



## Лекция 13

# Процессы графитообразования и факторы, на них влияющие

Поток 21 МС

Автор доц. Тарабанова В.П.

Lect 13\_21MC\_LV\_TVP\_2017

# План лекции

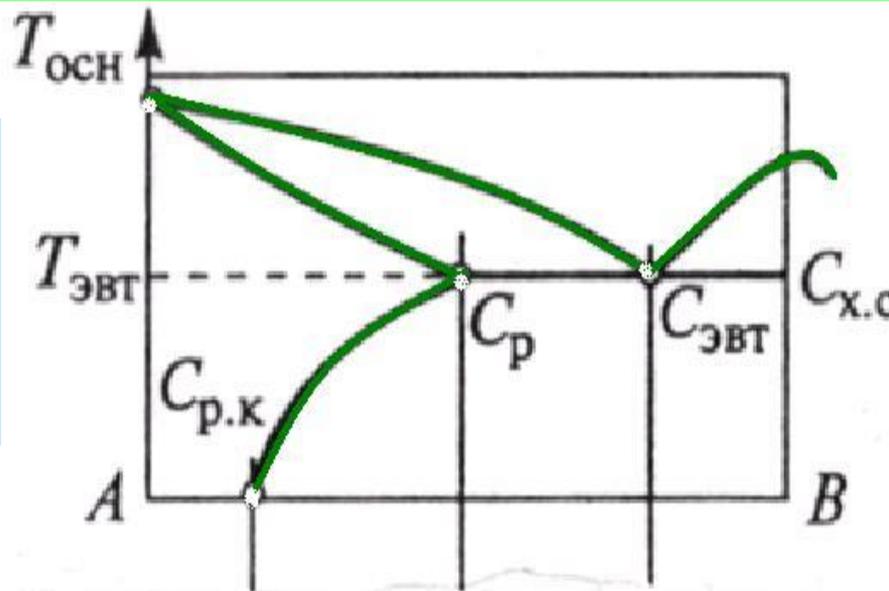
1. Принцип разработки литейных сплавов
2. Зависимость литейных свойств от положения на диаграмме состояния
3. Процессы графитизации
4. Влияние перегрева чугуна на количество гранита
5. Применение белого чугуна
6. Особенности эксплуатационных свойств графитизированных чугунов

# Абстрактная двойная система А-В

При разработке литейных сплавов учитывается: 1) выбор основы сплава; 2) выбор легирующих добавок; 3) выбор, конкретного сплава, режима его термической обработки; 4) определение вредных примесей.

Используют положение трех точек на диаграмме:  $C_p$ ,  $C_{ЭВТ}$ ,  $C_{р.к.}$ .

