



Лекция 5

Усадочные напряжения в отливках

Поток 21 МС

Автор доц. Тарабанова В.П.

Lect 5_21MC_LV_TVP_2016

План лекции

1. Способы уменьшения напряжений в отливках
2. Склонность отливок к горячим трещинам
3. Критерий горячеломкости сплавов
4. Склонность отливок к холодным трещинам
5. Склонность сплавов к насыщению газами и образованию газовой пористости

Виды усадочных напряжений

Механические

вызваны
торможением
усадки формой и
стержнем,
являются причиной
появления
холодных и горячих
трещин

Термические



Горячая трещина

Фазовые

формируют
остаточные
напряжения, что
связано с
прохождением
неоднородной
пластической
деформации

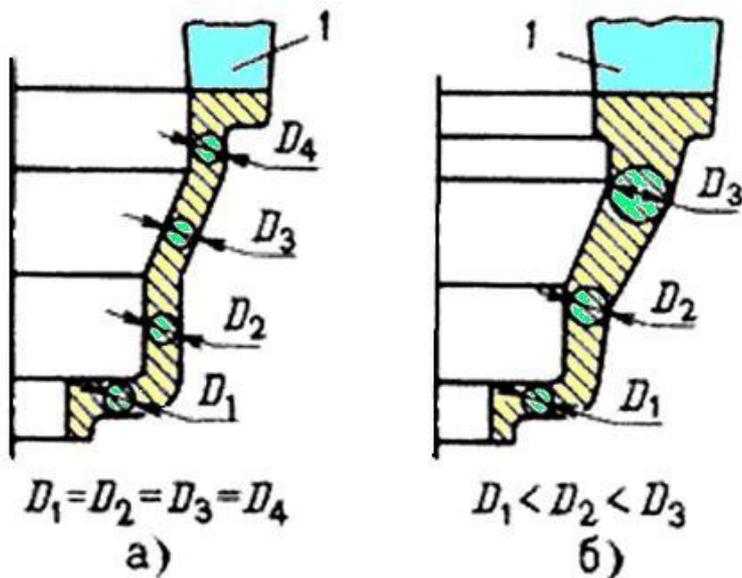
Другой причиной появления остаточных напряжений есть
неоднородное затвердевание

Пути уменьшения напряжений в отливках

Воздействие на процесс охлаждения в форме и вне формы

Увеличение податливости форм и стержней

Правильное конструирование отливок: принцип одновременного затвердевания (правильный подвод металла, холодильники, сжатый воздух)



Снятие остаточных напряжений путем отжига [$t \sim (0,25 \dots 0,35) t_{пл}$] процессы релаксации

Склонность сплавов к горячим трещинам

Горячие трещины образуются, когда усадочные механические напряжения достигают σ_B при растяжении.

Разрушение – по границам зерен (межкристаллическое)



Продольная упругая деформация есть характеристикой деформационной способности в интервале кристаллизации.

Горячие трещины образуются в интервале температур кристаллизации

Общая деформационная способность больше усадки, поэтому при отработке технологии трещины в отливках не должны появляться

Критерий горячеломкости сплавов – минимальный запас прочности

$$n_{\text{спл}} = \sigma_{\text{в}}(T) / \sigma_{\text{у}}(T)$$

где $\sigma_{\text{у}}(T)$ – напряжение, возникающее при полном торможении усадки образца с однородной по длине температурой при охлаждении до данной температуры.

