



## Лекция 6

# Неметаллические включения и виды ликвации в отливках

Поток 21 МС

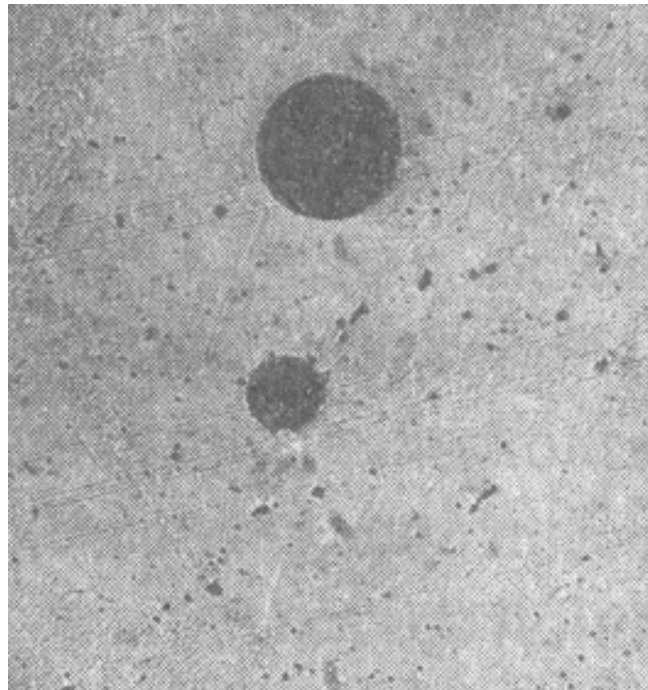
Автор доц. Тарабанова В.П.

# План лекции

1. Классификация неметаллических включений
2. Способы уменьшения неметаллических включений
3. Прямая и обратная зональная ликвация
4. Дендритная ликвация

# Классификация неметаллических включений в отливках

Растворимые,  
которые  
формируются в  
качестве  
самостоятельной  
фазы (оксиды FeO,  
сульфиды FeS, и  
MnS

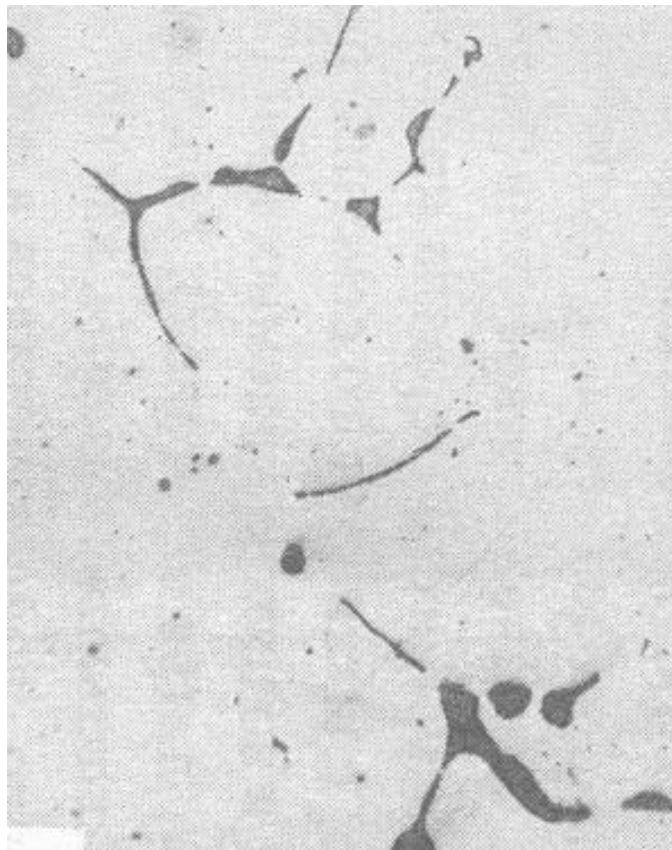


Нерастворимые, к  
которым относятся  
сульфиды магния,  
оксиды  
практически всех  
металлов и  
формируются они  
в процессе плавки

# Пути уменьшения содержания неметаллических включений

Для литейных сталей характерны такие неметаллические включения: оксиды, сернистые соединения, силикаты, фосфиды, нитриды.