$C_p$  – предельная растворимость компонента в основе сплава



$C_{р.к.}$  – предельная растворимость компонента при нормальной температуре

$C_{ЭВТ}$  – эвтектическая концентрация

$C_{х.с.}$  – концентрация компонента в его химическом соединении

# Критерии, используемые при разработке новых сплавов

1) Коэффициент распределения  $K_{распр}$

$$K_{распр} = C_{ТВ}/C_{Ж},$$

где  $C_{ТВ}$  – концентрация компонентов в твердой фазе

$C_{Ж}$  – концентрация компонентов в жидкой фазе

Приняв линию ликвидуса и солидуса прямолинейными,

$$K_{распр} = C_p/C_{ЭВТ}$$

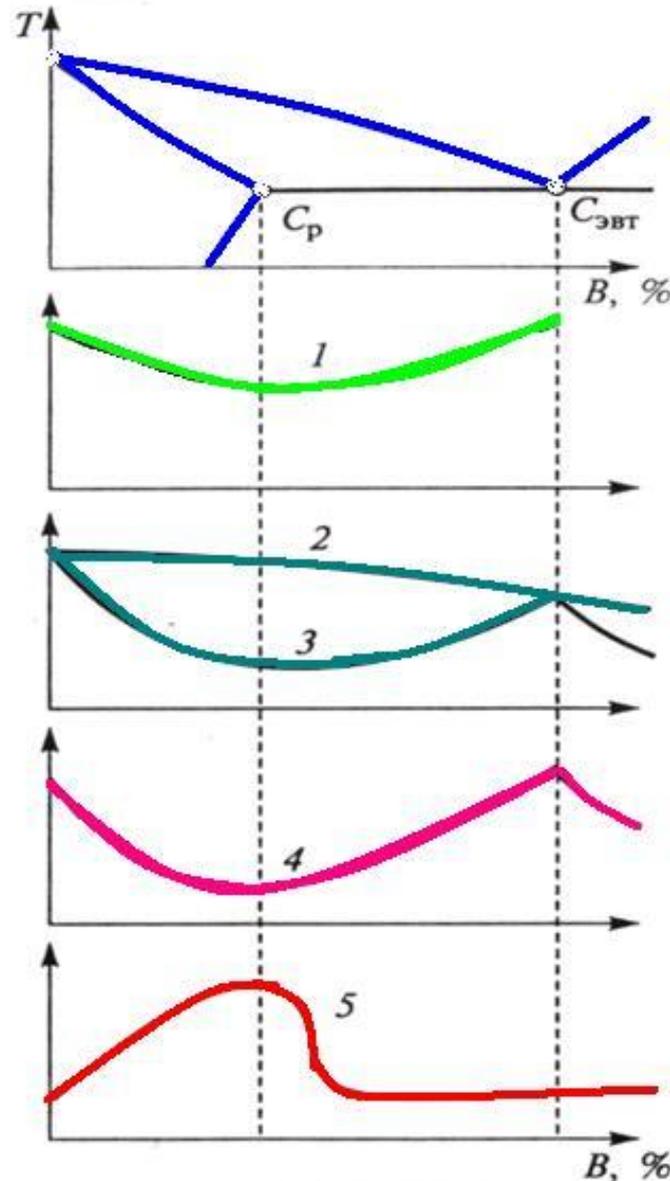
2) Коэффициент склонности к термической обработке

$$K_{т.о.} = (C_{х.с} - C_p) / (C_{х.с} - C_{р.к})$$

Чем  $K_{т.о.}$  меньше, тем термическая обработка эффективнее

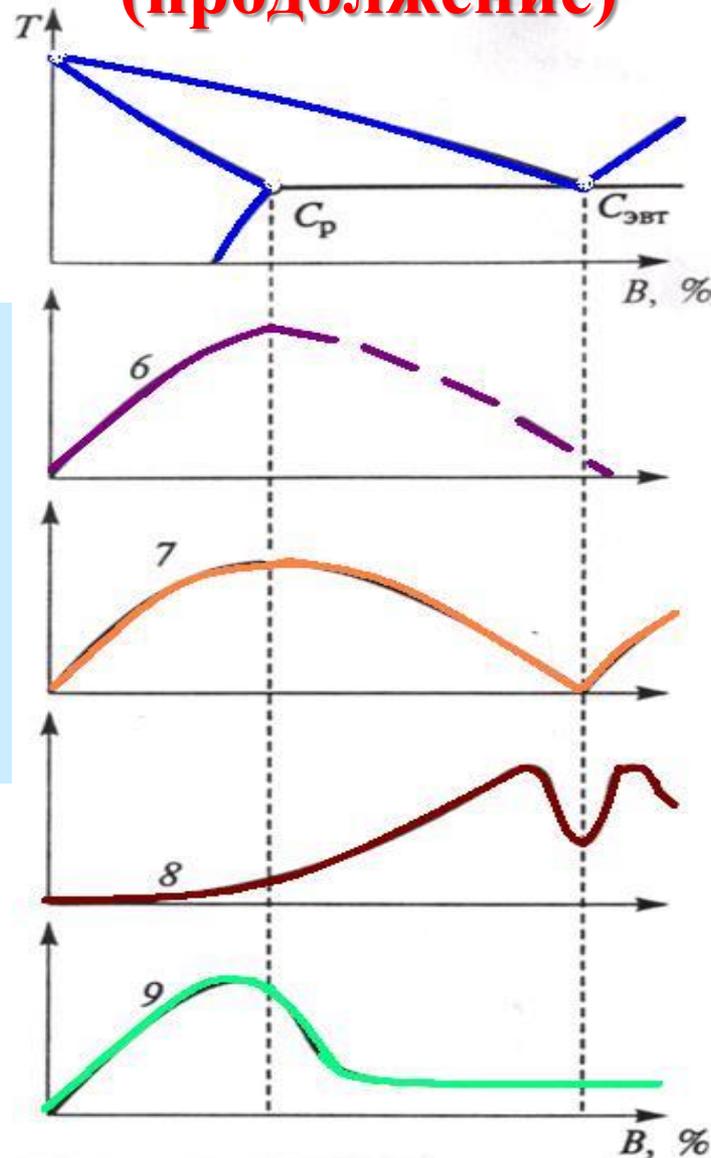
# Зависимость линейных свойств сплавов от их положения на диаграмме состояния

