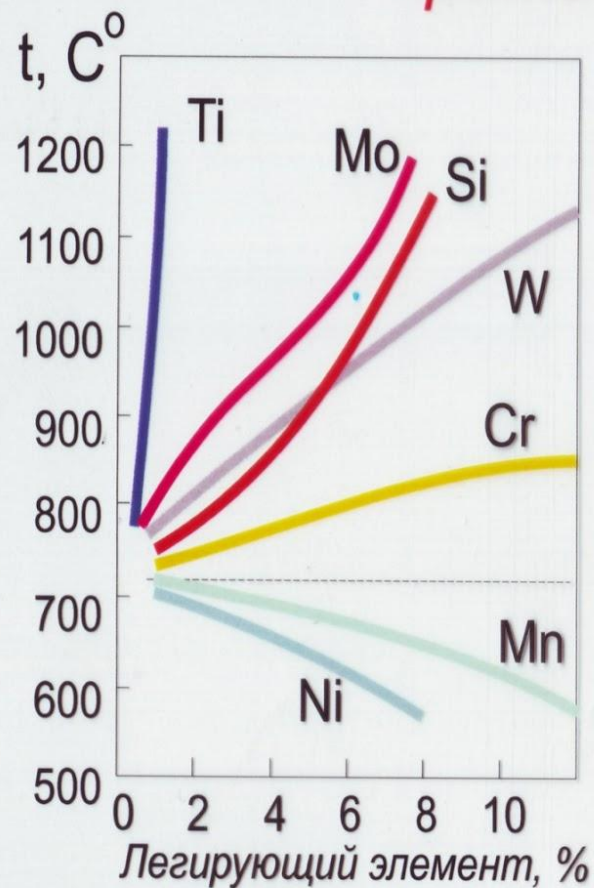
Специальные карбиды

карбиды хрома $Cr_{23}C_6$, Cr_7C_3 или $M_{23}C_6$, M_7C_3

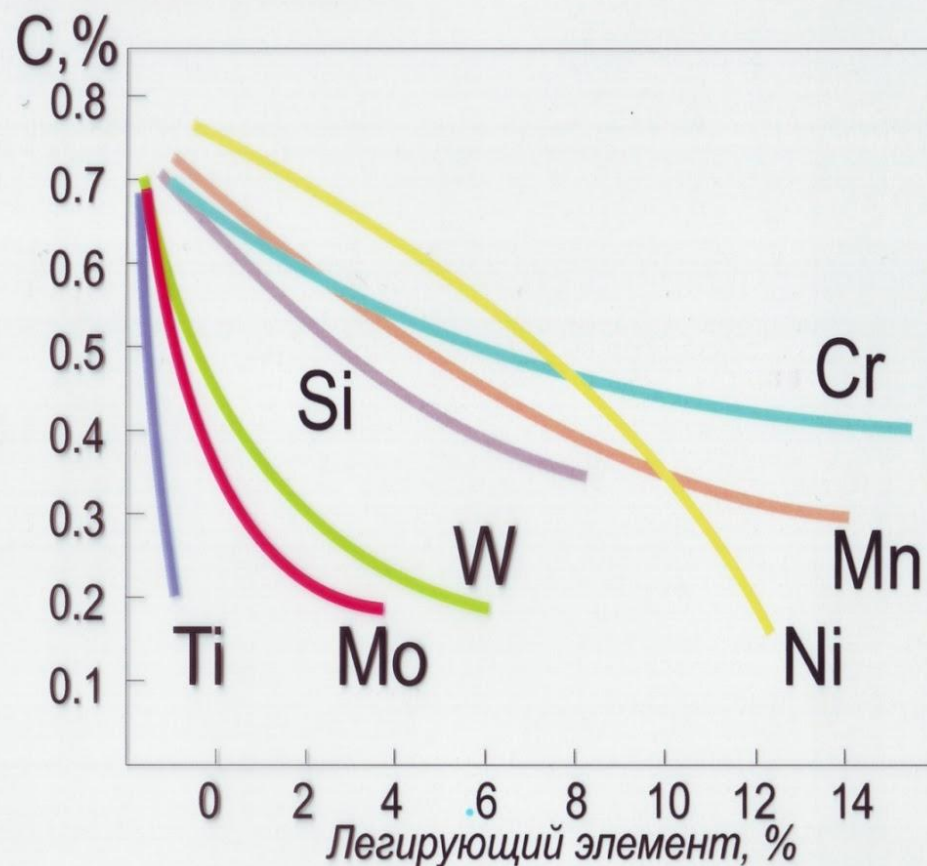
карбиды молибдена и вольфрама MoC , WC , Mo_2C , W_2C или MC , M_2C

