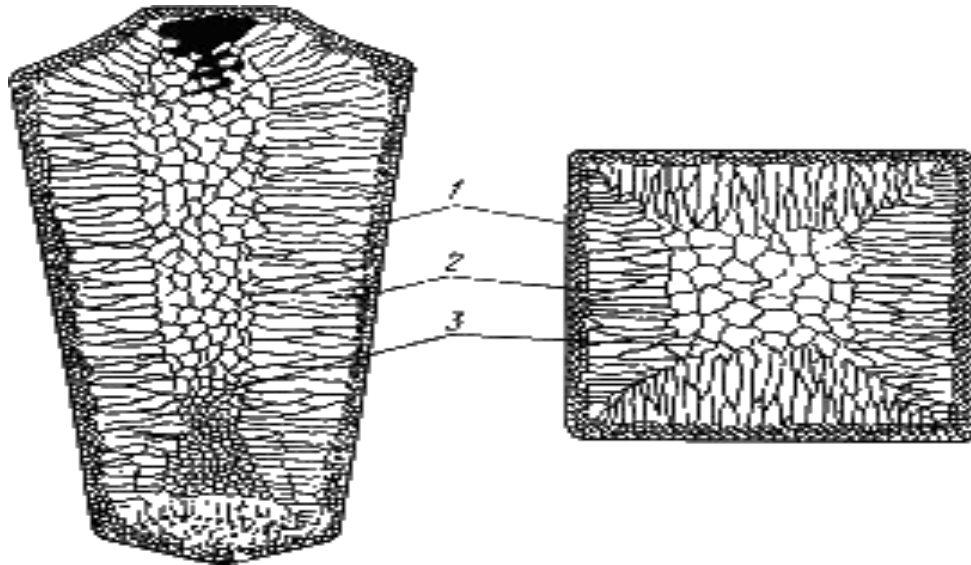


Диаграмма состояния двойных сплавов

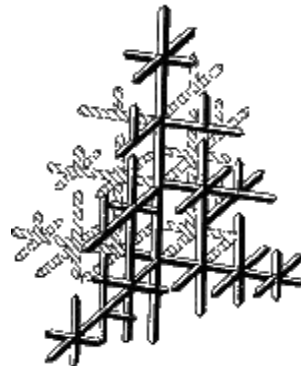
Схема стального слитка Чернова



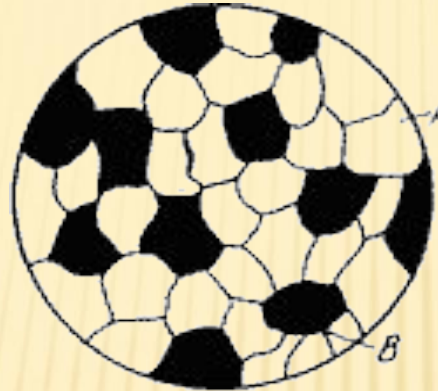
Слиток состоит из трех зон:

- мелкокристаллическая корковая зона;
- зона столбчатых кристаллов;
- внутренняя зона крупных равноосных кристаллов.

Схема дендрита



□ Схема микроструктуры механической смеси



Кристаллическая решетка химического соединения

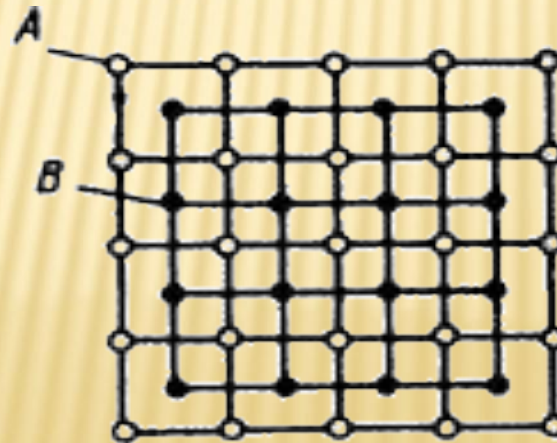
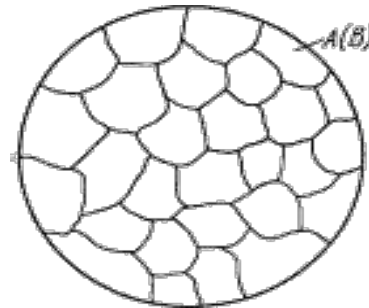


Схема микроструктуры твердого раствора



Кристаллическая решетка твердых растворов замещения (а), внедрения (б)

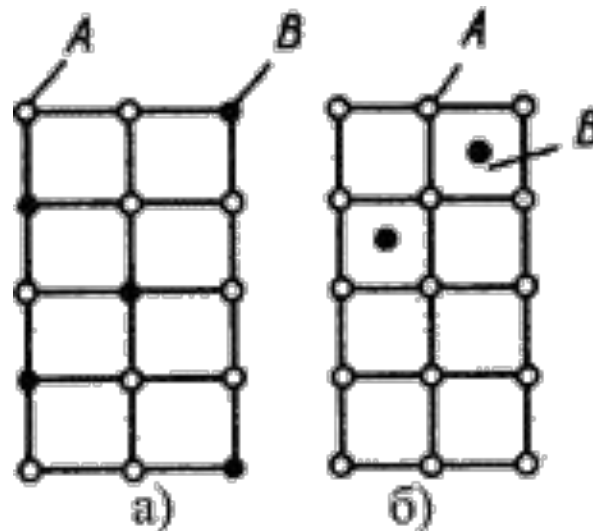
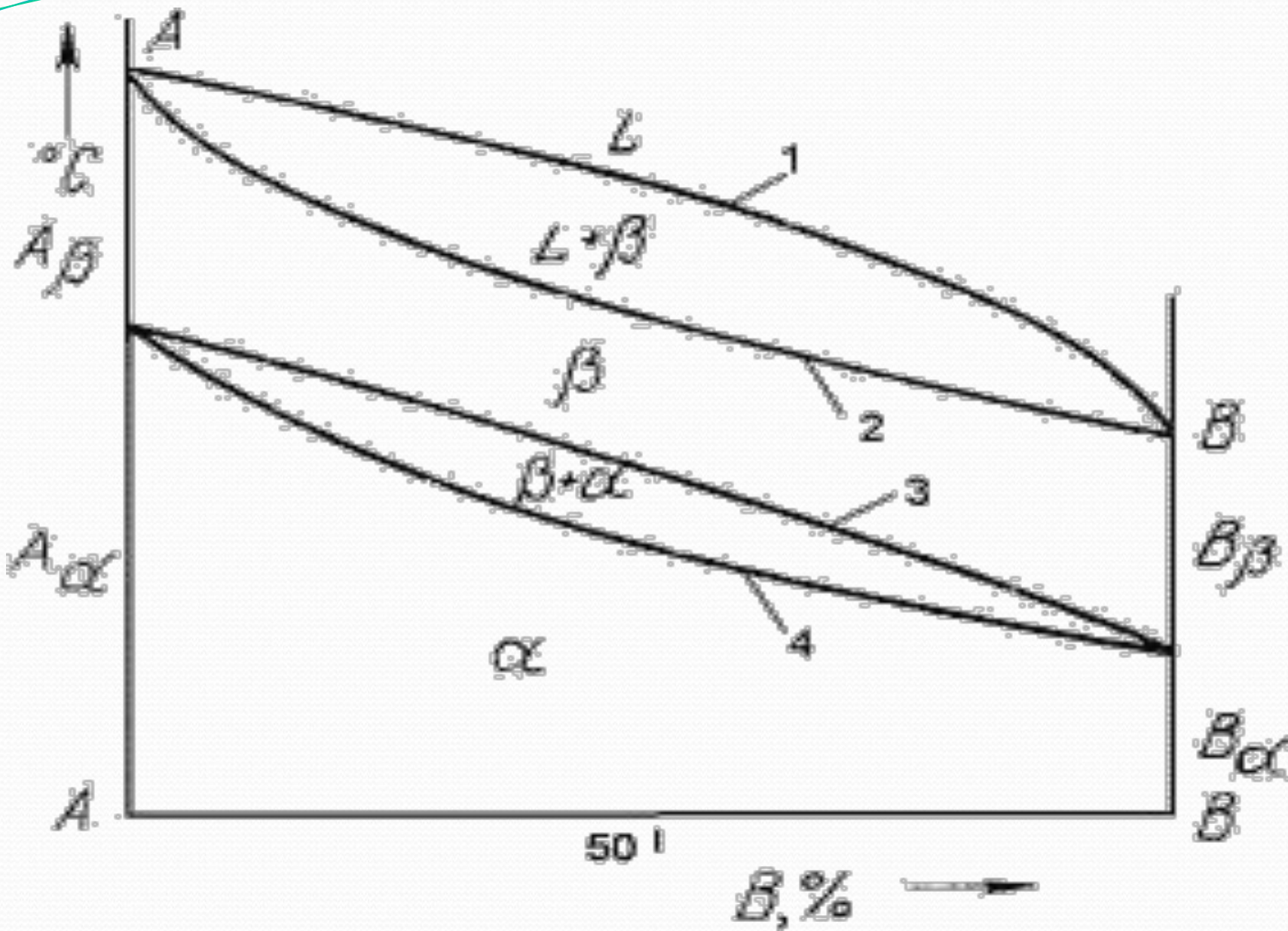