1 – жидкотекучесть  
2 – относительная  
объемная усадка  
3 – относительный  
объем усадочной  
раковины



4 – герметичность  
отливок  
5 – склонность к  
образованию  
горячих трещин

# Зависимость линейных свойств сплавов от их положения на диаграмме состояния (продолжение)



6 – склонность к дендритной ликвации

7 – склонность к прямой зональной ликвации

8 – склонность к гравитационной ликвации

9 – склонность к обратной ликвации

# Применение белого чугуна

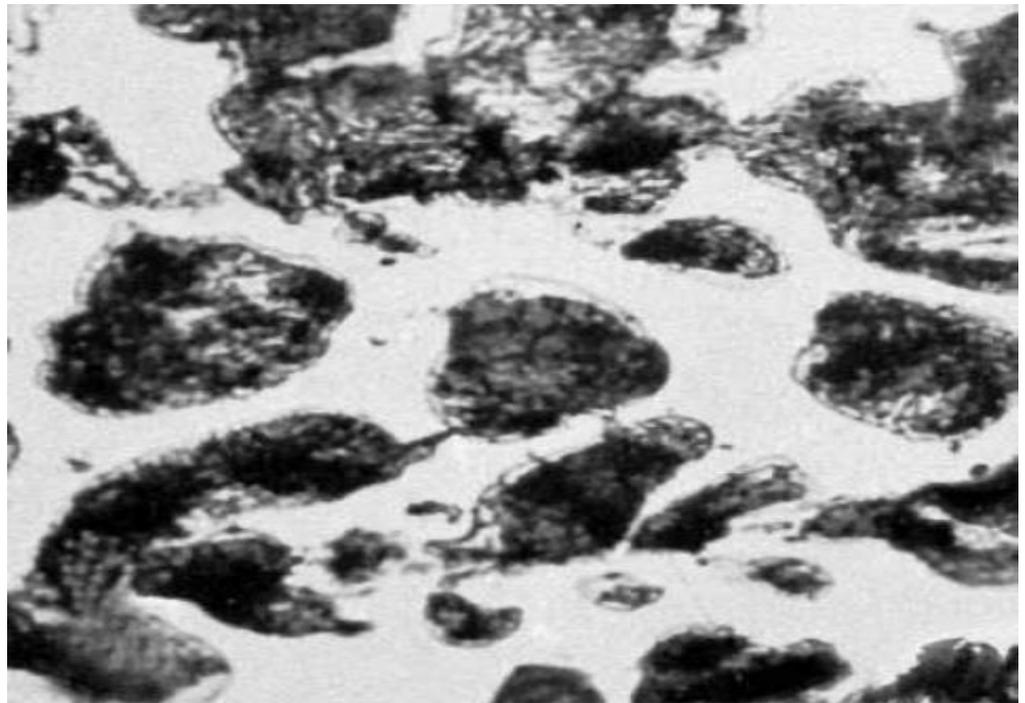
Детали, работающие на износ

Щеки  
камнедробилок

Прокатные валки,  
катки для мостовых,  
дробящие валки

Сквозной отбел  
можно получить  
только в отливках  
толщиной стенки  
менее 50 мм

При производстве  
ковкого чугуна



# Классификация графита по форме



Одной из самых отличительных особенностей чугуна является зависимость его структуры от химсостава, скорости охлаждения (от толщины стенки отливки), модифицирования