карбиды ванадия, ниобия и титана VC , NbC , TiC или MC

Влияние легирующих элементов на критические точки стали



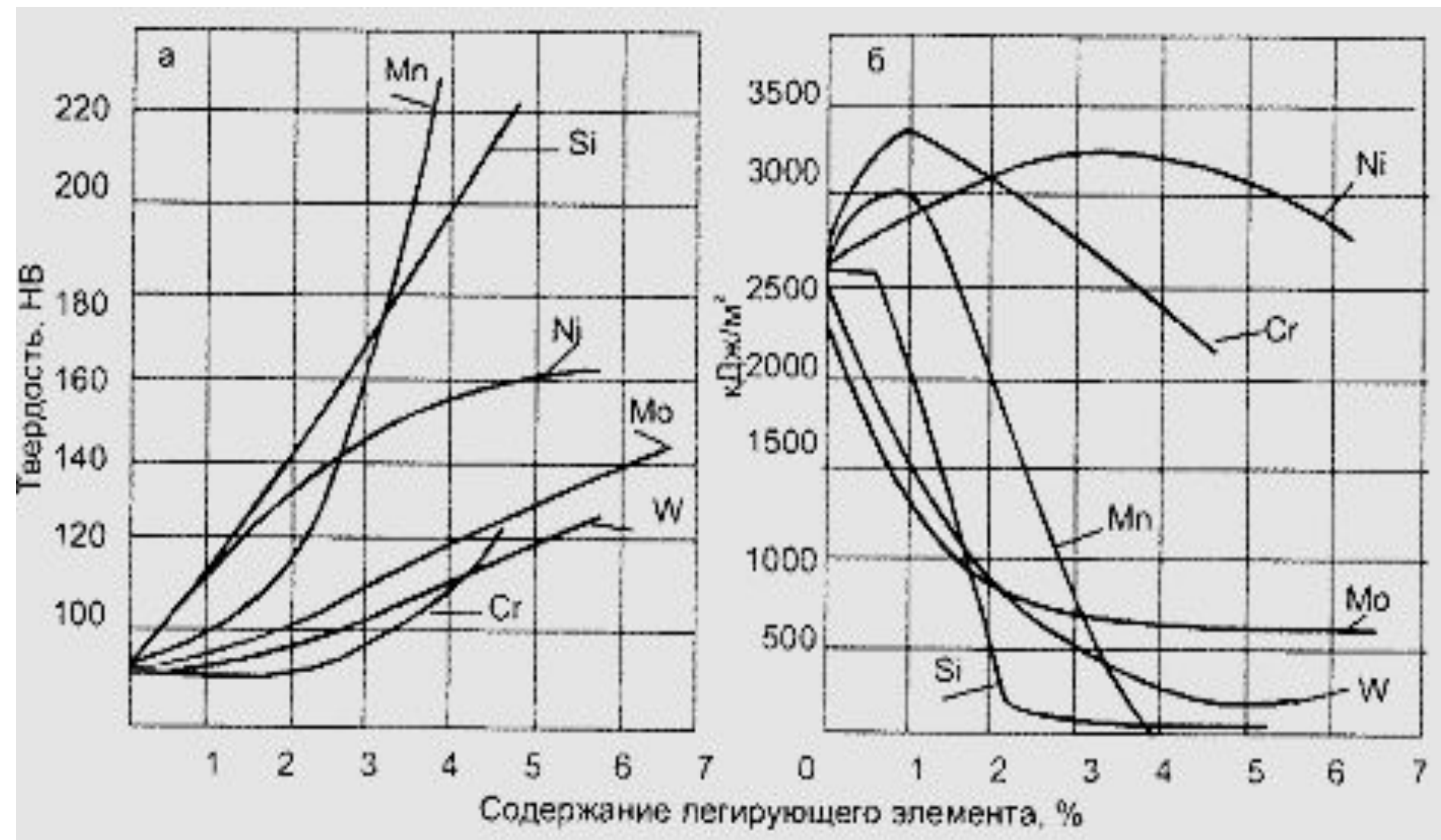
Влияние легирующих элементов на температуру A_1



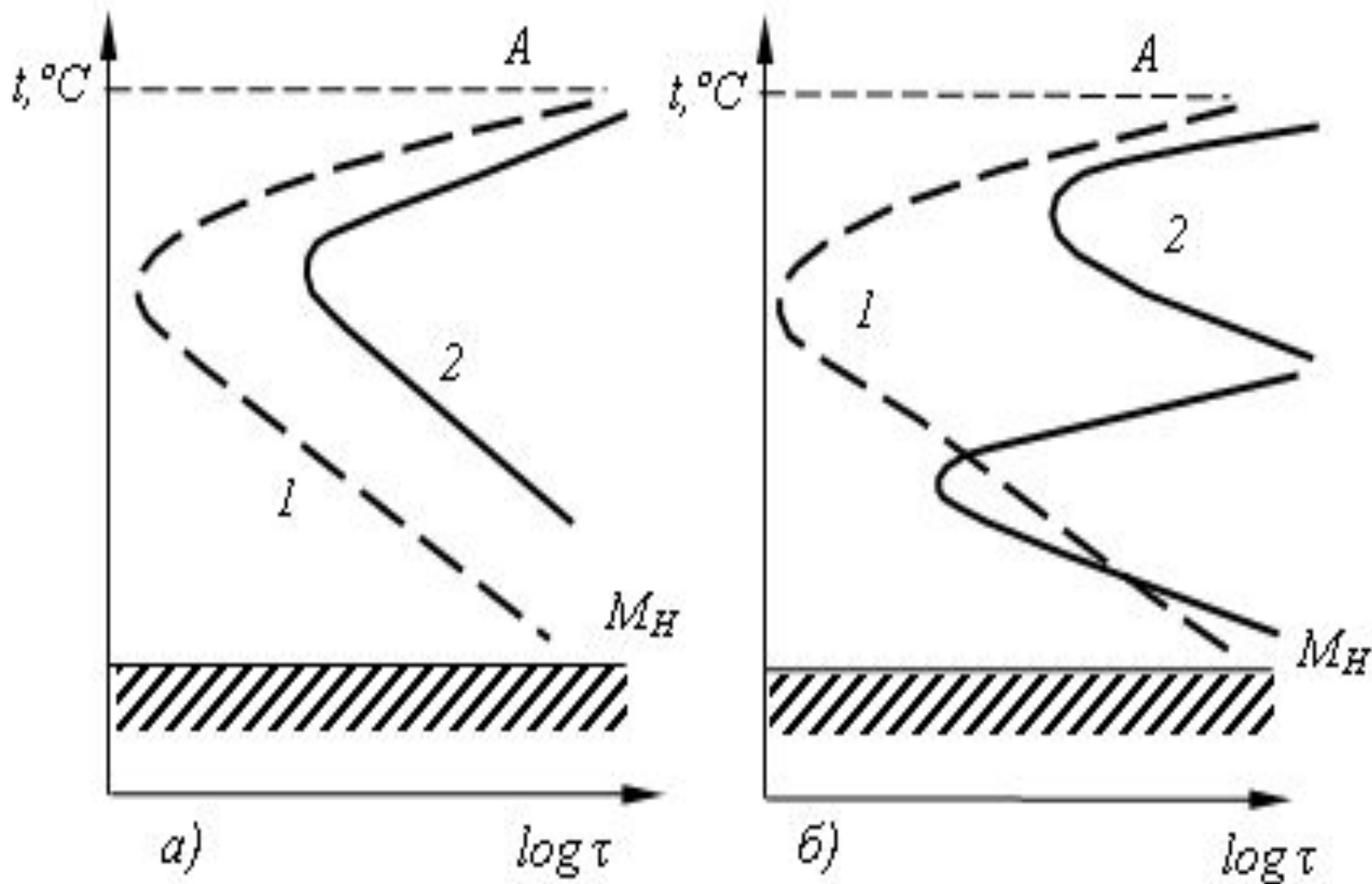
Влияние легирующих элементов на содержание C в эвтектоиде

Влияние легирующих элементов на свойства феррита:

а – твердость; б – ударная вязкость

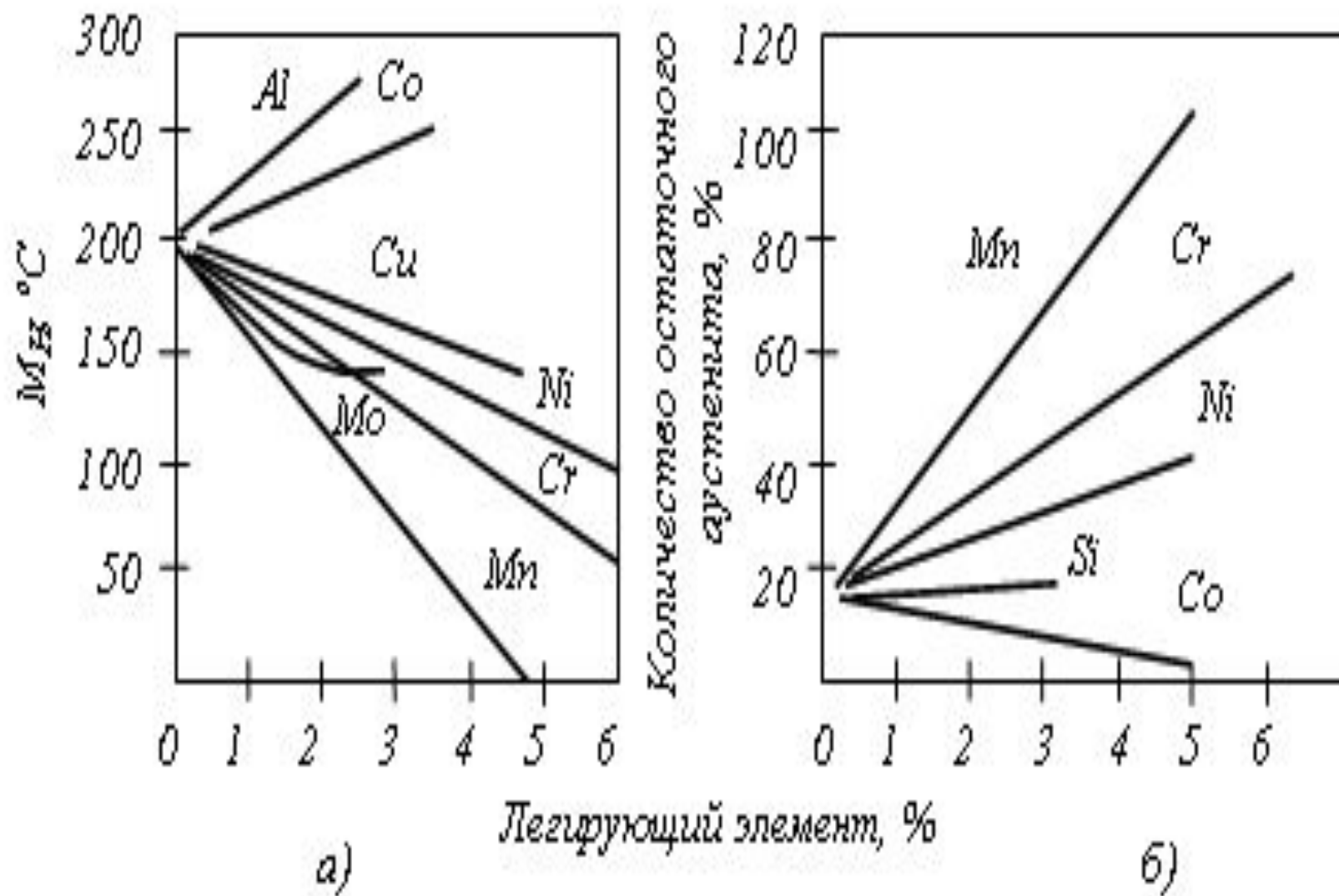


Диаграммы изотермического распада аустенита:



а – углеродистая (1, область $A_{\Gamma} \rightarrow \Phi + \text{Ц}$) и легированная не карбидообразующими элементами (2, область $A_{\Gamma} \rightarrow \Phi + K$) стали;

б – легированная карбидообразующими элементами (2, область $A_{\Gamma} \rightarrow \Phi + K$)



Влияние легирующих элементов на температуру мартенситного превращения (а) и количество остаточного аустенита (б) в сталях с 1,0 % углерода

ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА СВОЙСТВА СТАЛЕЙ

Характеристики сталей	Элементы								
	Mn	Si	Cr	Ni	W, Mo	Ti, V (до 0.2%)	B, до 0.01%	V, более 0.2%	C
Прочность	↑	↑	↑	↑	↑↑	↑	↑	↑↑	↑
Хладостойкость	-	↓	↑	↑	↑	↑	↓↓	↑↓	↓
Прокаливаемость	↑	↑	↑	↑	↑↑	↓	↑↑↑	↑	↑
Склонность к перегреву	↑	↓	-	-	↓	↓↓	↓	↓↓	↓
Склонность к обезуглероживанию	↓	↑↑	↓↓	↑	↓	↓	-	↓↓	↑
Склонность к графитизации	↓	↑↑	↓↓	↑	↓	-	↓	↓↓	↑↑
Стоимость	↑	↑	↑	↑↑	↑↑↑	↑	↑	↑↑	-

Классификация и маркировка легированных сталей.

- 1) По равновесной структуре стали подразделяются на *доэвтектоидные, эвтектоидные, заэвтектоидные и ледебуритные*.
- 2) При охлаждении на спокойном воздухе образцов небольшой толщины, можно выделить три основных класса сталей: *перлитный, мартенситный, аустенитный*.

