



14-я НЕДЕЛЯ

КОНСТРУИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧНЫХ ОТЛИВОК

Неделя 1

Неделя 2

Неделя 3

Неделя 4

Неделя 5

Неделя 6

Неделя 7

Неделя 8

Неделя 9

Неделя 10

Неделя 11

Неделя 12

Неделя 13

Неделя 14

Неделя 15

Неделя 16

Неделя 17



Краткое содержание:

- Область рационального применения литейных сплавов;
- Технологические особенности получения отливок из основных конструкционных материалов;
- Классификация отливок по группам сложности и классам точности;
- Обеспечение технологичности конструкции отливки проектируемой детали.



Знания, полученные в этой лекции, необходимы для:

- уточнения марки материала проектируемой детали с литой макроструктурой;
- обеспечения технологичности конструкции отливки проектируемой детали.



Выбор материала отливки зависит от условий работы:

- испытываемых нагрузок;
- температуры;
- агрессивности окружающей среды.



**Область
рационального
применения
литейных сплавов**



Изделия из чугуна:

- Из СЧ15, СЧ20: корпусные детали металлорежущих станков, сельскохозяйственных машин, центробежных насосов, редукторов и др.;
- Из СЧ25, СЧ30: детали автомобильных и тракторных двигателей повышенной прочности;
- Из ковкого чугуна: отливки корпуса редуктора, заднего моста, дифференциала, руля;
- Из высокопрочного чугуна: корпуса высоконапорных центробежных многоступенчатых насосов.

Изделия из стали:



- Из углеродистой стали 30Л: корпуса паровых турбин, работающих при давлении до 2 МПа и температуре до 250 °С;
- Из молибденовых и хромо-молибденовых сталей марок 30ХНМЛ, 35ХГСЛ: турбины, работающие при температуре 400...500 °С;
- Из стали с присадкой ванадия и титана (сталь 13ХНДФТЛ): корпуса деталей для работы при более высоких температурах;
- Из высокопрочного чугуна: корпуса высоконапорных центробежных многоступенчатых насосов.



Для деталей, работающих в специфических условиях

Применяют высоколегированные стали со специальными свойствами:

- коррозионностойкие (25Х18Л, 15Х18Н9ТЛ и др.);
- жаростойкие (15Х9С2Л и др.);
- жаропрочные (15Х22Н15Л и др.);
- износостойкие с высокой сопротивляемостью износу при абразивном и ударном воздействии (110Г13Л, 15Х34Л и др.).



Изделия из медных сплавов:

- Из оловянных бронз: арматура, шестерни, подшипники, втулки и др.;
- Безоловянные бронзы используют как заменители оловянных. Их применяют для тяжело нагруженных шестерен и зубчатых колес, корпусов насосов, деталей химической и пищевой промышленности;
- Из латуни: различная аппаратура морского судостроения, работающая при температуре до 300 °С, втулки и сепараторы подшипников, нажимные винты, гайки прокатных станов и др.



Изделия из алюминиевых сплавов:

Широко используются в авиационной и ракетной технике, автомобильной, приборостроительной, машиностроительной, судостроительной и электротехнической промышленности:

- блоки двигателей внутреннего сгорания, корпусов насосов;
- судовые винты;
- детали авиационных двигателей и др.



**Технологические
особенности получения
отливок из основных
конструкционных
материалов**



Литейные свойства серого чугуна:

- высокая жидкотекучесть ($\delta=3...4$ мм);
- низкая усадка (0,9...1,3%);
- отливки без усадочных раковин, пористости и трещин.

Отливки изготавливают:

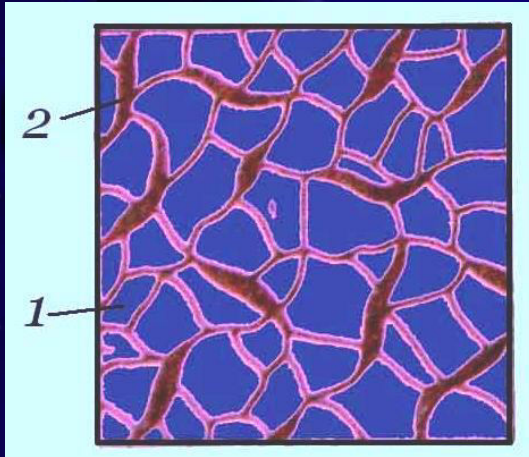
- в песчаных формах;
- центробежным литьем (трубы, втулки, гильзы и др.).