Диаграмма состояния



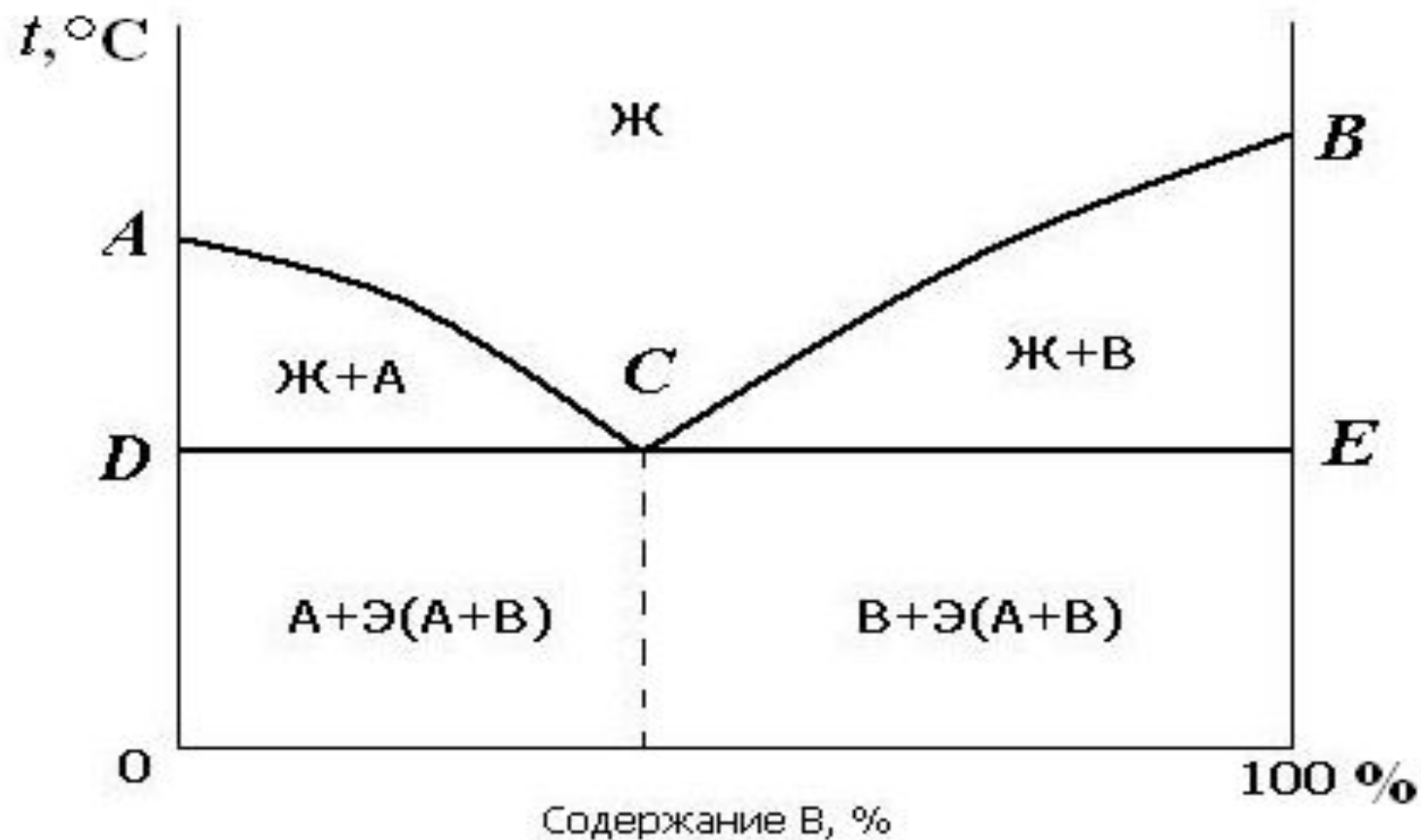
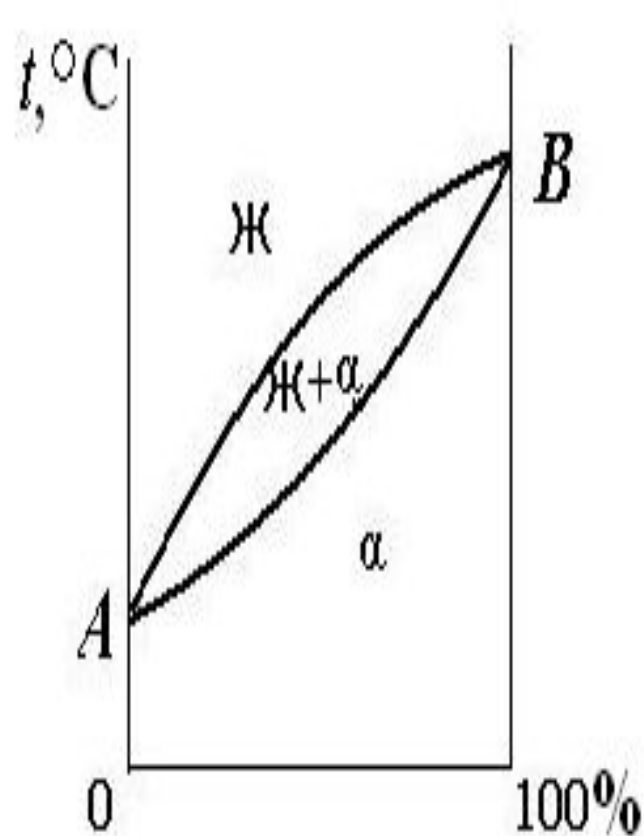
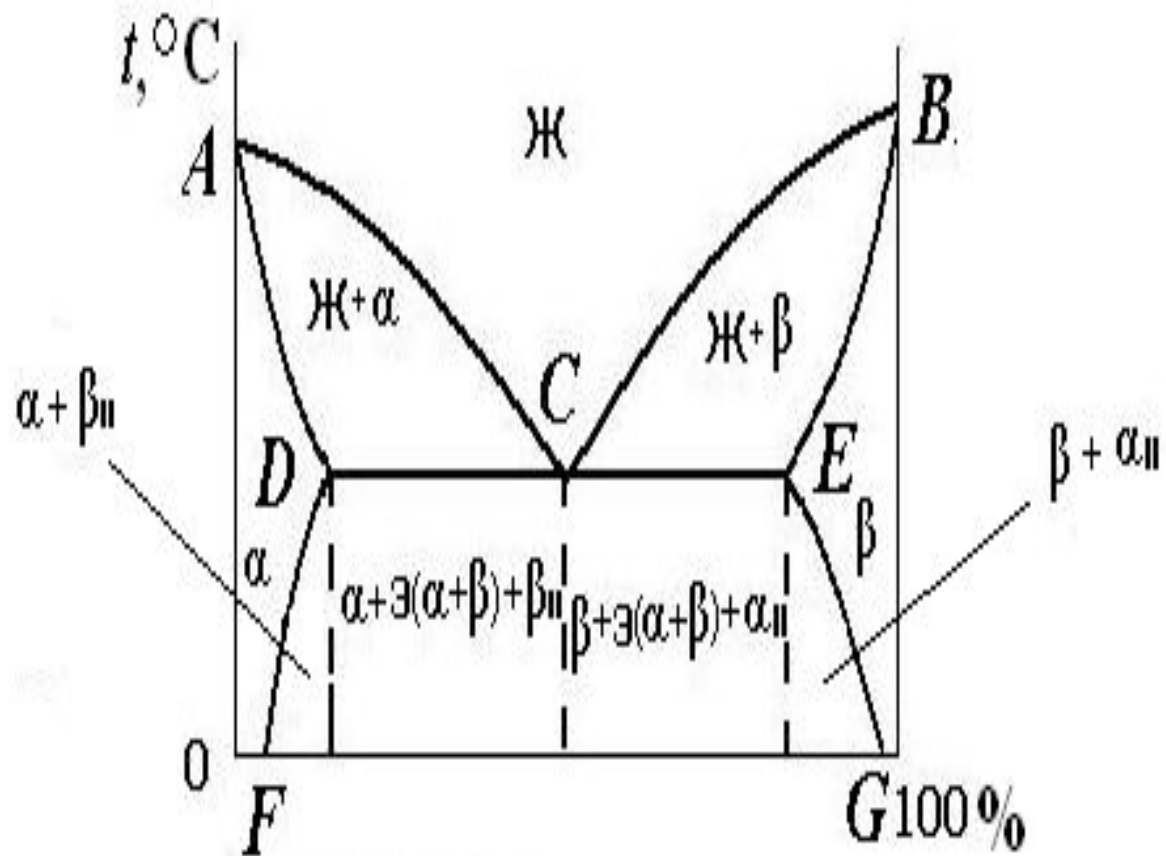


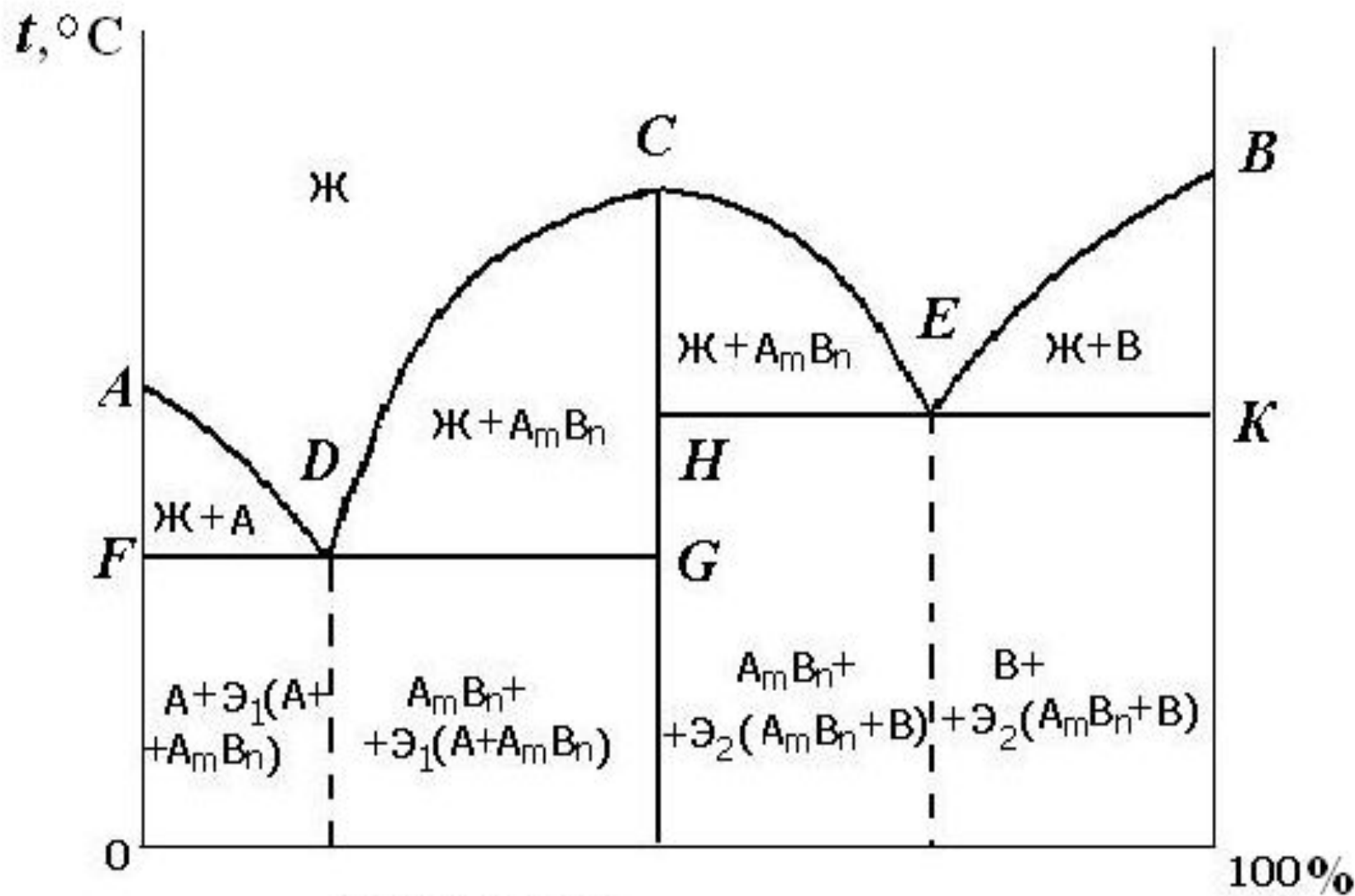
Рис. 9 Диаграмма состояния сплавов, образующих механические смеси.