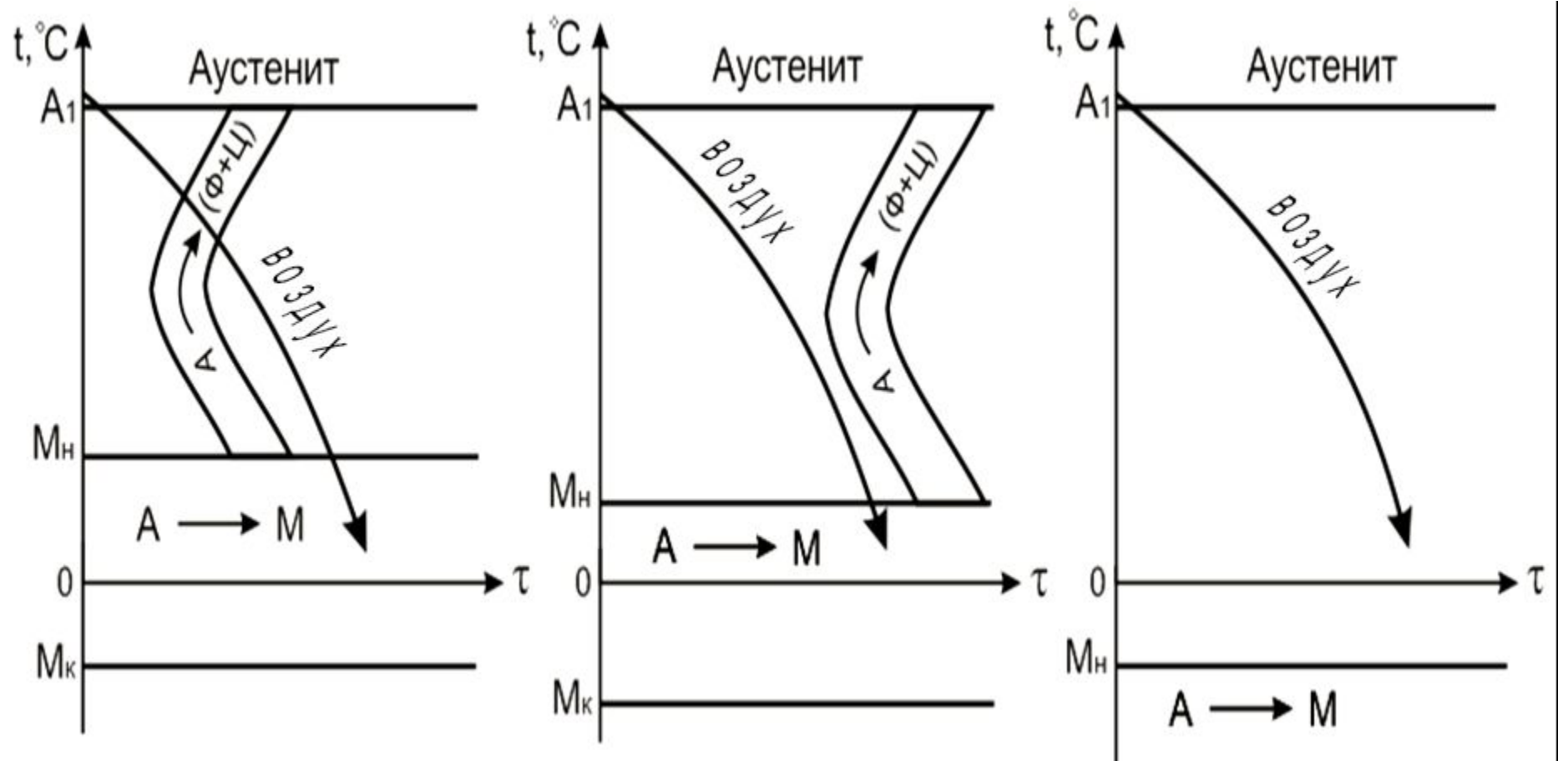
Получение трех классов стали обусловлено тем, что с увеличением содержания легирующих элементов устойчивость аустенита в перлитной области возрастает, а температурная область мартенситного превращения понижается.

- 1) В зависимости от вводимых элементов (по химическому составу) стали разделяются на: *хромистые, марганцовистые, хромоникелевые, хромоникельмолибденовые* и т.п.
- 2) По суммарному количеству легирующих элементов в них на *низколегированные* (до 2,5% легирующих элементов), *легированные* (от 2,5 до 10%) и *высоко легированные* (более 10%).
- 3) По качеству легированные стали подразделяются на *качественные* (до 0.04% S и до 0.035% P), *высококачественные* (до 0.025% S и до 0.025% P) и *особо высококачественные* (до 0.015% S и до 0.025% P).
- 4) В зависимости от назначения стали можно объединить в следующие группы:
конструкционные, применяемые для изготовления деталей машин и конструкций.
Конструкционные стали подразделяются на: строительные, машиностроительные и стали с особыми свойствами – износоустойчивые, жаропрочные, жаростойкие, коррозионностойкие и др.;
инструментальные - стали, применяемые для изготовления режущего, измерительного, штампового и др. инструмента ;

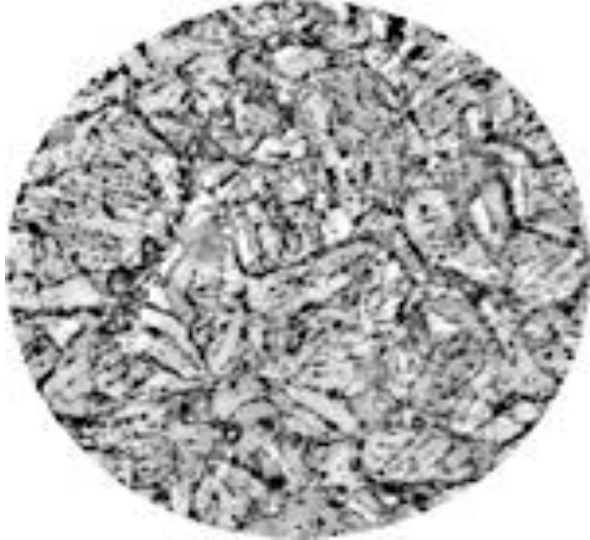
Каждый легирующий элемент обозначается буквой:

*А – азот, Б – ниобий, В – вольфрам, Г – марганец, Д – медь,
Е – селен, К – кобальт, Н – никель, М – молибден, П – фосфор,
Р – бор, С – кремний, Т – титан, Ф – ванадий, Х – хром,
Ц – цирконий, Ч – редкоземельные элементы, Ю – алюминий.*

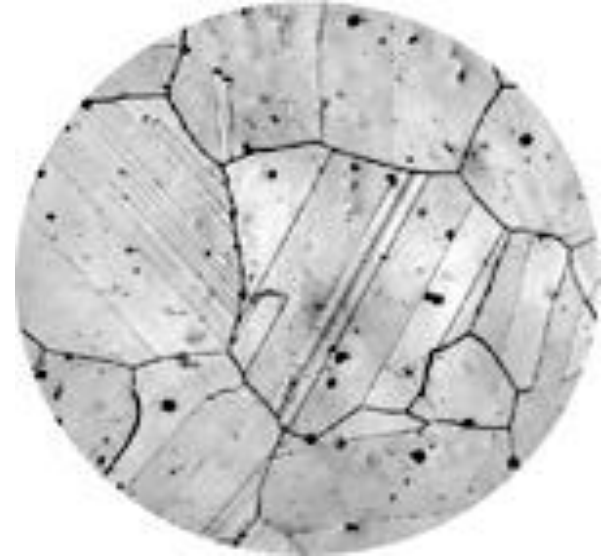
12Х2НВФА, 14Г2, 10ХСНД,
18Г2С, 15, 20Х, 15ХФ,
20Х2Н4А, 20ХГНР, 40ХН2МА,
35, 70С2ХАБ ШХ15, А12, А40Г,
20Х12ВНМФ, 40Х15Н7Г7Ф2МС,
У12, У10А, ХВСГ