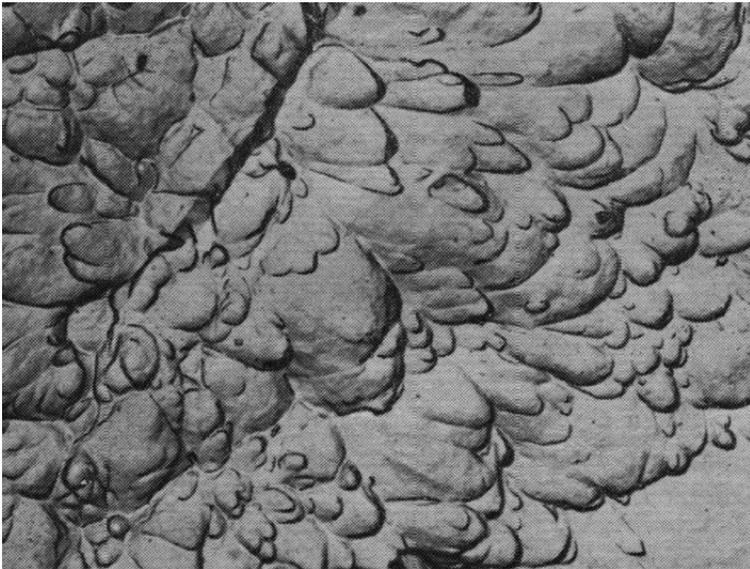
Для всех литейных сплавов справедливо неравенство $n_{\text{спл}} > 1$

Для углеродистой стали - $n_{\text{спл}} > 6$

Для Al-Si сплавов – $n_{\text{спл}} = 20$

Для магниевых сплавов МЛ- $n_{\text{спл}} = 7$

Поверхность разрушения горячих трещин имеет крупнокристаллическое строение



Пути уменьшения локализации деформации – образования в горячих массивных частях отливки горячих трещин

Использование
холодильников,
усадочных ребер

Искусственное
рассредоточение
деформации

Увеличение
поддатливости
смесей

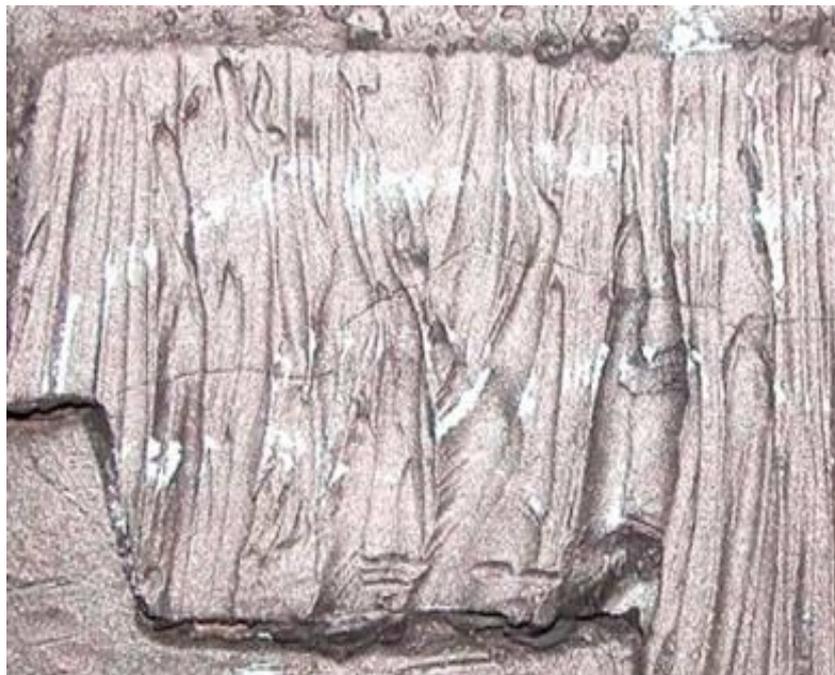
Обеспечение сил
трения отливки о
форму

Литье в форму с
шероховатой
поверхностью

С помощью
выступов и впадин
в литейной форме

Склонность отливок к холодным трещинам

Холодные трещины образуются в отливке при охлаждении в форме, после выбивки, очистки, нагрева под термообработку, эксплуатации