Для чугунных отливок – сернистое железо, сернистый марганец, оксиды железа, кремния и марганца



Способы уменьшения неметаллических включений  
отстаивание жидкого металла, продувка инертными газами, обработка флюсами, фильтрация через огнеупорные фильтры, задерживание шлака в каналах литниковой системы

# Прямая зональная ликвация

Связана с тем, что кристаллизация подчиняется избирательному закону: сначала кристаллизуются более тугоплавкие элементы, затем – менее тугоплавкие. Поверхность будет обогащена более тугоплавкими компонентами, сердцевина – менее тугоплавкими.

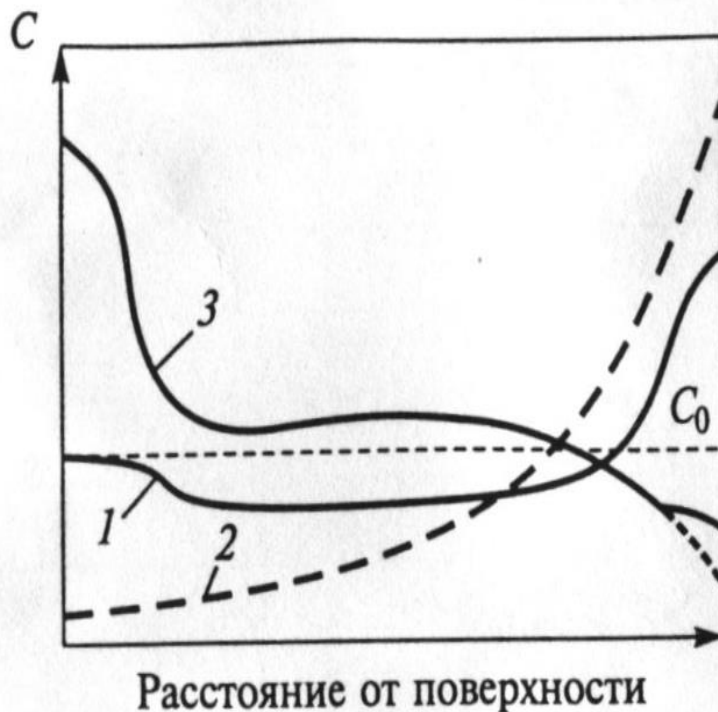


Различие концентраций компонентов в твердой и жидкой фазах оценивается коэффициентом распределения ( $K_{распр}$ )  
$$K_{распр} = C_{тв} / C_{ж}$$
Он служит характеристикой ликвационных свойств элементов в сплаве

При  $K_{распр} \rightarrow 0$  элемент в сплаве сильно ликвирует, тогда как при  $K_{распр} \rightarrow 1$  он практически не ликвирует

# Изменение концентрации компонента по сечению отливки

Кривая 1 – прямая  
кривая 3 – обратная  
зональная ликвация  
кривая 2 – прямая  
ликвация при  
интенсивном  
перемешивании



За  
поверхностным  
слоем зона  
«отрицательной»  
ликвации

В осевой части – зона резко повышенной концентрации ликвирующего элемента, которая зависит от неравномерности кристаллизации, и от перемешивания расплава

# Схема расположения ликвационных дефектов в отливке

1 – ликвационное пятно;  
2 – осевая V-образная ликвация



3 – внеосевая  
Λ-образная  
ликвация

Причиной Λ-образной ликвации является процесс всплывания ликвата. Она характерна для тяжелых слитков