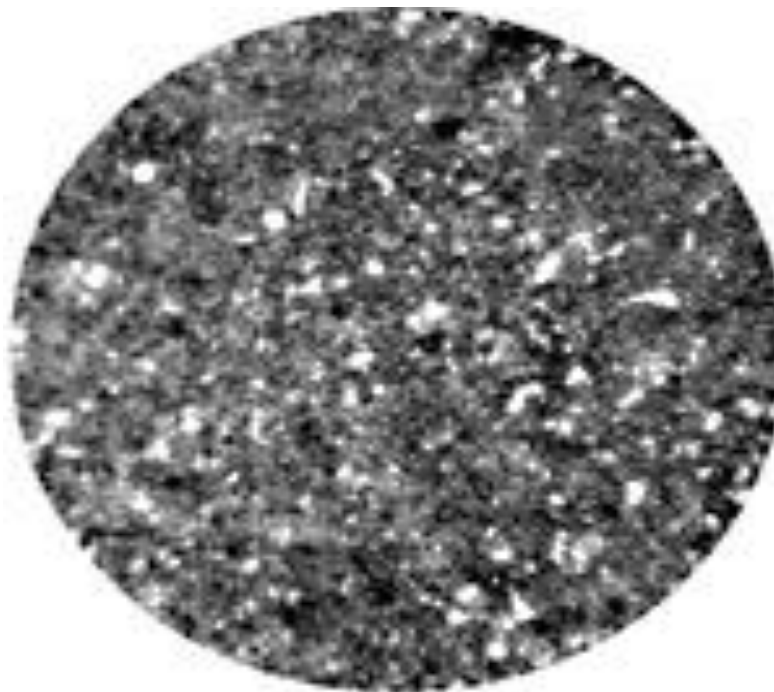
в Структурные классы сталей
 в нормализованном состоянии: а – перлитный, б
 – мартенситный, в – аустенитный



Марка	20X13
Тип сплава:	Перлитные легированные стали
Травитель:	10% хлорное железо
Обработка:	нормализация
Твердость (НВ, ГПа):	1.64
Основа:	Fe C (0.2 масс%), Cr (13 масс%), Si (0.7 масс%), Mn (0.7 масс%)
Компоненты:	
Структурные составляющие:	феррит , карбиды
Субструктура:	Игольчатая (подобная мартенситу)

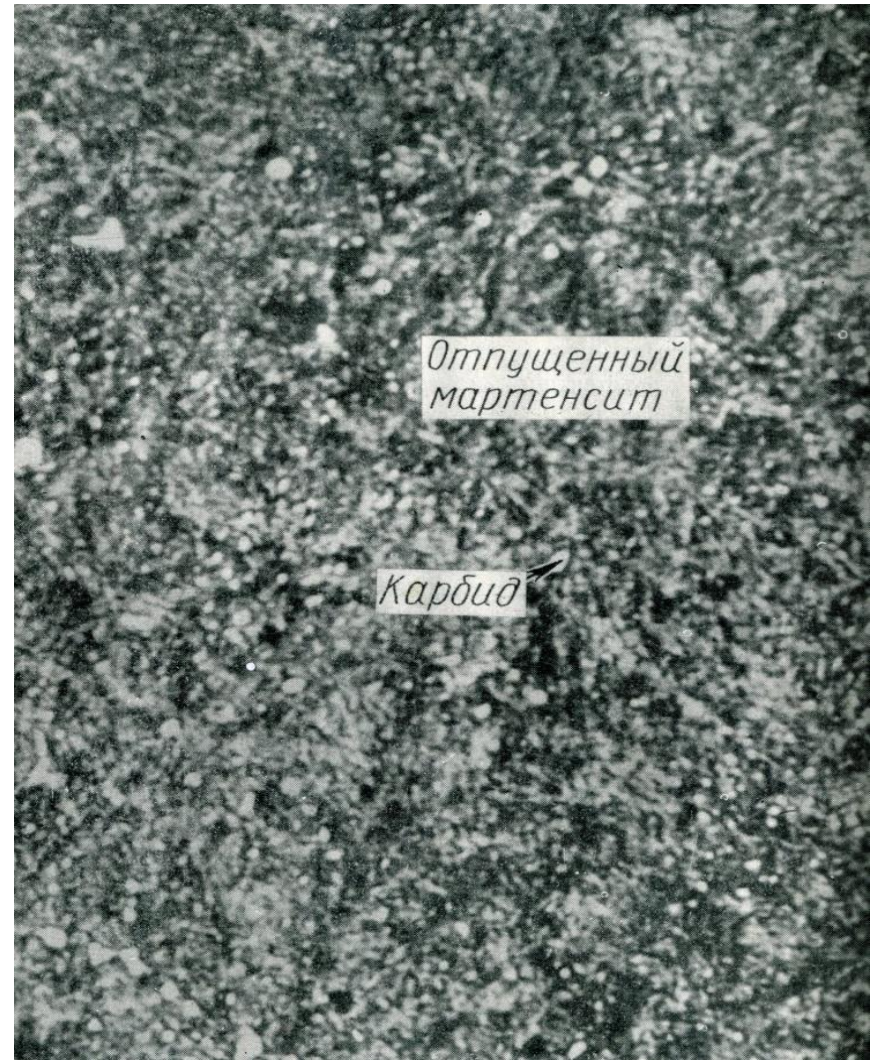


Марка	04X18H9T
Тип сплава:	Аустенитные легированные стали
Травитель:	Электролитическое в конц. азотной кислоте
Обработка:	закалка
Твердость (НВ, ГПа):	1.5
Основа:	Fe C (0.04 масс%), Cr (18 масс%) , Ni (9 масс%), Ti (0.1 масс%) , Mn (1.5 масс%)
Компоненты:	
Структурные составляющие:	аустенит , карбиды вторичные