Содержание В, %
Рис. 10 Диаграмма состояния сплавов с неограниченной растворимостью.



Содержание В, %
Рис. 11 Диаграмма состояния сплавов с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии.



Содержание В, %

Рис. 12 Диаграмма состояния сплавов образующих химическое соединение.

Диаграмма состояния сплавов из двух компонентов (Pb – Sb), образующих механическую смесь

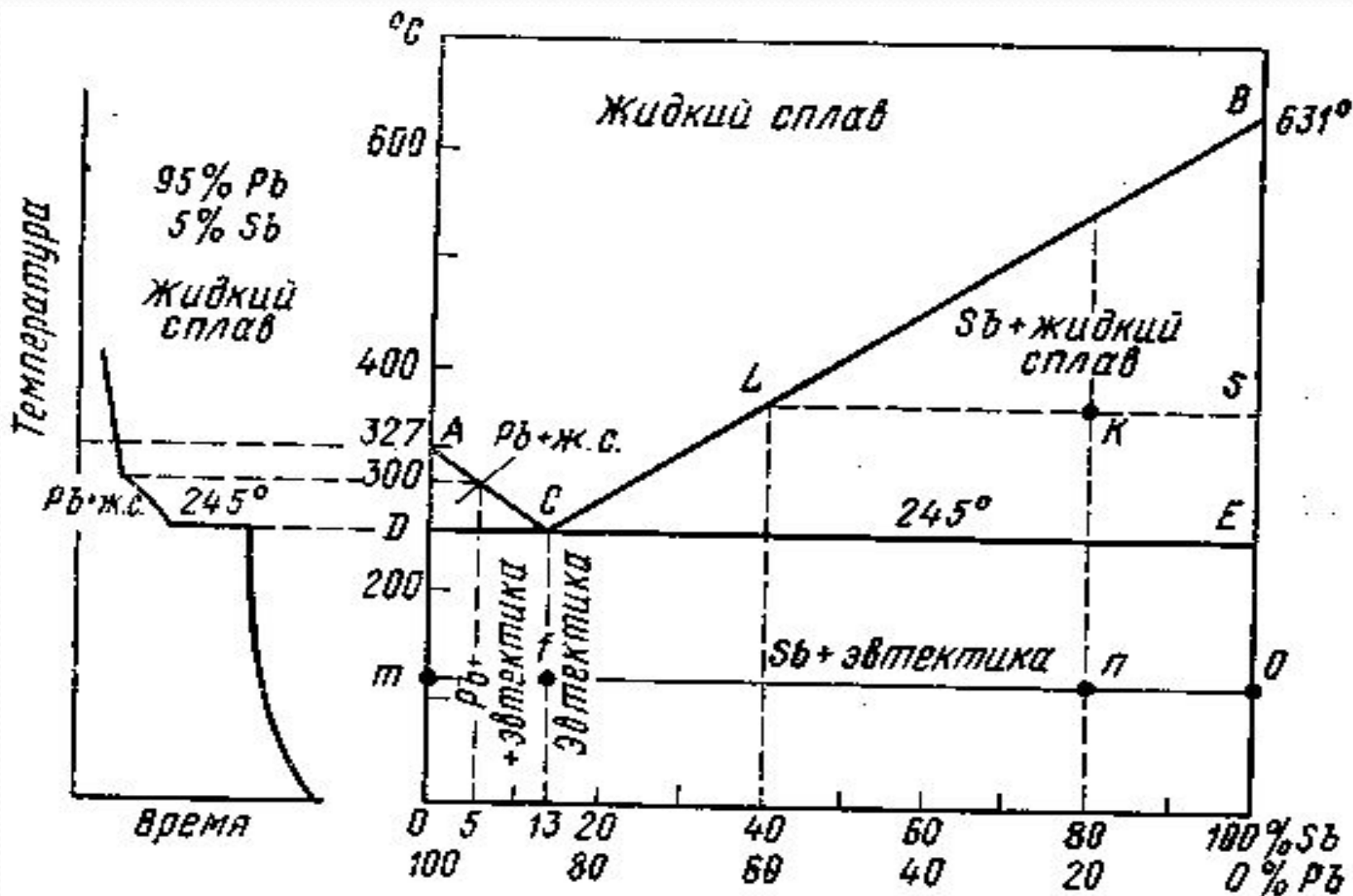


Диаграмма состояния сплавов, оба компонента которых неограниченно растворяются друг в друге в жидком и твердом состоянии и не образуют химических соединений

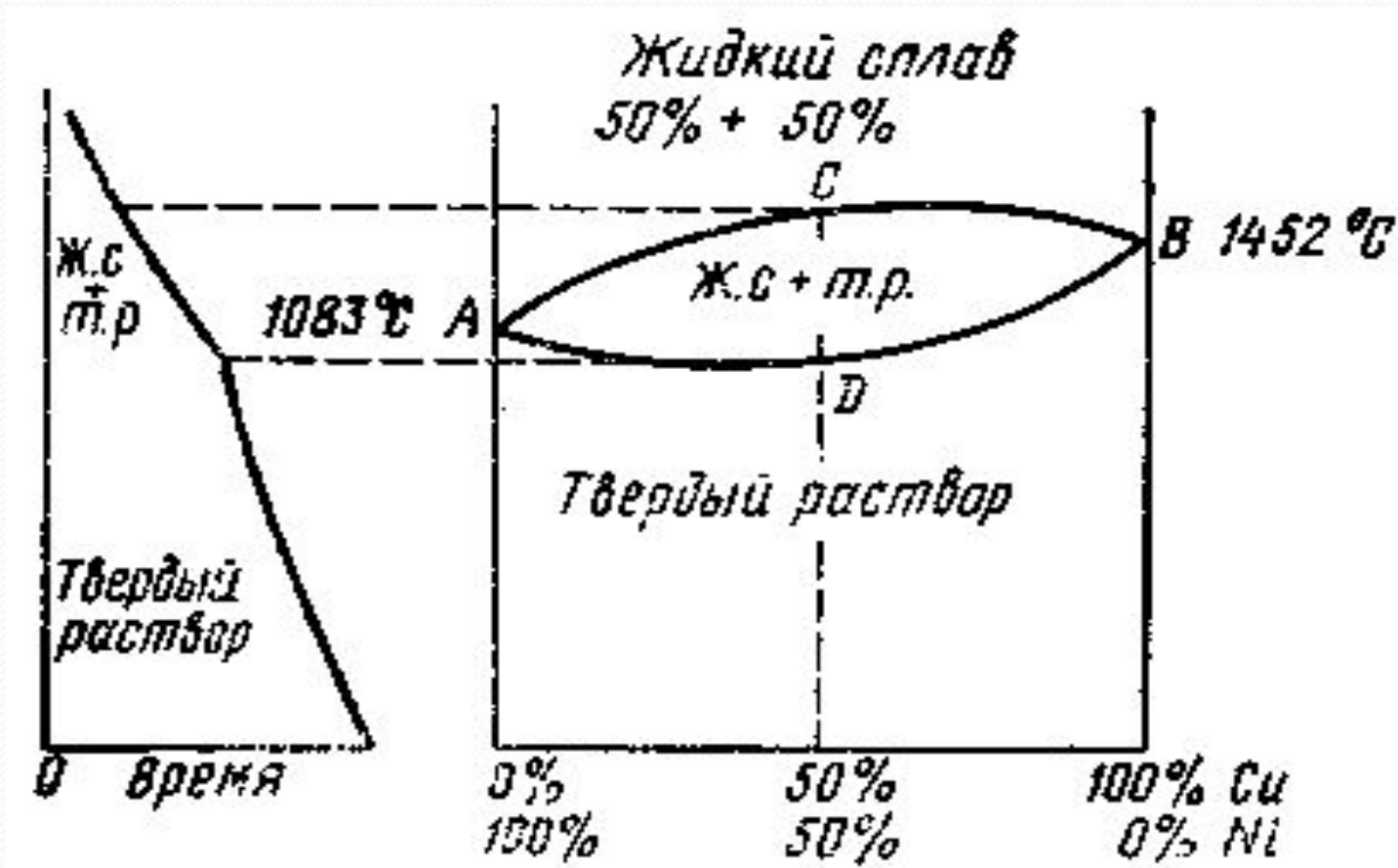


Диаграмма состояния сплавов, оба компонента которых
ограниченно растворимы в твердом неограниченно
растворимы в жидком состоянии и не образуют
химических соединений



Диаграмма состояния сплавов, компоненты которого образуют устойчивое химическое соединение