Микроструктура серого чугуна

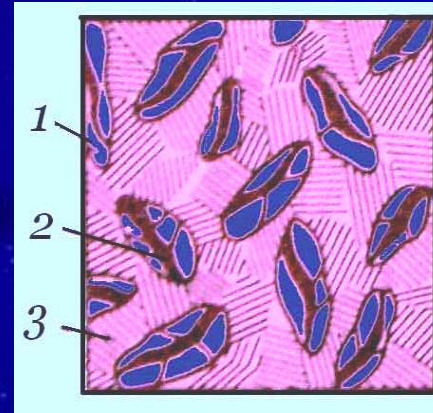


Ферритного:

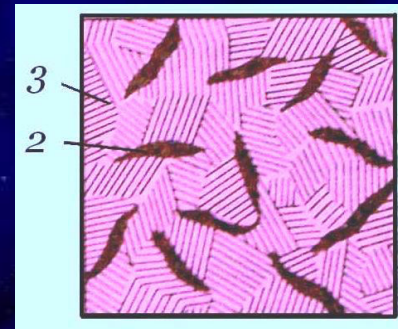


- 1 – феррит;
- 2 – пластинчатый графит;
- 3 – перлит.

Перлитно-ферритного:



Перлитного:





Литейные свойства высокопрочного чугуна:

- высокая жидкотекучесть;
- усадка выше, чем у серых чугунов (1,25...1,7%);
- склонность к образованию усадочных дефектов (пористости, раковин, трещин и др.).

Отливки изготавливают:

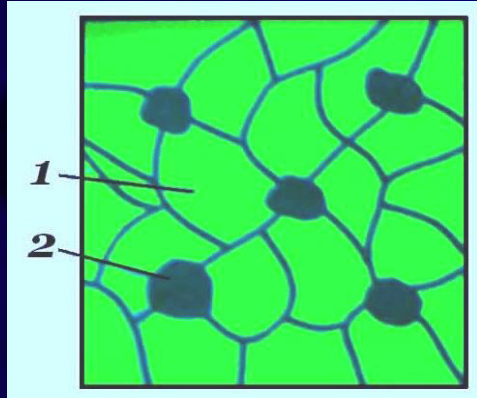
- в песчаных формах;
- центробежным литьем;
- литьем в кокиль.



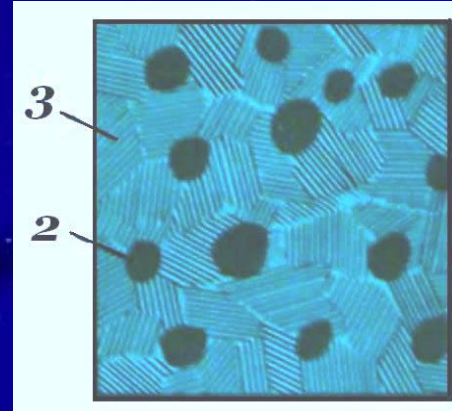
*Микроструктура
высокопрочного чугуна*



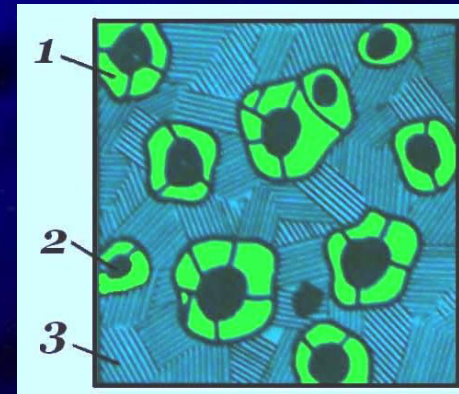
Ферритного:



Перлитного:



Перлитно-ферритного:



- 1 – феррит;
- 2 – шаровидный графит;
- 3 – перлит.