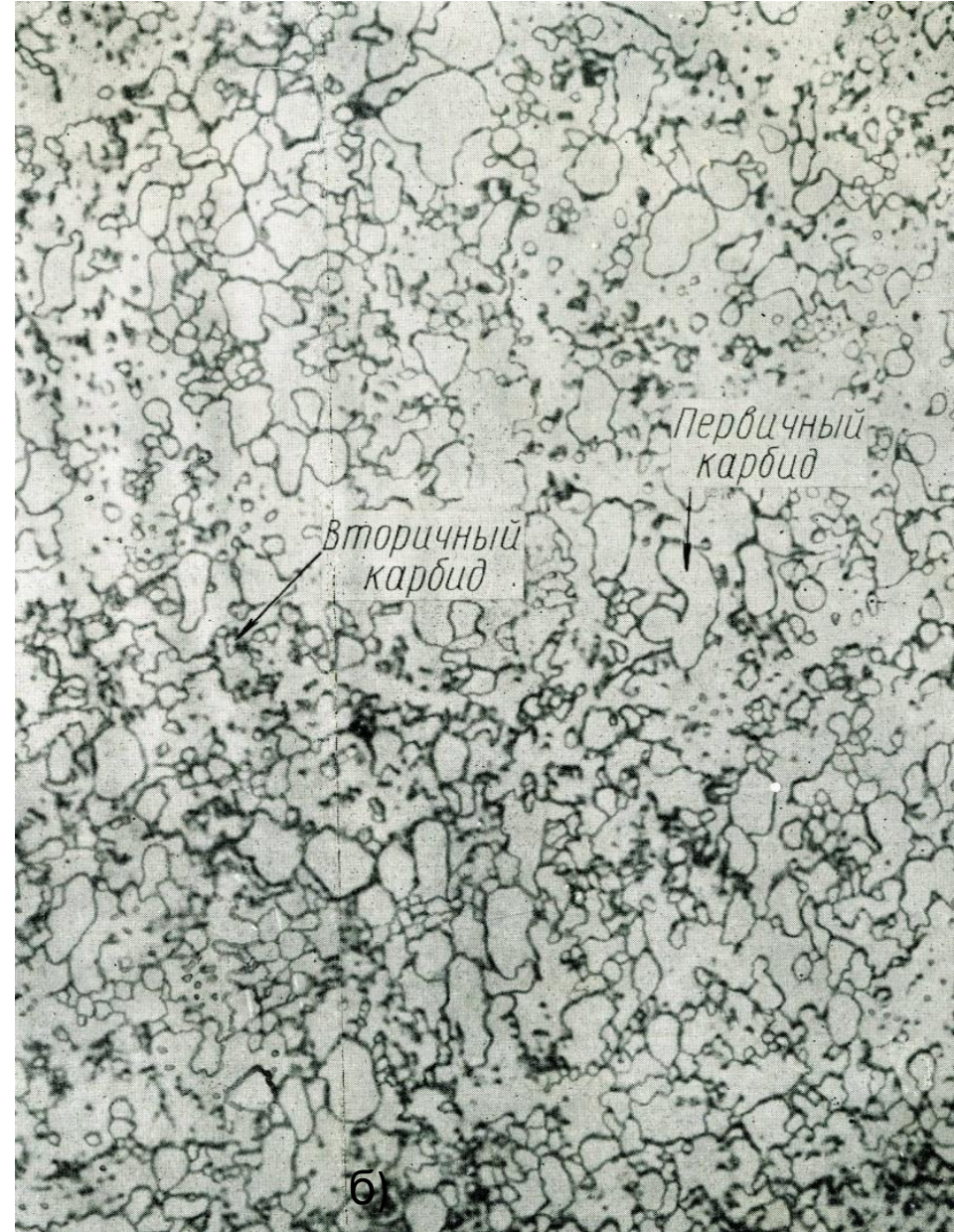
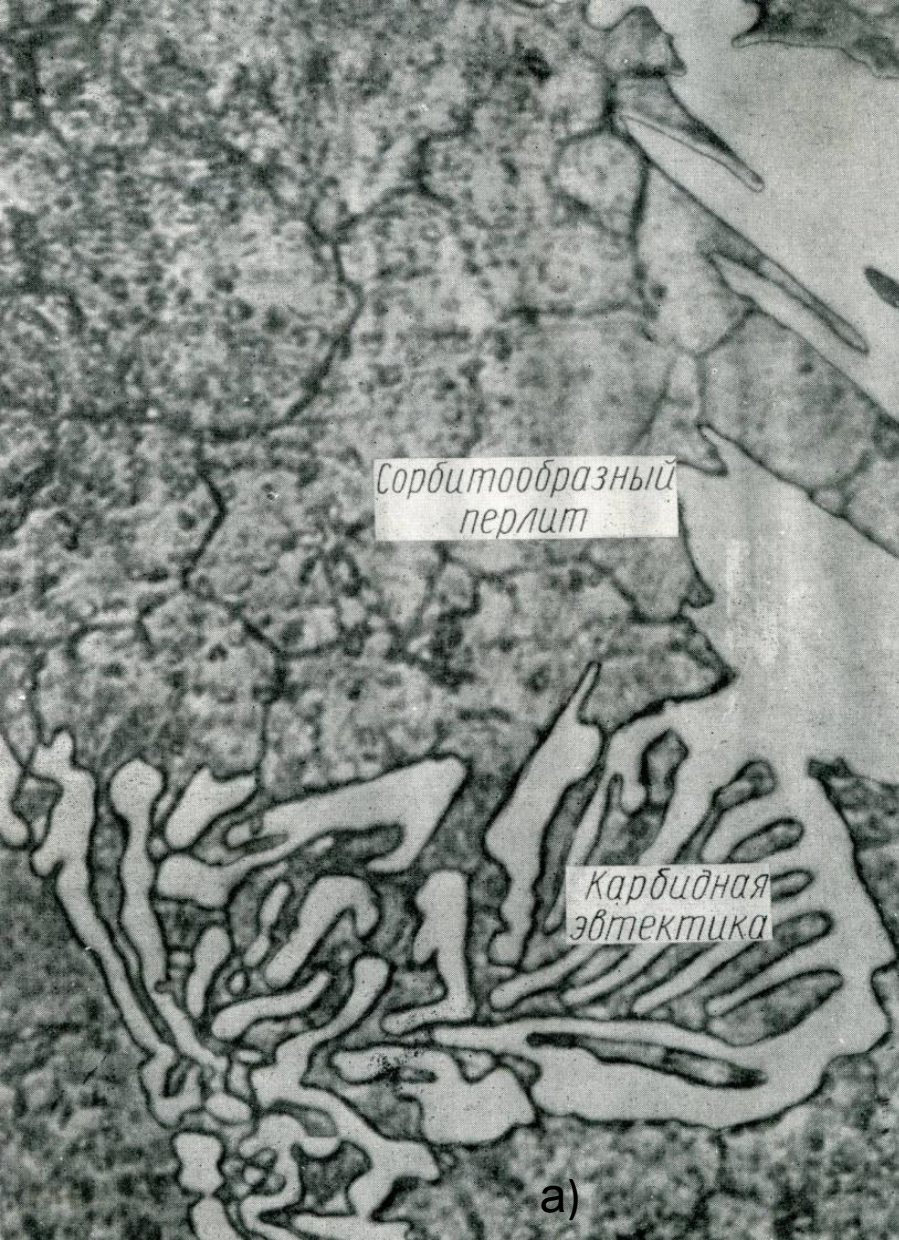


Марка	X12M
Тип сплава:	Карбидные легированные стали
Травитель:	3% р-р азотной кислоты в спирте
Обработка:	ковка и отжиг
Твердость (НВ, ГПа):	2.1
Основа:	Fe
Компоненты:	C (1.6 масс%), Cr (12 масс%), Mo (0.5 масс%), V (0.2 масс%)
Структурные составляющие:	сорбит отпуска , карбиды первичные , карбиды вторичные