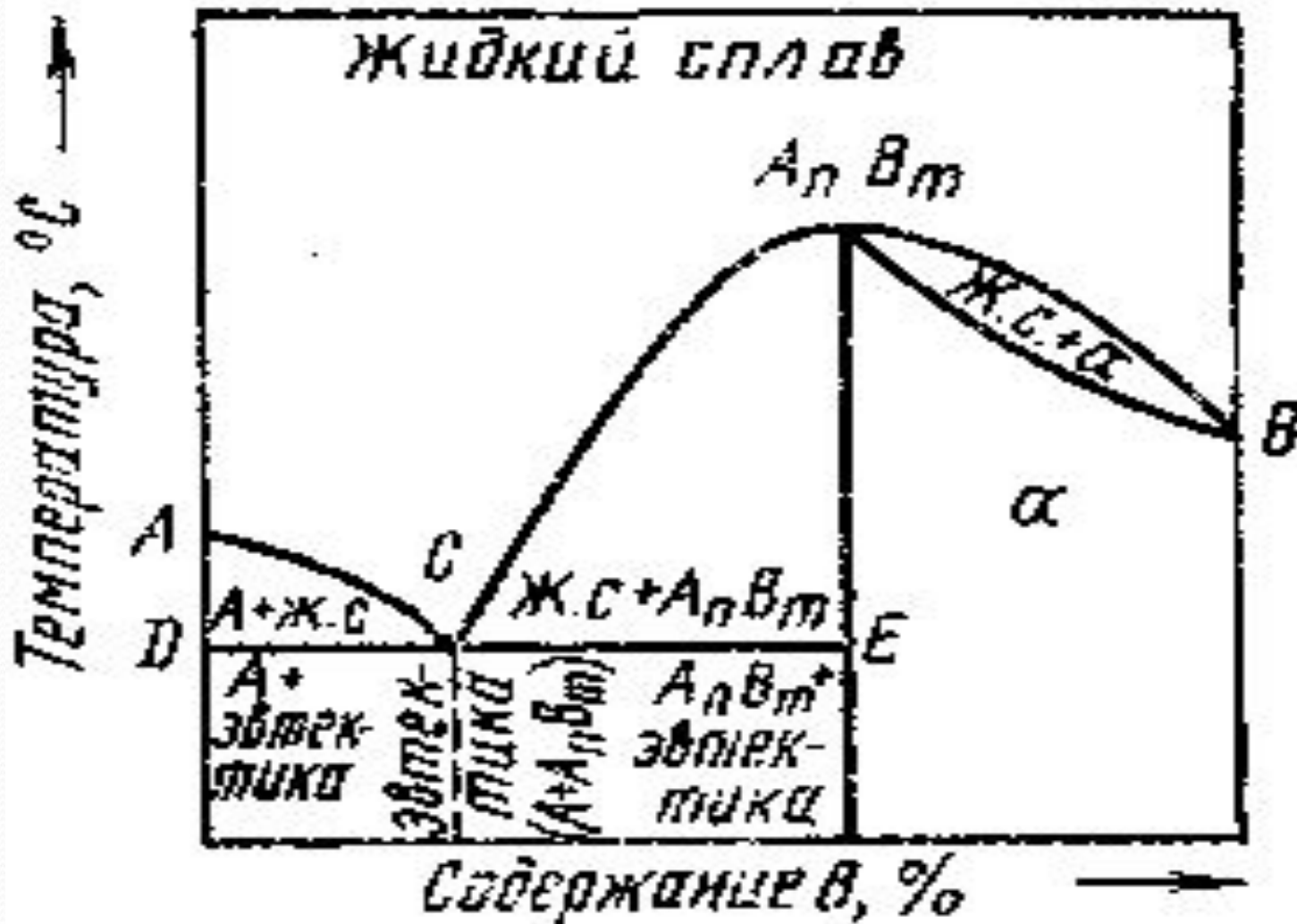


Диаграмма состояния сплавов, компоненты которых неограниченно растворимы в жидком состоянии, нерастворимы в твердом и образуют неустойчивые химические соединения

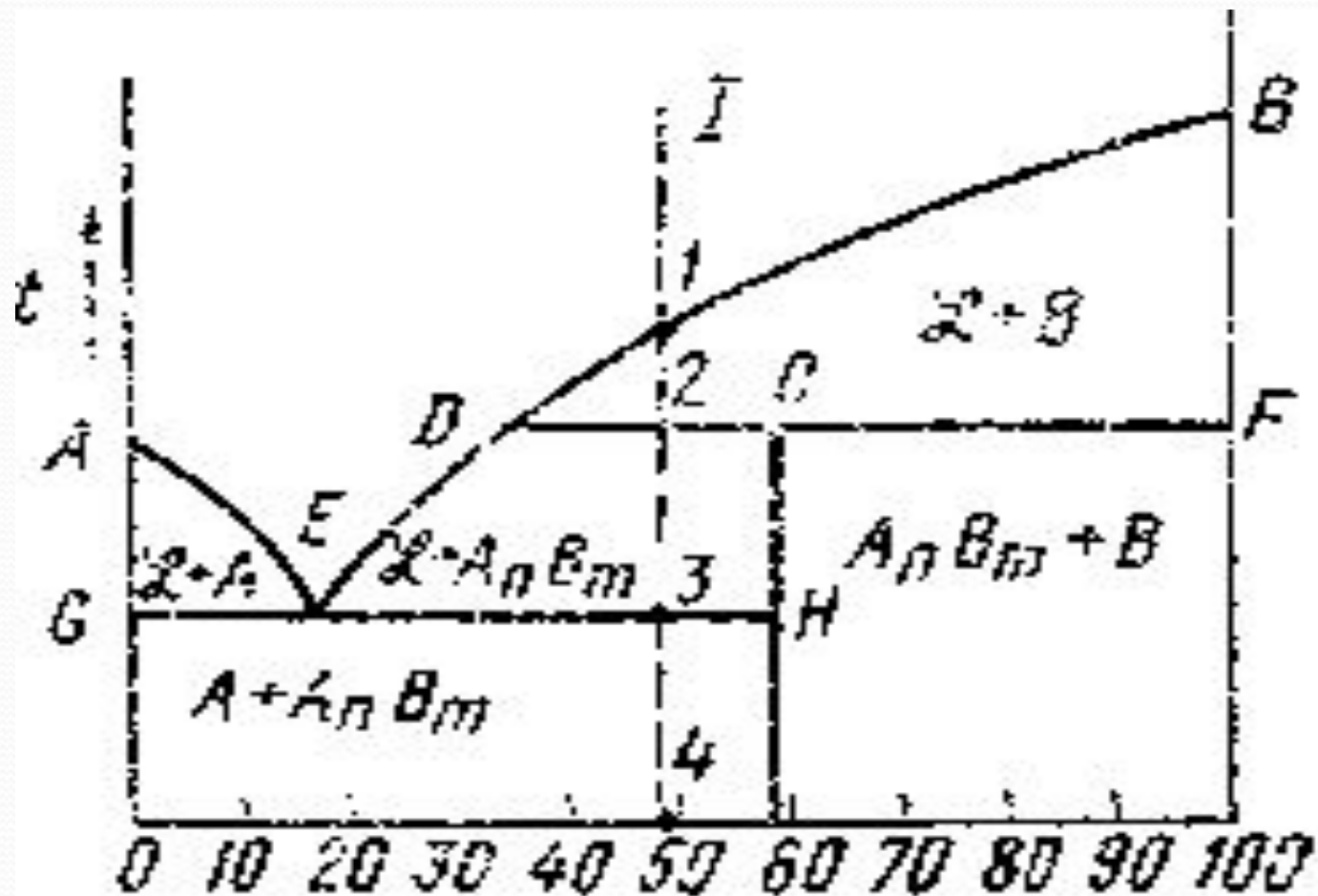
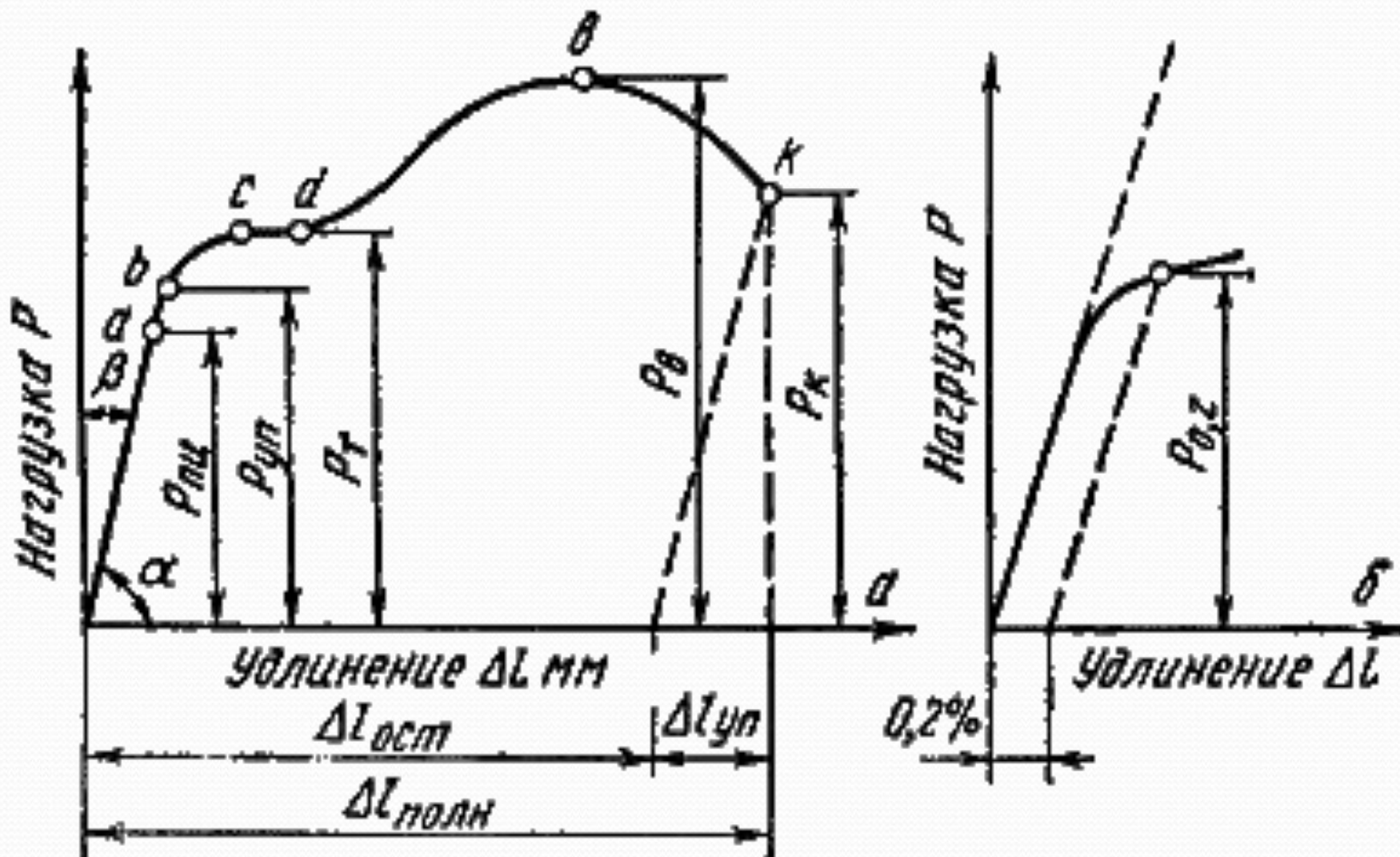