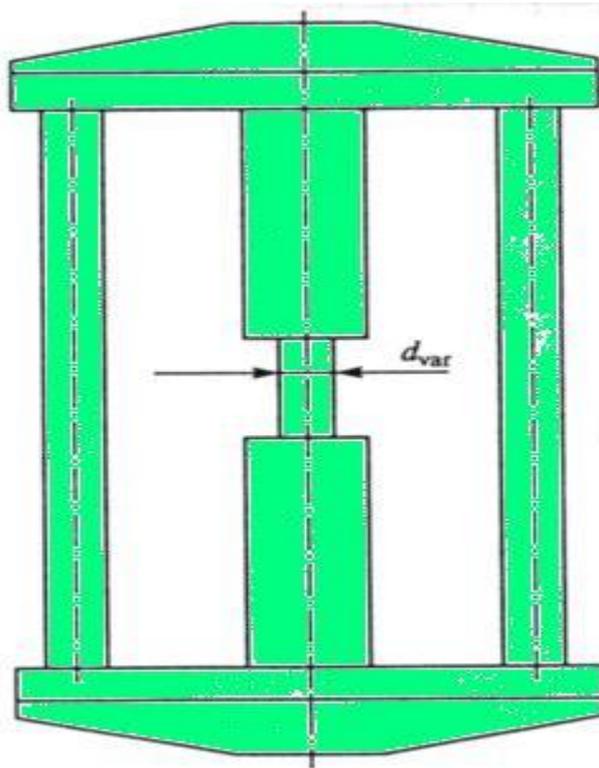


Возникают после выбивки вследствие неоднородности охлаждения и сопротивления усадке со стороны формы и стержней

Холодные трещины образуются в слабых сечениях, в местах резких переходов, газовых и неметаллических включений

Технологическая проба для определения склонности литейного сплава к холодным трещинам в виде решетки на толстом стержне

Одновременно заливается несколько форм с разным диаметром утонения d_{var}



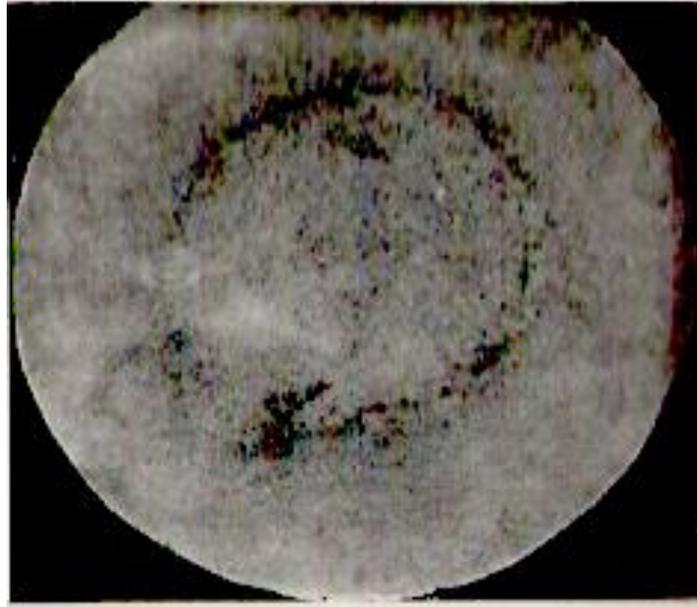
После выбивки находят решетку с максимальным значением d_{var} (max), при котором образовалась трещина

Критерием склонности к холодным трещинам есть сам диаметр утонения, или его площадь F или напряжение

$$\sigma = \sigma_B \cdot \frac{F}{F_0}, \text{ где } F_0 - \text{площадь сечения толстого стержня}$$

Факторы, влияющие на склонность сплавов к насыщению газами и образованию газовой пористости