Инструментальные стали

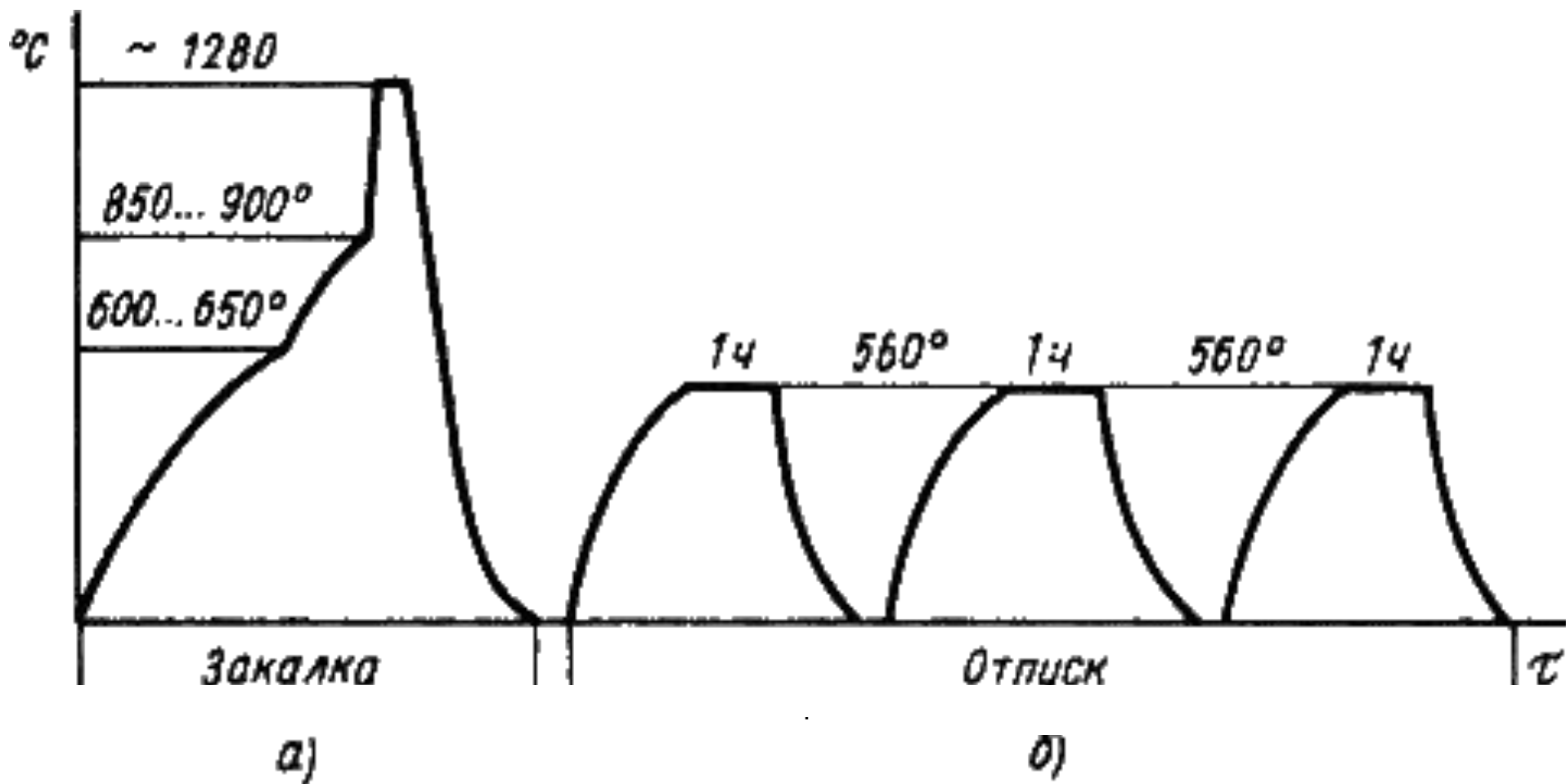


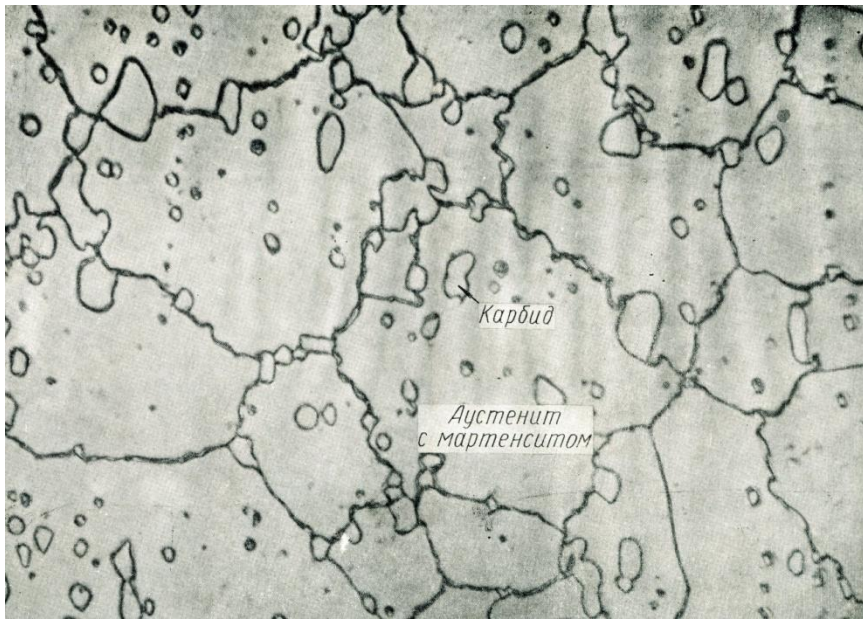
Сталь X для режущего инструмента (x1000): а) зернистый перлит после отжига, б) отпущенный мартенсит после закалки и отпуска