Диаграмма растяжения. а – абсолютная, б – относительная; в – схема определения условного предела текучести



Предел пропорциональности – максимальное напряжение, до которого сохраняется линейная зависимость между деформацией и напряжением.

$$\sigma_{\text{п}} = \frac{R_{\text{п}}}{E_{\text{п}}}$$

● Физический предел текучести – это напряжение, при котором происходит увеличение деформации при постоянной нагрузке (наличие горизонтальной площадки на диаграмме растяжения).

$$\sigma_{\text{ж}} = \frac{R_{\text{ж}}}{E_{\text{ж}}}$$

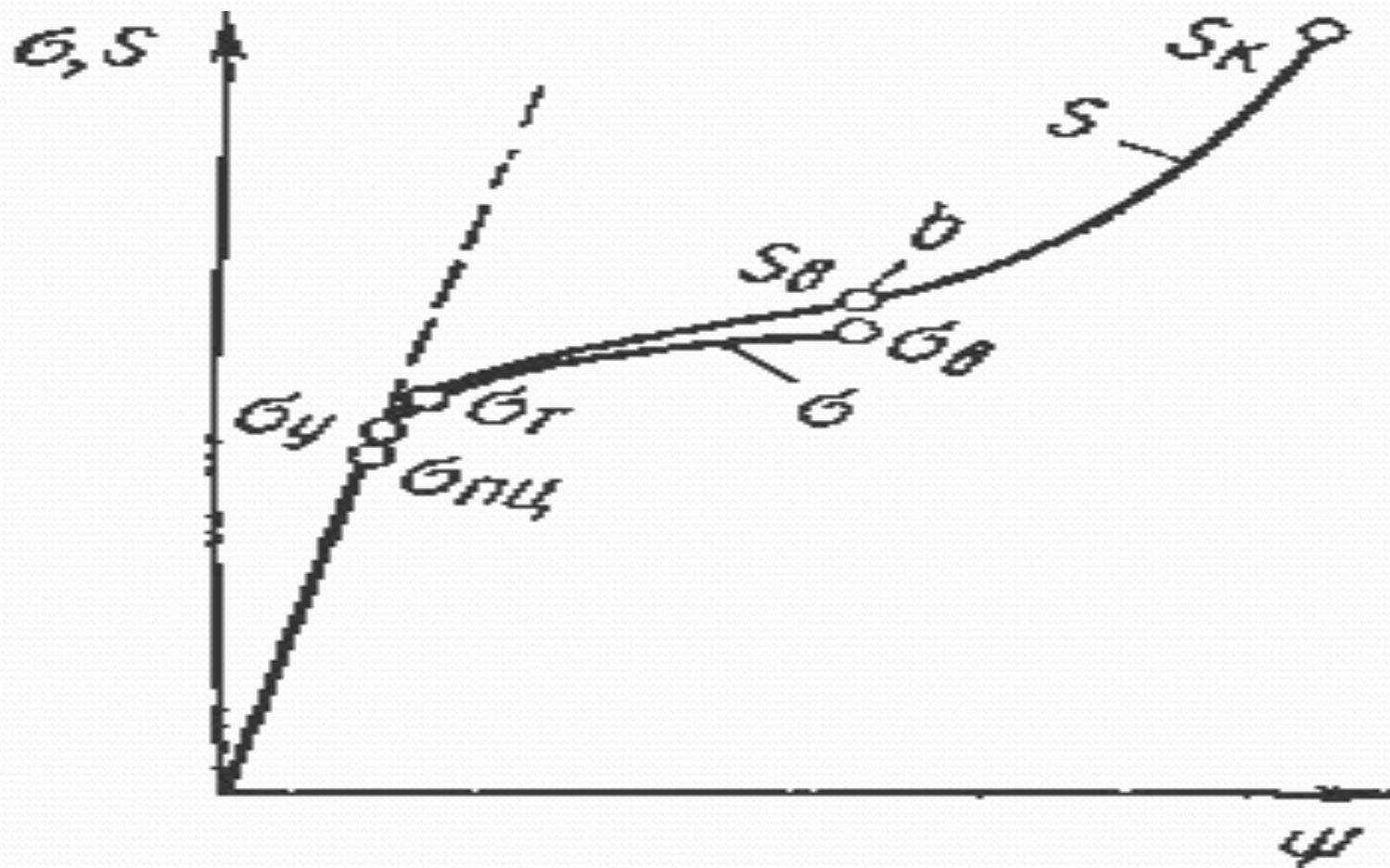
Предел прочности – напряжение, соответствующее максимальной нагрузке, которую выдерживает образец до разрушения (временное сопротивление разрыву).

$$\sigma_{\sigma} = \frac{R_{\sigma}}{F_{\sigma 0}}$$

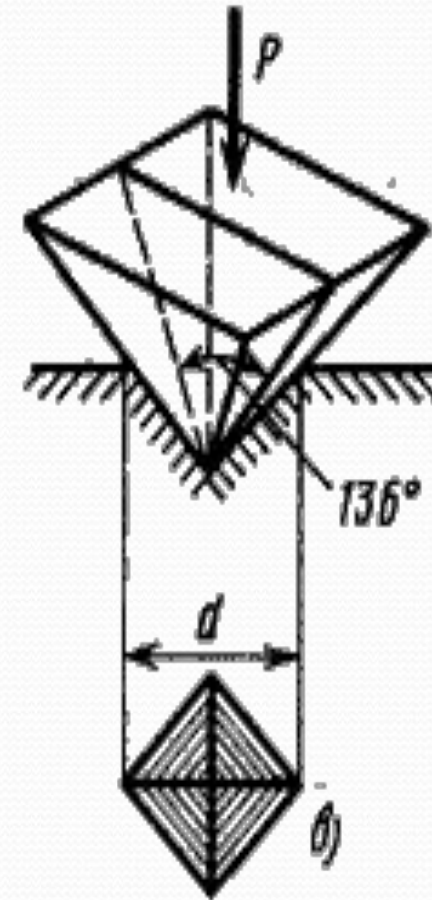
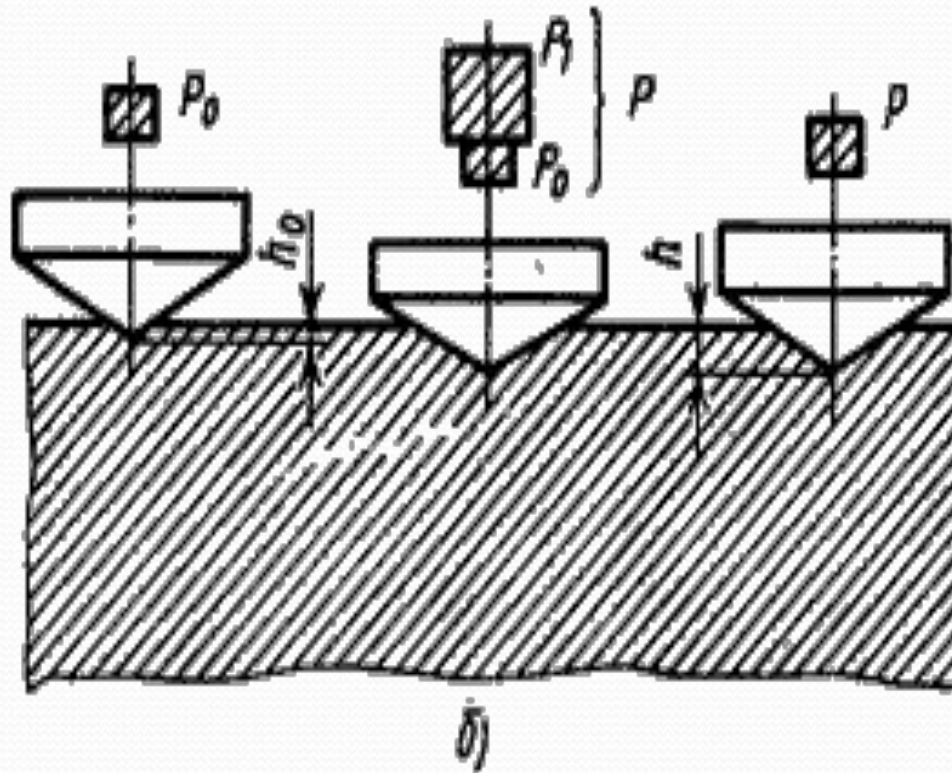
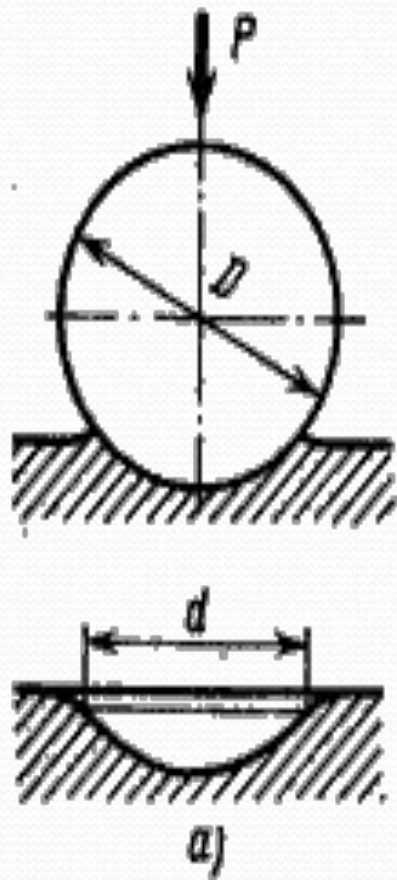
Истинное сопротивление разрушению – это максимальное напряжение, которое выдерживает материал в момент, предшествующий разрушению образца .