Литейные свойства чугуна с вермикулярным графитом:

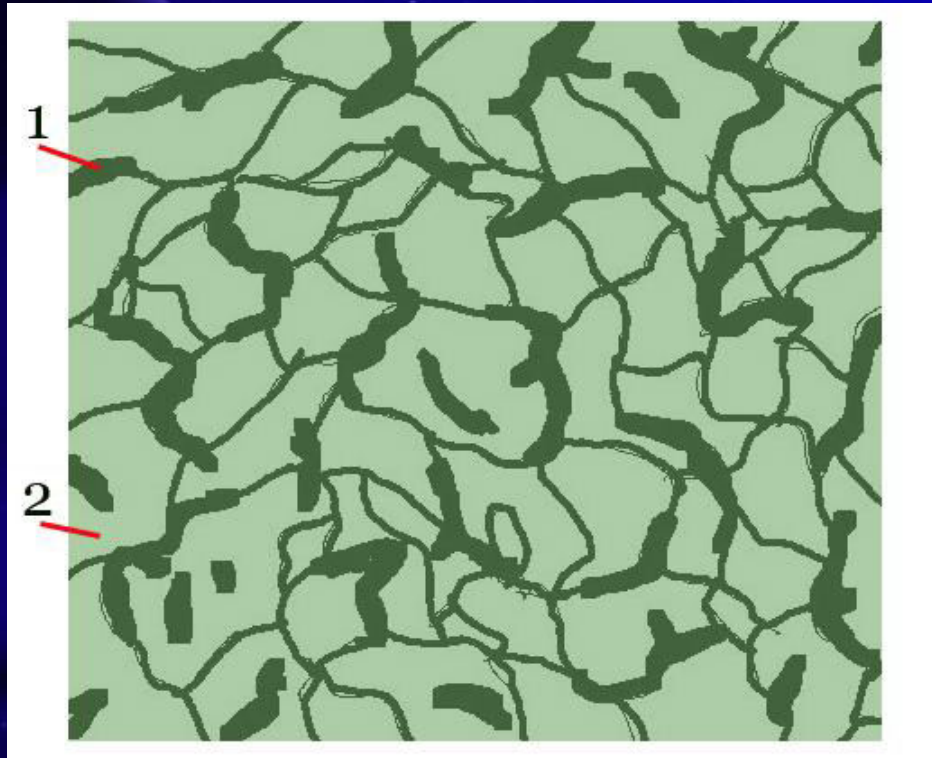
- малая усадка (как у серого чугуна);
- высокая теплопроводность;
- малая чувствительность к скорости охлаждения;
- высокая жидкотекучесть.

Отливки изготавливают:

в песчаных формах без прибылей с толщиной стенок до 500 мм.



Микроструктура чугуна вермикулярным графитом:



1 – вермикулярный графит; 2 – феррит.



Литейные свойства белого чугуна:

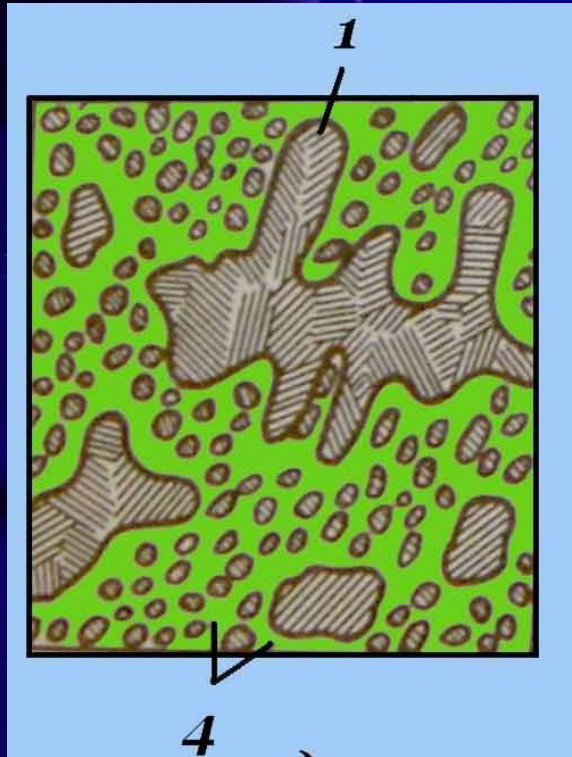
- низкая жидкотекучесть;
- высокая усадка;
- склонность к образованию усадочных дефектов (пористости, раковин, трещин и др.).