# Обратная зональная ликвация

В отливках из цветных сплавов

В сталях и чугунах, но в меньшей степени

Al-Zn

Al-Cu

Al-Fe

CuZn

CuSn

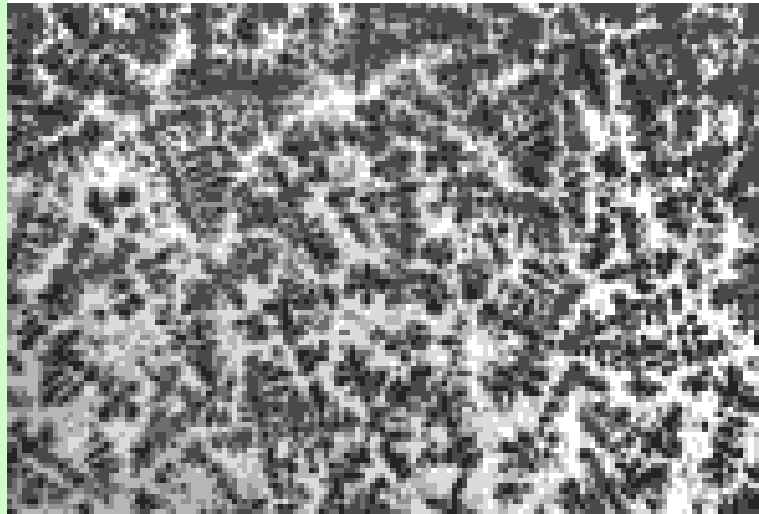
В этом случае легкоплавкими компонентами обогащены не центральные (как при прямой), а периферийные части отливки.

При сильном развитии обратной ликвации происходит образование капель ликвата. Так, на поверхности алюминиевых сплавов образуются наплывы ликвата в виде ПОЛОС.



# Дендритная ликвация

Особенно заметна  
в отливках из  
сплавов,  
содержащих  
элементы с  
малым  
коэффициентом  
распределения  
(сера – 0,05,  
фосфор – 0,06)



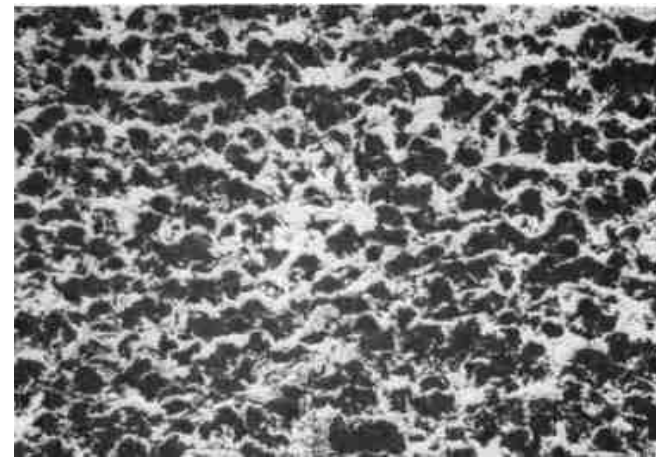
Располагаясь в  
межосных  
областях  
дендритных  
кристаллов,  
примеси  
снижают  
механические  
свойства,  
особенно  
пластичность

Дендритной ликвации подвергаются также сплавы  
эвтектического типа. Увеличение количества эвтектики  
приводит к повышению твердости и снижению пластичности

# Факторы влияющие на прочность сплавов

## Алюминиевый сплав АЛ7

Диаметр заготовки, мм	15	30	45	60
$\sigma_B$ , Н/мм <sup>2</sup>	177,4	105,8	83,3	73,5



## Серый чугун СЧ15

Толщина стенки, мм	4	8	15	30	80	150
$\sigma_B$ , Н/мм <sup>2</sup> , не менее	270	220	150	110	90	80

Прочность зависит от толщины стенки и вида сплава. С увеличением толщины стенки прочность снижается.

## Задания для самостоятельной работы

1. Укажите основные мероприятия, направленные на уменьшение неметаллических включений в отливках.
2. Определите влияние скорости затвердевания отливок на ликвацию по плотности.
3. Как влияет коэффициент распределения элементов на дендритную ликвацию?

### Тема

## НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ВКЛЮЧЕНИЯ И ЛИКВАЦИЯ В ОТЛИВКАХ

Литература: Трухов А.П. «Литейные сплавы и плавка», стр. 75...76