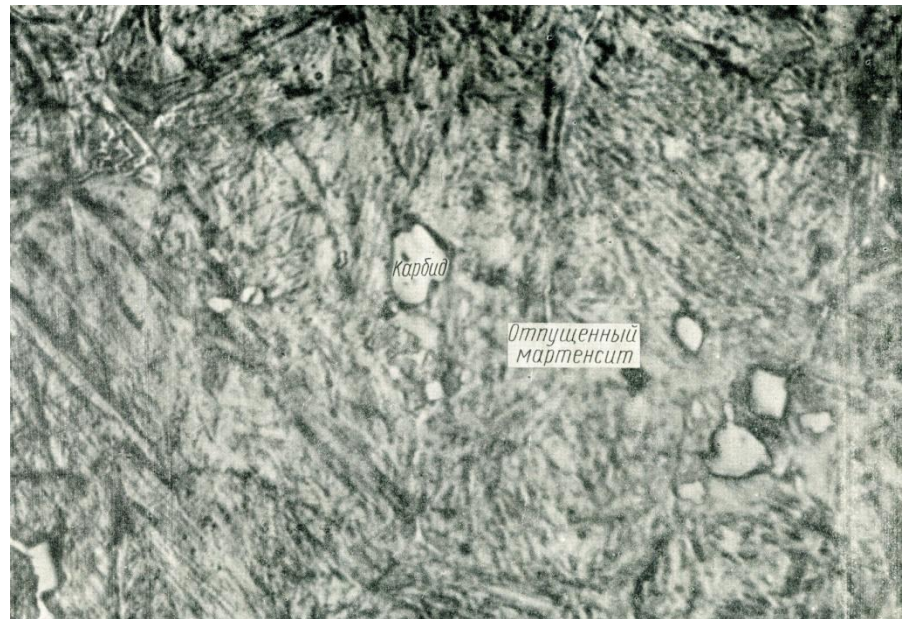
Быстрорежущая сталь Р18 (х1000):
а) литая, б) прокатанная и отожженная

График режима термической обработки быстрорежущей стали

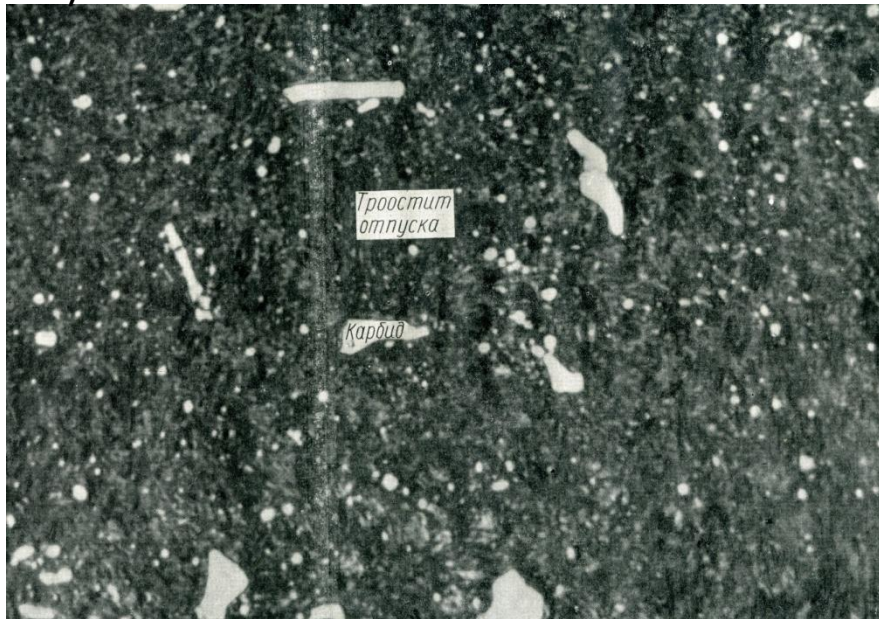




а)



б)



в)

Структура стали Р18 (х1500):
 а) после закалки,
 б) после закалки и отпуска,
 в) закалки и двойного отпуска

МЕЖКРИСТАЛЛИТНАЯ КОРРОЗИЯ В ХРОМО-НИКЕЛИЕВЫХ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЯХ

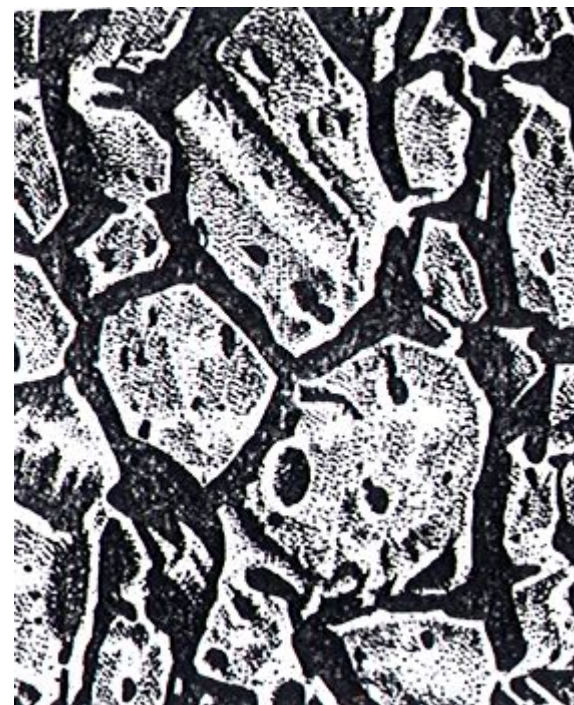
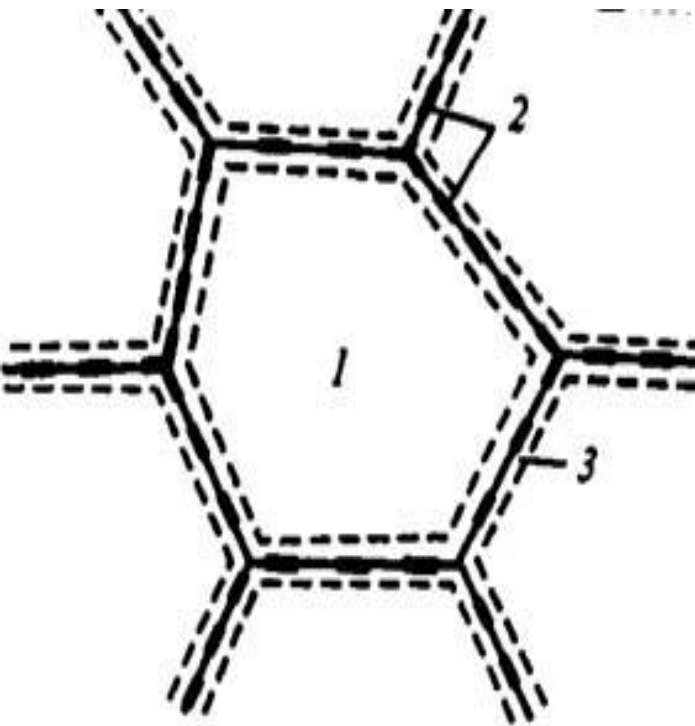


Схема межкристаллитной коррозии:

- 1 – зерно аустенита Cr–Ni стали;*
- 2 – граница зерна аустенита с карбидными частицами (темные участки);*
- 3 – обедненная хромом зона (пунктирные линии)*

Следы межкристаллитной коррозии в нержавеющей стали