Гф1 – пластинчатая линейная

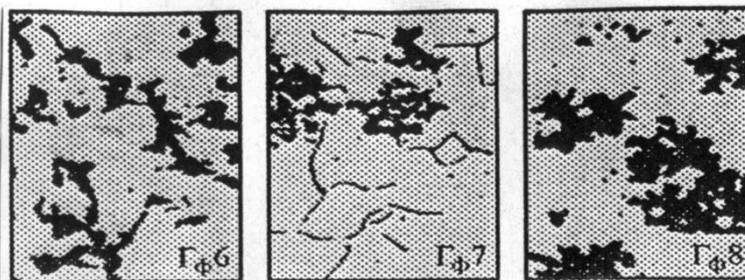
Гф2 – пластинчатая завихренная

Гф3 – пластинчатая игольчатая

Гф4 – гнездообразная

Гф5 – вермикулярная извилистая

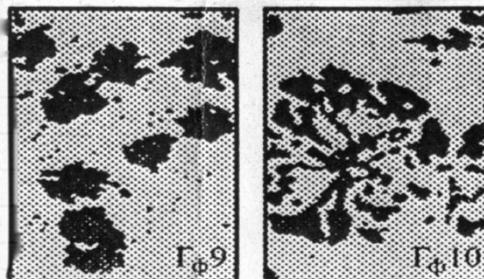
# Классификация графита по форме (продолжение)



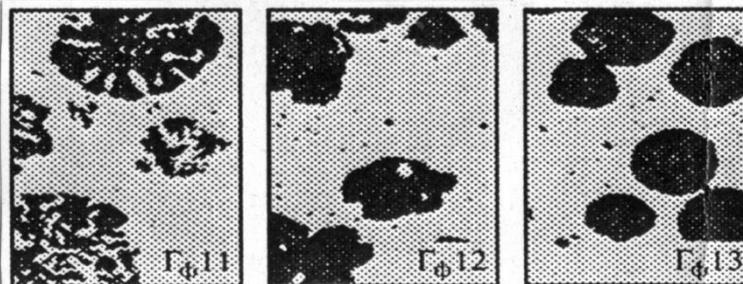
Гф6 – вермикулярная  
утолщенная

Гф7 – нитевидная

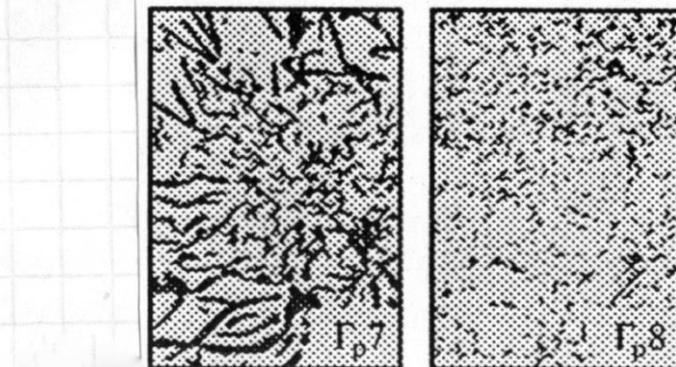
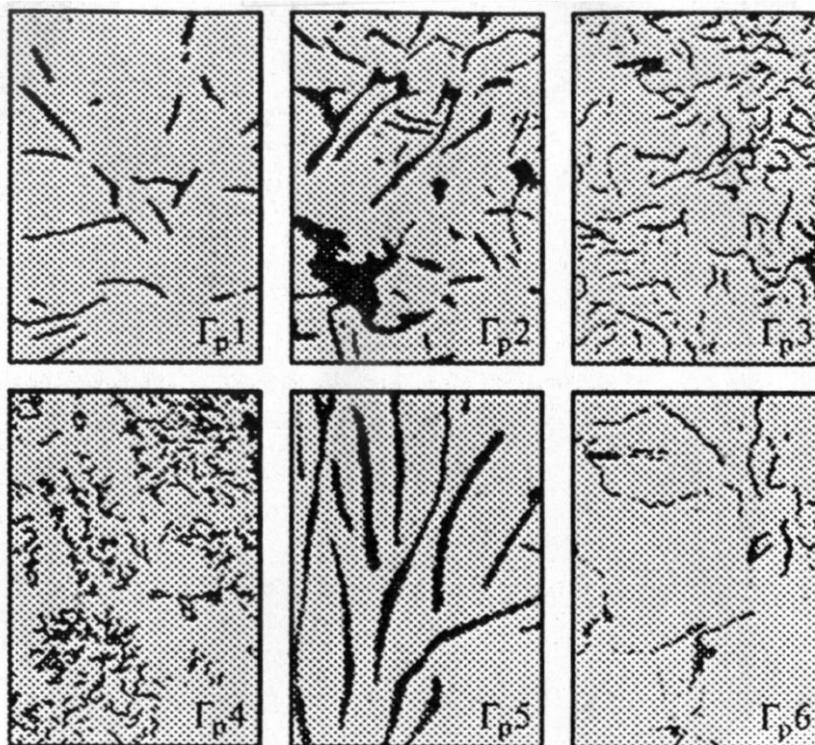
Гф8 – хлопьевидная  
Гф9 – компактная  
плотная