$$\sigma_{\sigma}^{\kappa} = \frac{R_{\sigma}^{\kappa}}{F_{\sigma}^{\kappa}}$$

Истинная диаграмма растяжения



а – по Бринеллю; б – по Роквеллу;
в – по Виккерсу



Твердость определяется как отношение приложенной нагрузки P к сферической поверхности отпечатка F :

$$HB = \frac{P}{F} = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

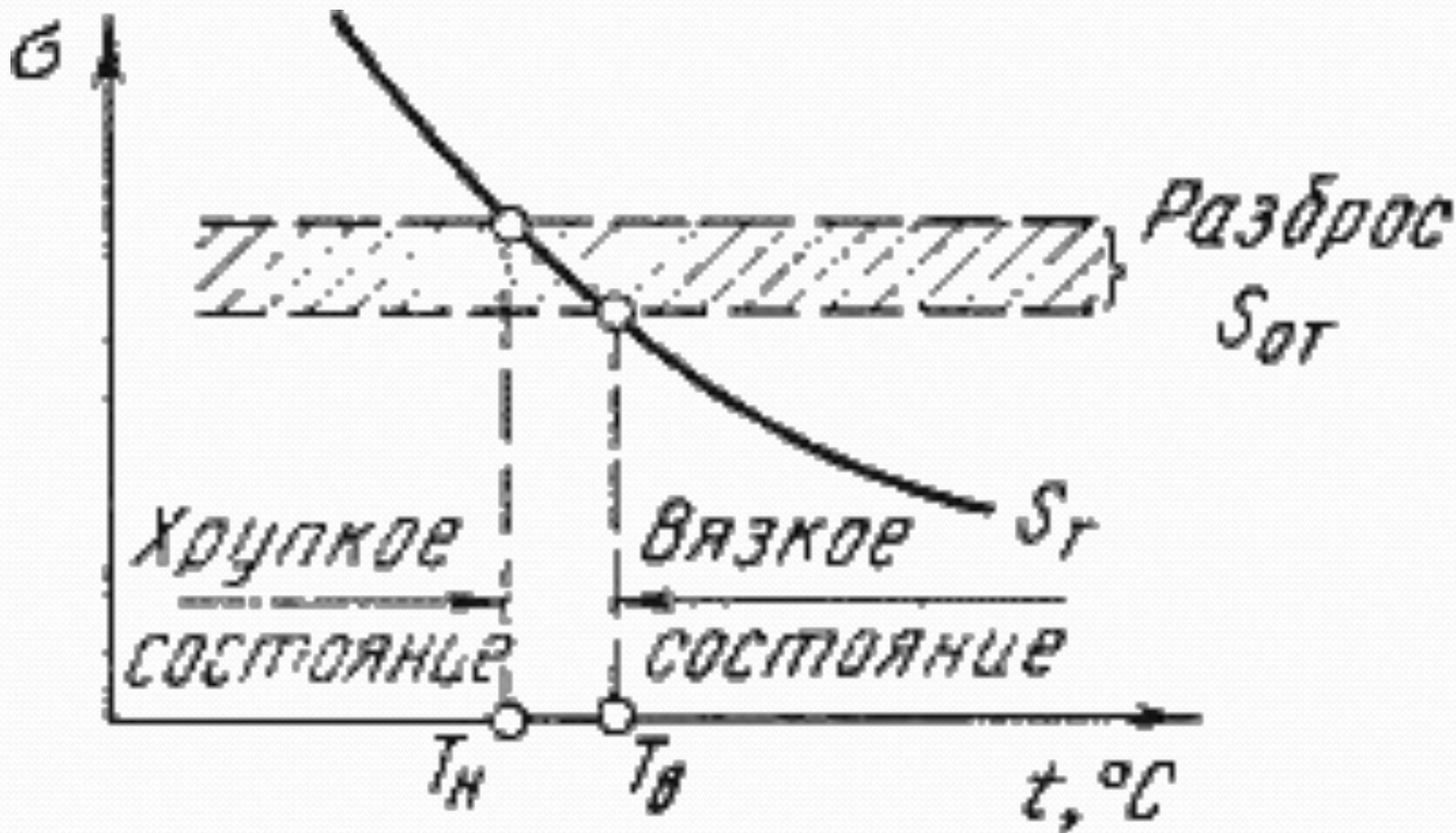
Шкалы для определения твердости по Роквеллу

| Шкала | Обозначение | Индентор | Нагрузка, кг | | | Область применения |
|-------|-------------|----------------------------------|--------------|-----|-----|-------------------------------------|
| | | | P0 | P1 | P2 | |
| A | HRA | Алмазный конус < 1200 | 10 | 50 | 60 | Для особо твёрдых материалов |
| B | HRB | Стальной закаленный шарик Ø1/16" | 10 | 90 | 100 | Для относительно мягких материалов |
| C | HRC | Алмазный конус < 1200 | 10 | 140 | 150 | Для относительно твёрдых материалов |

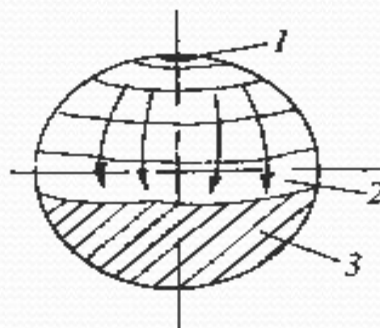
Твердость рассчитывается как отношение приложенной нагрузки P к площади поверхности отпечатка F :

$$HV = \frac{P}{F} = \frac{2P \sin \frac{\alpha}{2}}{d^2} = 1,8544 \frac{P}{d^2}$$

Влияние температуры на пластичное и хрупкое состояние



- Испытания на выносливость (ГОСТ 2860) дают характеристики усталостной прочности.
- Усталость - разрушение материала при повторных знакопеременных напряжениях, величина которых не превышает предела текучести.
- Усталостная прочность – способность материала сопротивляться усталости.
- Процесс усталости состоит из трех этапов, соответствующие этим этапам зоны в изломе показаны на рис.



- 1 – образование трещины в наиболее нагруженной части сечения, которая подвергалась микродеформациям и получила максимальное упрочнение
- 2 – постепенное распространение трещины, гладкая притертая поверхность
- 3 – окончательное разрушение, зона “долома“, живое сечение уменьшается, а истинное напряжение увеличивается, пока не происходит разрушение хрупкое или вязкое

Цель работы:

- 1. Освоение методики измерения твердости вдавливанием на приборах Бринелля и Роквелла.
- 2. Выбор условий испытаний для конкретных образцов и материалов и проведение измерений твердости.

выполнять следующие требования.

- Поверхность испытуемого образца должна быть обработана в виде плоскости так, чтобы края отпечатка были отчетливо видны при измерении его диаметра, и чтобы действующая сила прикладывалась перпендикулярно поверхности образца. Поверхность испытуемого образца должна быть свободна от окалины и других посторонних веществ.
- Минимальная толщина образца должна быть не менее десятикратной глубины отпечатка. На обратной стороне испытуемого образца после изменения твердости не должно быть заметно следов деформации.
- 3. При выборе шарика и нагрузки следует руководствоваться таблицей 4.
- 4. Расстояние от центра отпечатка до края образца не должно быть менее, чем $2,5 d$, а расстояние между центрами соседних отпечатков - не менее $4 d$.
- 5. Процесс измерения твердости по Бринеллю состоит в том, что образец, помещенный на столик прибора, приводится в соприкосновение с наконечником (столик следует поднимать до упора), что соответствует предварительной нагрузке, примерно 1000 Н , затем в течение определенного времени прикладывается выбранная нагрузка, после снятия которой столик с образцом отводится, и на образце с помощью специальной лупы измеряют диаметр отпечатка (цена деления лупы $0,1 \text{ мм}$). Образцы с твердостью $\text{HV} > 4500 \text{ МПа}$ на приборе Бринелля испытывать запрещается.
- 6. Размер полученного отпечатка измеряют с помощью лупы Бринелля и по формуле (6) или по таблице, с учетом нагрузки, находят значение твердости.