Отливки изготавливают:

- в песчаных формах;
- в оболочковых формах;
- литьем в кокиль.



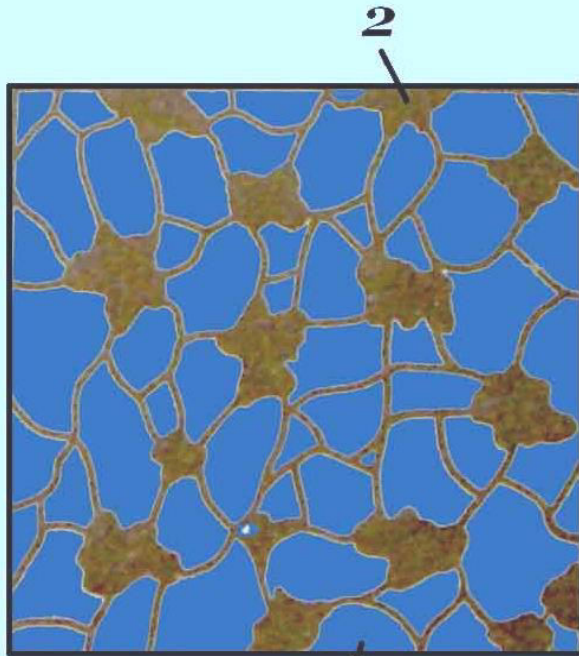
Микроструктура белого чугуна:



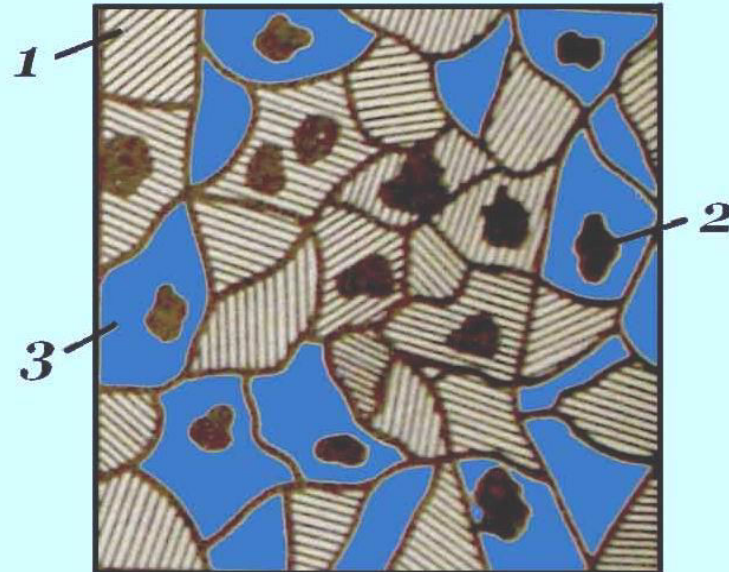
1 – перлит;
4 – цементит.

Микроструктура ковкого чугуна

ферритного:



перлитно-ферритного:



1 – перлит; 2 – графит отжига; 3 – феррит.



Изготовление стальных отливок



Литейные свойства сталей:

- низкая жидкотекучесть;
- высокая усадка (до 2,5%);
- склонность к образованию трещин.

- **Отливки изготавливают:**

- в песчаных формах;
- в оболочковых формах;
- литьем в облицованный кокиль;
- литьем по выплавляемым моделям;
- центробежным литьем.



Изготовление отливок из цветных сплавов



Литейные свойства бронз:

- высокая жидкотекучесть;
- значительная усадка безоловянных бронз (1,6...2,4%);
- склонность к образованию усадочной пористости (оловянные бронзы) и усадочной раковины (безоловянные бронзы).