Гф10 – шаровидная разорванная  
Гф11 – шаровидная звездообразная  
Гф12 – шаровидная неправильная  
Гф13 – шаровидная правильная



# Классификация графита по распределению



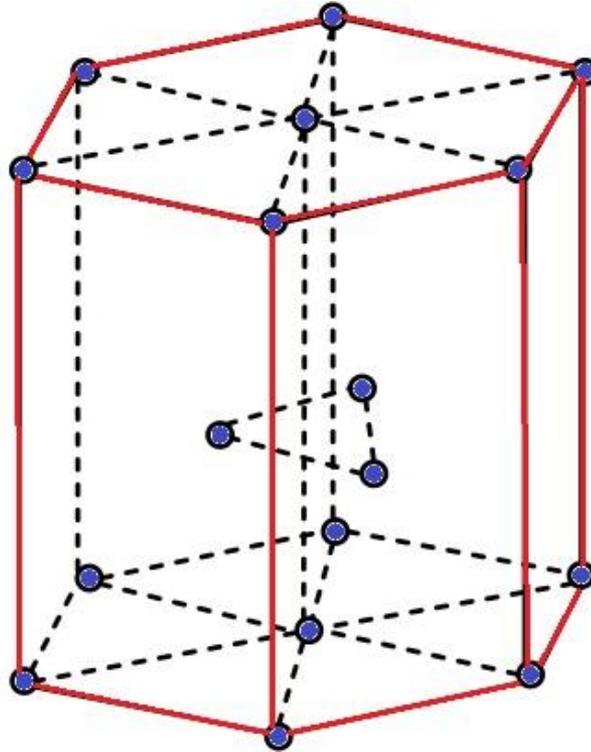
Gr1 – равномерное  
Gr2 – неравномерное  
Gr3 – колонии  
пластинчатого  
графита

Gr4 – колонии  
междендритного  
графита  
Gr5 – веточное  
Gr6 – сетчатое

Gr7 – шаровидная разорванная; Gr8 – шаровидная звездообразная

# Графитообразование

Гексагональная элементарная кристаллическая решетка графита определяет его слоистое строение и, как следствие низкую прочность, пластичность, твердость



Способы улучшения свойств графитизированных чугунов

Повышение прочности металлической основы

Изменение количества, формы и размеров графита

Коэффициент концентраций около включений

Пластинчатых 4,0...7,5

Шаровидных 2,5...3,5

На графитизацию влияет:

Перегрев чугуна

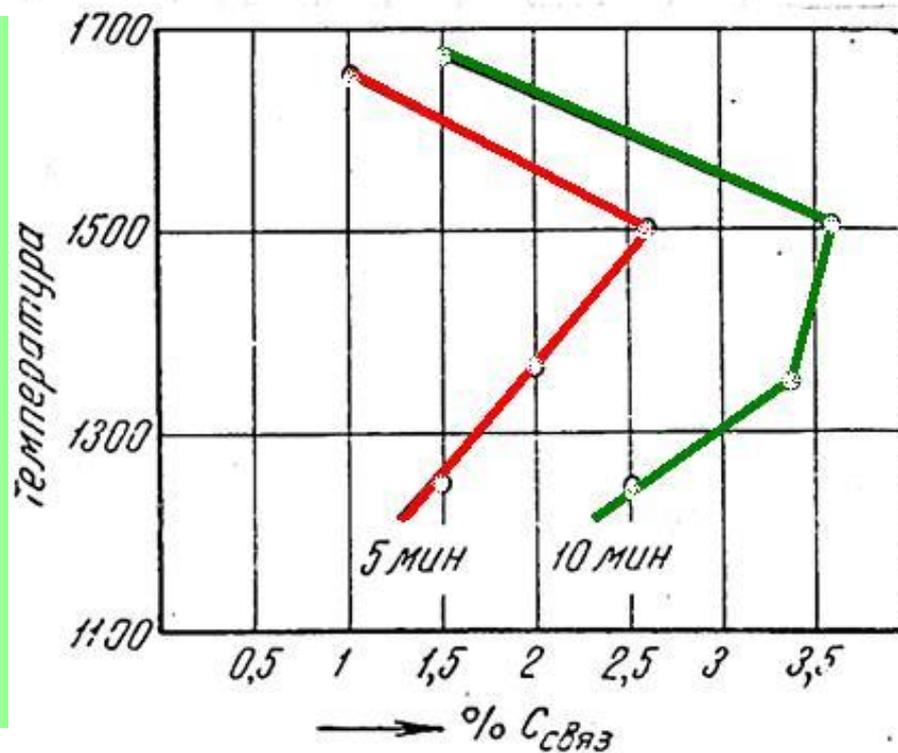
Содержание углерода и кремния

Скорость охлаждения

Модифицирование

# Влияние перегрева чугуна и выдержки на изменение количества графита и связанного углерода $C_{связ}$

В начальной стадии перегрева (1400...1500 °С) – уменьшение количества графита или увеличение связанного углерода

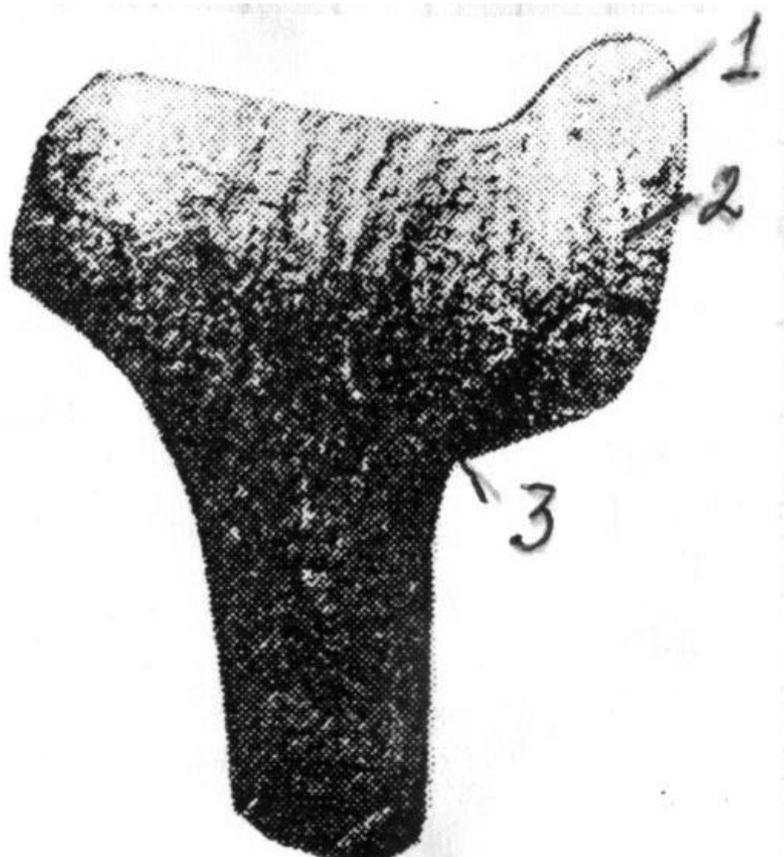


а затем количество графита увеличивается, а количество связанного углерода уменьшается

При перегреве изменяется также форма графита измельчается графит. Наличие дендритной структуры при перегреве чугуна способствует образованию междендритного графита. Переход от одной формы графита другой изменяет механические свойства чугуна.