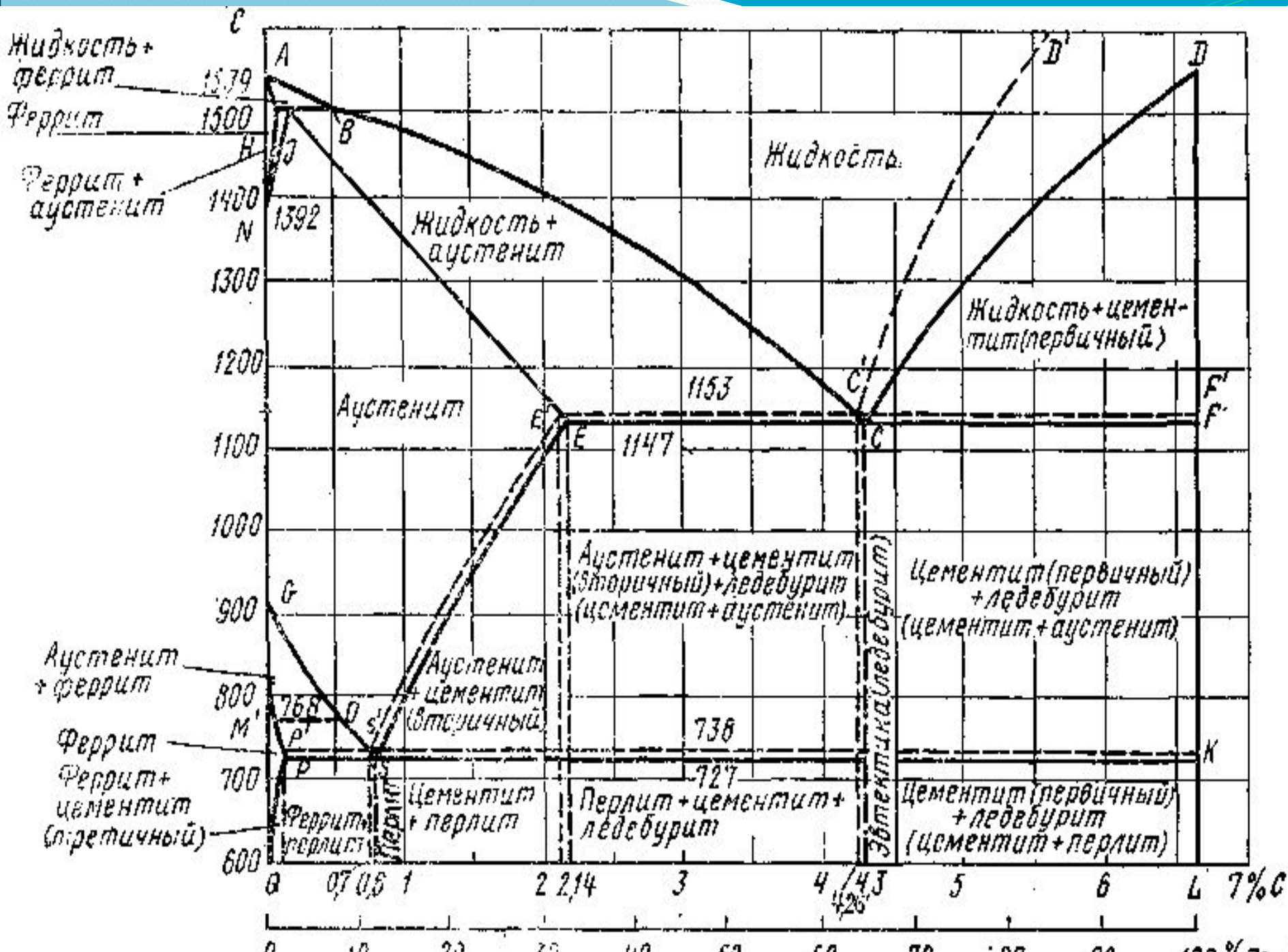
Определение твердости на приборе Роквелла

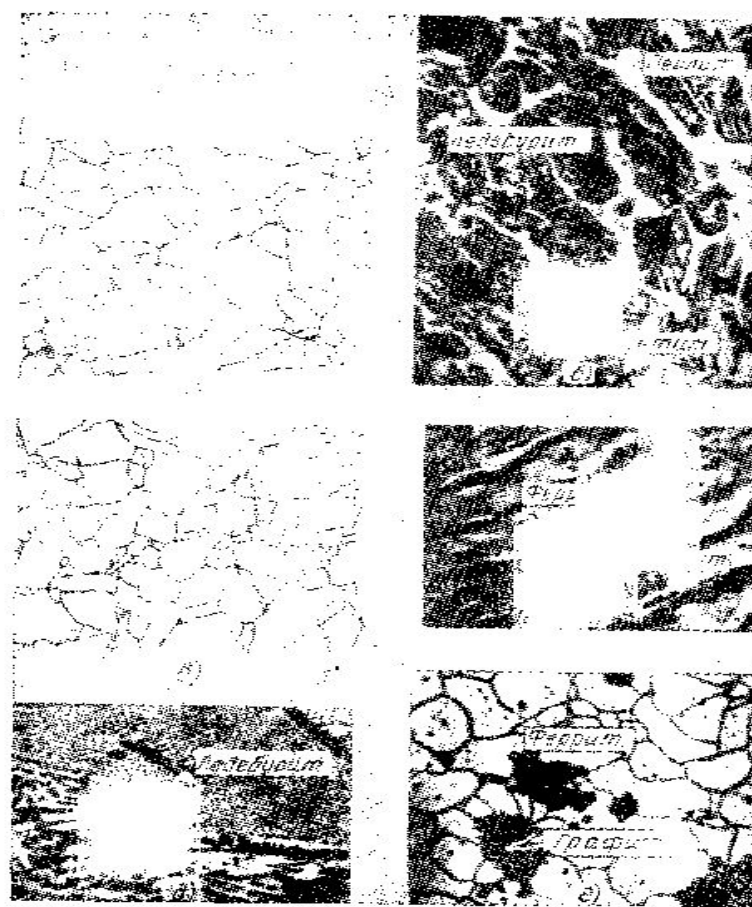
- Измерение твердости на приборе Роквелла производится с помощью стального шарика диаметром порядка 1,6 мм или алмазного конуса с углом при вершине 120° . Число твердости по Роквеллу зависит от глубины вдавливания наконечника и считывается со шкалы индикатора, установленного на приборе Роквелла. Нагрузка к наконечнику прикладывается в две стадии: сначала предварительная (100 Н) путем совмещения малой стрелки с красной точкой. Большая стрелка всегда совмещается с нулем черной шкалы. Затем дается основная, которая в сумме с предварительной составляет 600, 1000 или 1500 Н

- Шкала измерения F применяется для цветных металлов; шкала В - для отожженных черных металлов; шкала С - для закаленных металлов; шкала А - для измерения твердости поверхностных слоев металла.

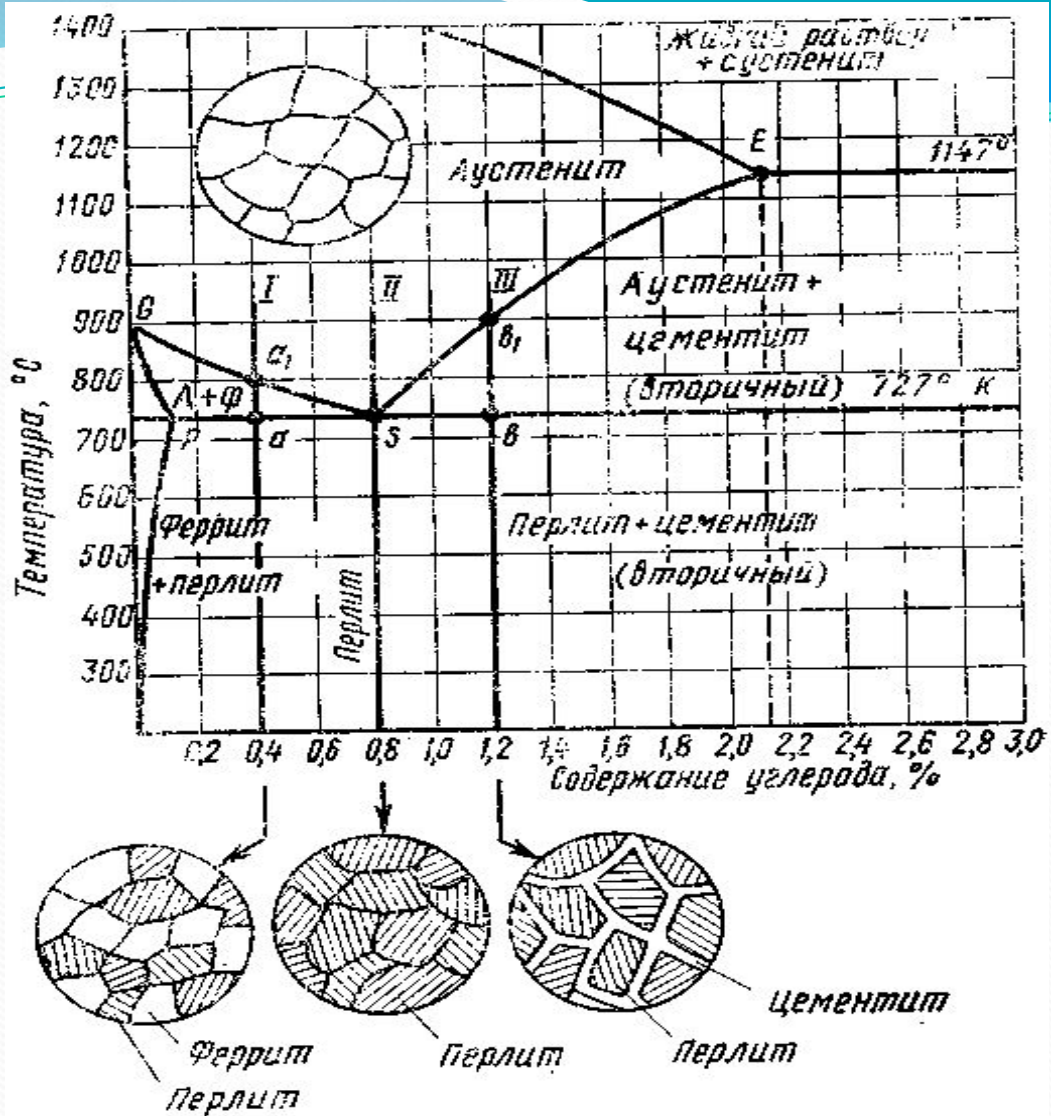
Контрольные вопросы

- 1. Что называется твердостью?
- 2. Какова размерность твердости по Бринеллю и Роквеллу?
- 3. Последовательность замера твердости на приборах Бринелля и Роквелла.
- 4. Какие нагрузки и диаметры шариков применяются на приборе Бринелля?
- 5. В чем сущность закона подобия и где он используется?
- 6. В чем различие между шкалой отсчета и шкалой измерения твердости?
- 7. Какие шкалы измерения твердости и когда применяются на приборе Роквелла?
- 8. Каковы условия испытания твердости по шкале А?
- 9. Каковы условия испытания твердости по шкале В?
- 10. Каковы условия испытания твердости по шкале С?
- 11. Каковы условия испытания твердости по шкале F?