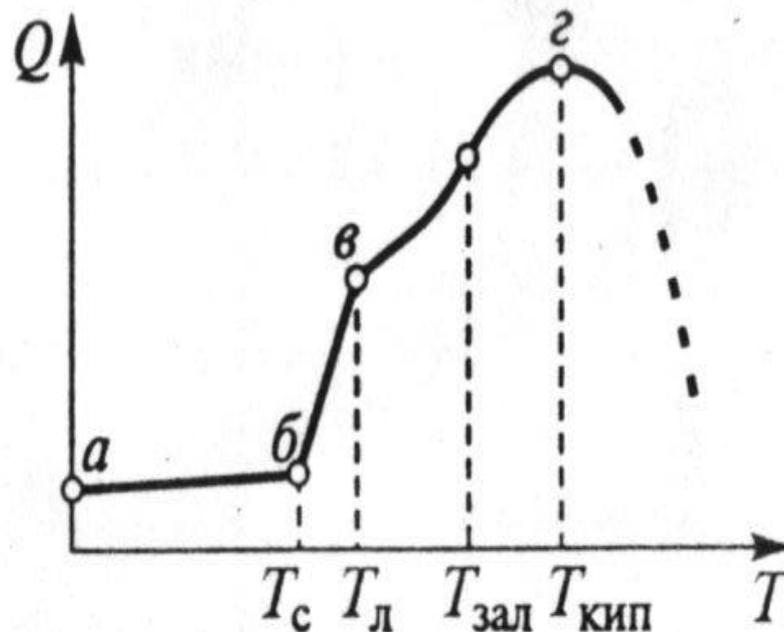
1) температура, когда металл начинает кипеть (выше $T_{\text{кип}}$). Выделяющиеся пары предохраняют его от насыщения газами



2) парциальное давление: с увеличением давления растворимость газов возрастает
3) размерный фактор атомов металла и растворяющегося газа

4) агрегатное состояние; 5) интенсивность перемешивания в плавильном агрегате

Зависимость газов в металлах от температуры



На участке аб
поглощение
газов
незначительное

При нагреве в
интервале
температур
кристаллизации
(бв) резкое
увеличение
растворимости

Это существенно при газовой пористости.

От температуры ликвидуса $T_л$ до температуры заливки $T_{зал}$ и выше вплоть до начала кипения $T_{кип}$ (точка 2) растворимость продолжает увеличиваться

Условие выделения газов из раствора и образования газовой пористости

Д.к. Чернов показал, что газовые пузырьки будут образовываться, если общее давление

$$\sum P_r$$

всех выделившихся газов из металла будет больше суммы внешних давлений

$$\sum P_{\text{внешн}}$$

$$\text{т.е. } \sum P_r > \sum P_{\text{внешн}}$$

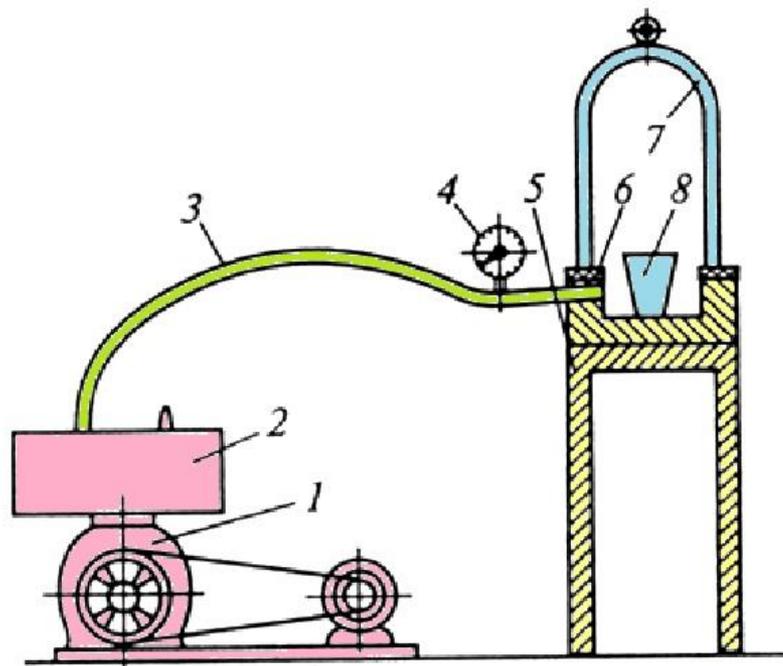
Общее давление всех выделившихся газов складывается из парциальных давлений растворенных газов:

$$\sum P_r = P_{\text{H}_2} + P_{\text{N}_2} + P_{\text{CO}} + P_{\text{CO}_2} + \dots +$$