# Вид излома отбеленной отливки

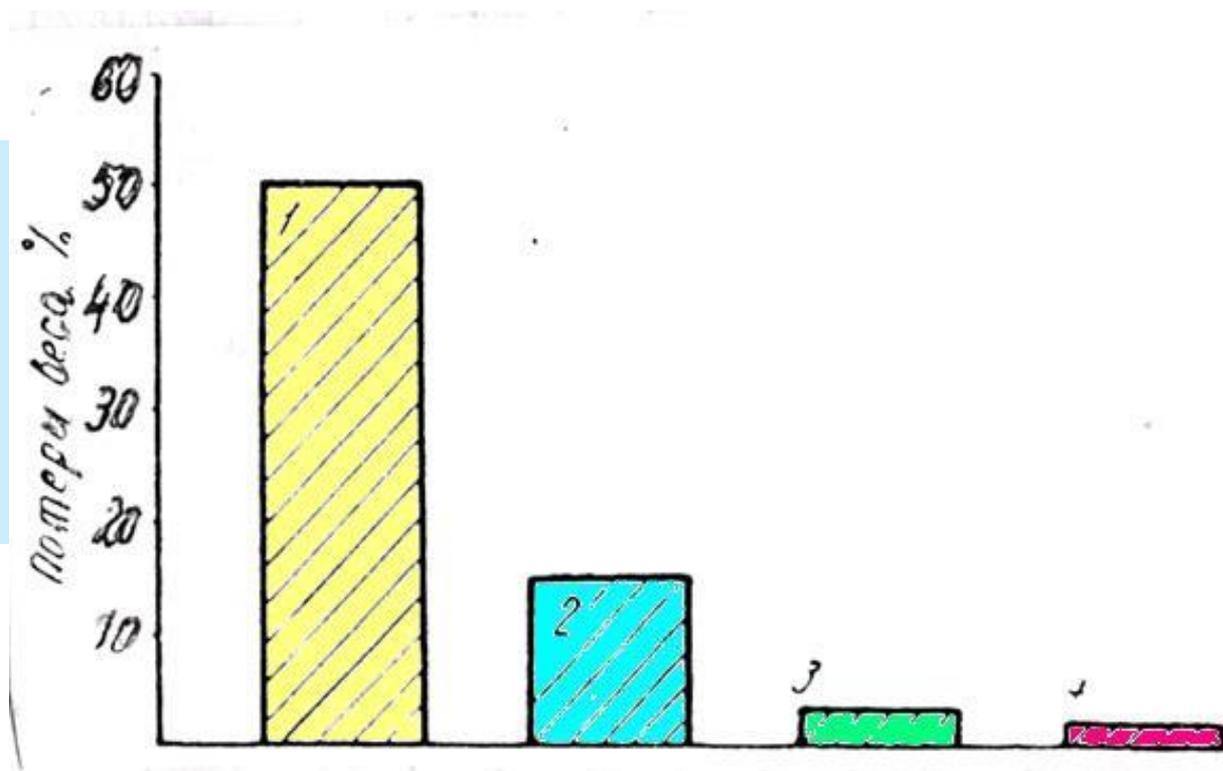
Три зоны:  
1 – поверхность, непосредственно соприкасающаяся при охлаждении с металлической формой



2 – переходная зона  
половинчатого  
чугуна  
3 – зона серого  
чугуна

# Сопротивление износу различных материалов

- 1 – серый чугун
- 2 – литая сталь
- 3 – отбеленный чугун
- 4 – марганцовистая сталь (14% Mn)



Высокая твердость белого чугуна (400...500 НВ) обуславливает его хорошую износостойкость

# Особенности эксплуатационных свойств графитизированных чугунов

Высокая демпфирующая способность характеризуется величиной  $\Psi = 2\delta \cdot 100, \%$ , где  $\delta = 1/n$  – логарифмический декремент затухания

Для стали  
 $\delta = 0,2 \%$

Для серого чугуна  
 $\delta = 20 \%$

Малая чувствительность к надрезам

Графит является смазкой и адсорбирует её, что предотвращает задары

## Задания для самостоятельной работы

1. Приведите примеры деталей, рабочая поверхность которых должна иметь структуру белого чугуна.
2. Установите способы улучшения свойств графитизированных чугунов.
3. Назовите элементы, определяющие развитие графитизации в чугунах.

## Тема

## ПРОЦЕССЫ ГРАФИТООБРАЗОВАНИЯ

Литература: Багачев В.Н. «Металлография чугуна» стр. 74-75, 120-121