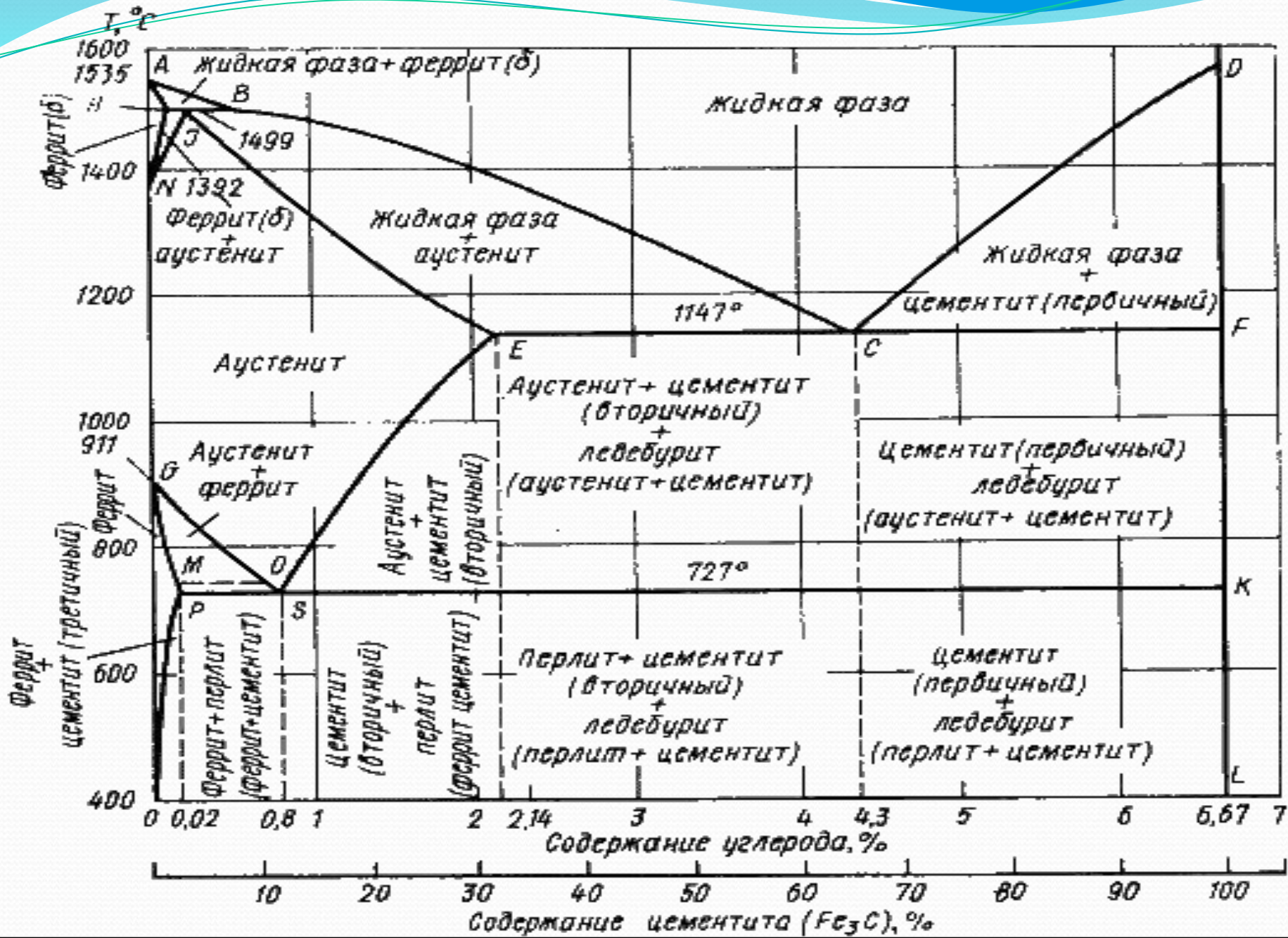


- Основные микроструктуры стали и чугуна: а – феррит ×500, б–цементит ×250,
- в – аустенит ×500, г – пластинчатый перлит ×300, д – ледебурит ×500, е – графит ×250

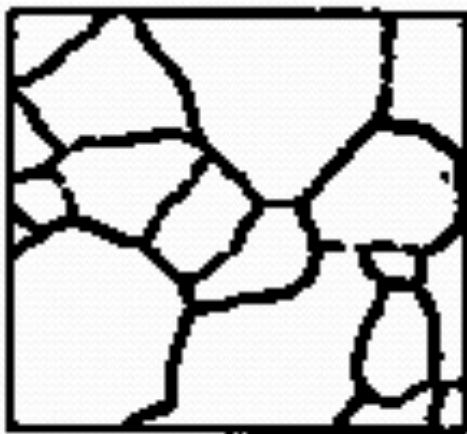


«Стальной» участок диаграммы состояния системы железо–углерод

■ Диаграмма состояния железо - цементит



Микроструктуры технического железа: а – содержание углерода менее 0,006%; б – содержание углерода 0,006...0,02 %



а)



б)

Микроструктуры сталей: а – доэвтектоидная сталь

б – эвтектоидная сталь (пластинчатый перлит); в – эвтектоидная сталь (зернистый перлит); г – заэвтектоидная сталь



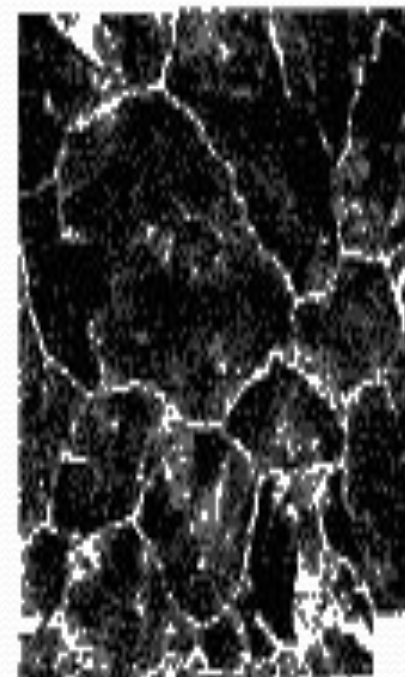
а)



б)



в)



г)



а)



б)



в)

- Микроструктуры белых чугунов: а — доэвтектический белый чугун ; б — эвтектический белый чугун (Л); в — заэвтектический белый чугун .

Лабораторная работа №4

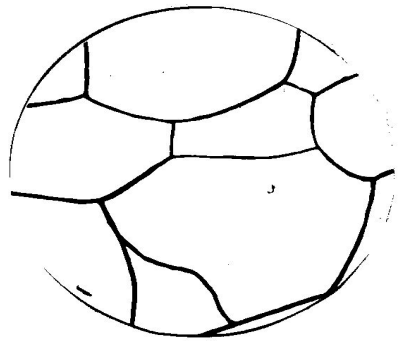
Количественный

металлографический анализ

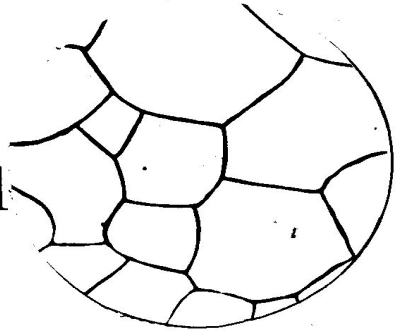
Цель работы: овладеть методикой количественной металлографии при определении величины зерна, соотношения фазовых, структурных составляющих.

Для работы необходимы: микроскоп с окуляр-микрометром, объект-микрометр, шлифы технического железа и чугуна с шаровидным графитом.

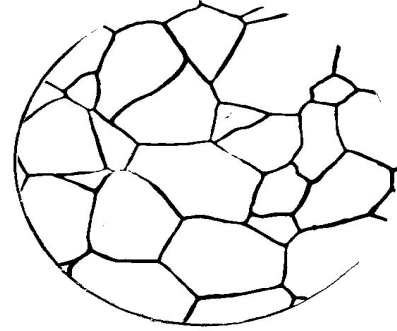
Величины зерн в стали при 100х



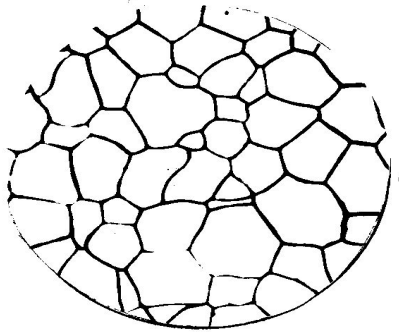
1



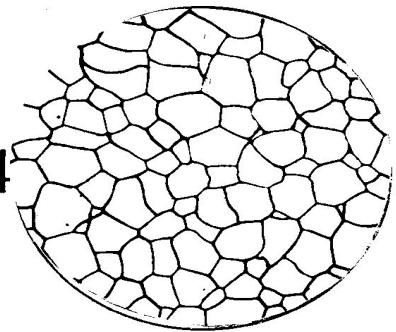
2



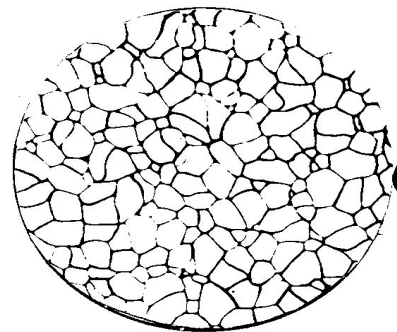
3



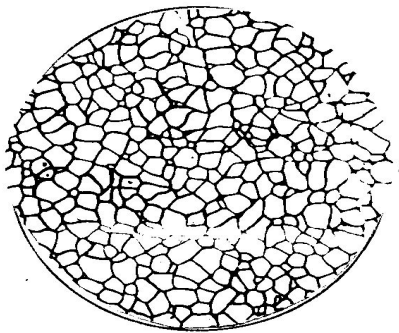
4



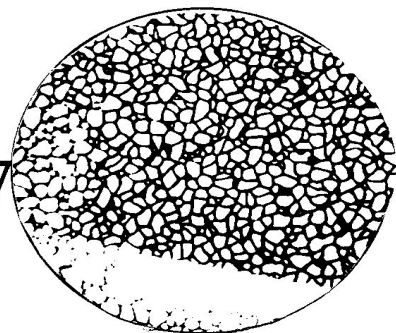
5



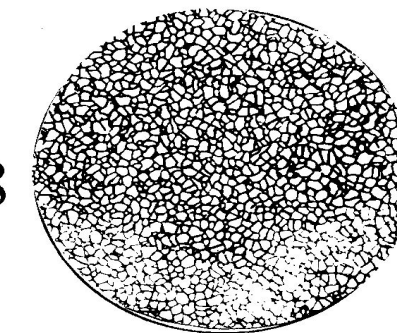
6



7



8



9