Схема установки для определения газонасыщенности сплавов по вакуум-пробе

Под стеклянный колпак 7 устанавливают тигель 8 с металлом и поворотом крана соединяют

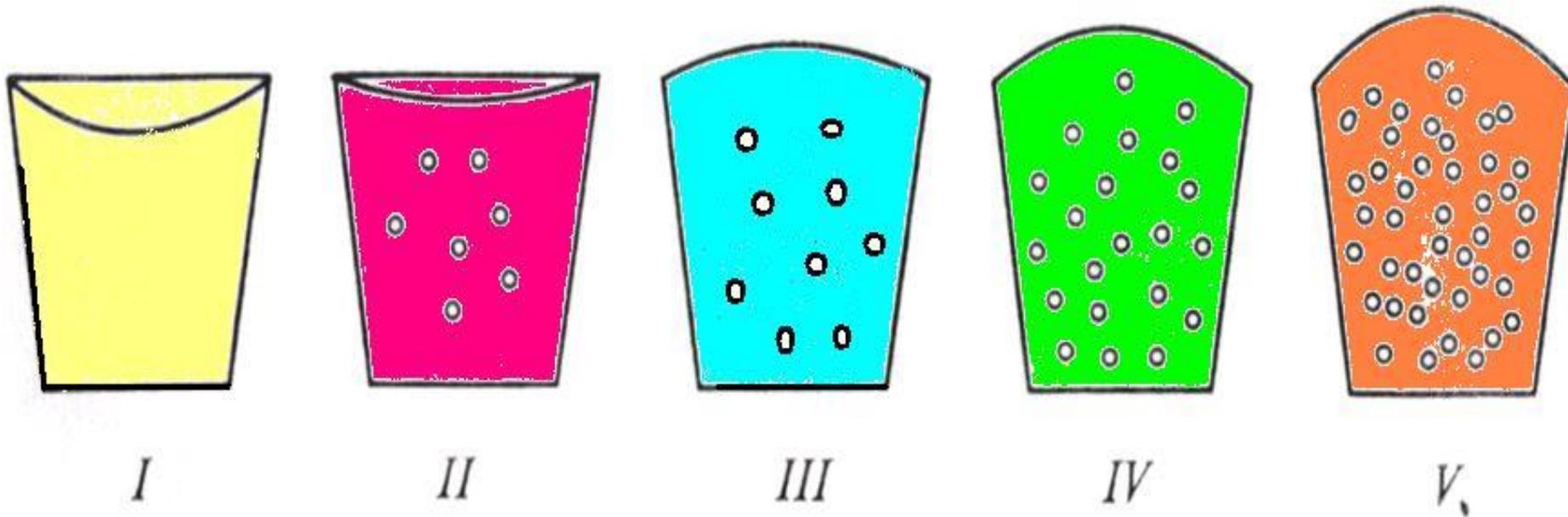


пространство под колпаком через шланг 3 с ресивером 2, из которого предварительно откачивают воздух вакуумным насосом 1

Разрежение контролируется вакууметром 4, 5 – подставка; 6 – резиновая прокладка

Полученные пробы разрезают по диаметральной плоскости и сравнивают с эталонами к вакуум-пробе

Эталоны к вакуум-пробе



Полученную пробу разрезают по диаметральной плоскости и поверхность реза сравнивают с пятью эталома (I...V)

Задания для самостоятельной работы

1. Определите основной принцип конструирования отливок.
2. Назовите основную характеристику деформационной способности сплавов в интервале кристаллизации.
3. Как обеспечивается искусственное рассредоточение деформаций?

Тема

СПОСОБЫ УМЕНЬШЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ В ОТЛИВКАХ

Литература: Трухов А.П. «Литейные сплавы и плавка», стр. 66...69