Литейные свойства латуней:

- удовлетворительная жидкотекучесть;
- высокая усадка (1,6...2,2%);
- склонность к образованию усадочных раковин.

Отливки изготавливают:

- в песчаных и оболочковых формах;
- литьем в кокиль;
- литьем под давлением;
- центробежным литьем.

Литейные свойства алюминиевых сплавов:



Лучшими литейными свойствами обладают сплавы Al-Si (силумины АК12, АК9, АК7, АК8М):

- высокая жидкотекучесть;
- малая усадка (0,8...1,1%);
- низкая склонность к образованию горячих трещин.



Литейные свойства большинства алюминиевых сплавов:

- низкая жидкотекучесть;
- повышенная усадка;
- склонность к образованию трещин.

Отливки изготавливают:

- в песчаных и оболочковых формах;
- литьем в кокиль;
- литьем под давлением.



Литейные свойства магниевых сплавов:

- склонны к самовозгоранию при плавке и заливке литейных форм;
- пониженная жидкотекучесть;
- повышенная усадка;
- склонность к образованию трещин.

Наилучшим сочетанием литейных и механических свойств обладают содержащие 7,5...10% Al (МЛ5, МЛ6)

Отливки изготавливают:

- в песчаных формах;
- литьем в кокиль;
- литьем под давлением.



Литейные свойства титановых сплавов:

- высокая жидкотекучесть;
- небольшая усадка 1%;
- малая склонность к образованию трещин;
- большая склонность к поглощению газов (плавку и разливку ведут в вакууме или среде инертных газов).

Отливки изготавливают литьем:

- в чугунные или стальные формы (массой до 300-500 кг);
- в оболочковые формы из специальных смесей.



Классификация отливок по группам сложности



Факторы, влияющие на группу сложности отливок:

- способ литья;
- масса изделия;
- конфигурация поверхностей;
- максимальный габаритный размер;
- толщина стенок;
- количество стержней;
- особые технические требования и др.



Различают 6 групп сложности ОТЛИВОК:

1 группа сложности:

- С гладкими и прямолинейными наружными поверхностями;
- С наличием невысоких усиливающих рёбер, бортов, фланцев, отверстий;
- С внутренними поверхностями простой формы.

6 группа сложности:

- С особо сложными закрытыми коробчатыми и цилиндрическими формами;
- На наружных криволинейных поверхностях под различными углами пересекаются ребра, кронштейны и фланцы;
- Особо сложная конфигурация внутренних полостей с затрудненными выходами на поверхность отливки.



Установлено 22 класса точности отливок, которые зависят от:

- способа литья;
- габаритных размеров;
- типа производства.



Способ литья	Класс точности отливок
Литьё в песчаные формы и центробежное литьё	6-14
Литьё в оболочковые формы и в кокиль	4-11
Литьё по выплавляемым моделям и под давлением	3-8



*Общие принципы
конструирования
литых деталей*



Важнейшие задачи:

- максимальное уменьшение массы;
- повышение коэффициента использования материала при изготовлении деталей.

Уменьшение металлоемкости достигается:

- повышением точности расчетов при проектировании;
- применением материалов с повышенными механическими и технологическими свойствами;
- в результате оптимизации технологии изготовления заготовок (отливок).



Требования к конструкции отливок:

1. простое внешнее очертание;
2. высокий уровень служебных характеристик;
3. минимальное силовое взаимодействие между отливкой и формой;
4. формирование требуемых свойств и размеров.
5. минимальный объем последующей механической обработки;
6. удобное для обработки резанием расположение базовых поверхностей отливки;
7. высокие свойства и минимальная стоимость материала отливки.



Исходные данные при проектировании заготовки

Чертеж или эскиз проектируемой детали с заданными эксплуатационными характеристиками, но не отражающий особенности технологии её изготовления.



Последовательность отработки на технологичность:

1. Оценить технологичность отливки и трудоёмкость её изготовления;
2. Определить минимально допустимую толщину стенки;
3. Назначить напуски;
4. Определить минимальный диаметр отверстия;
5. Назначить допуски линейных размеров;



Последовательность отработки на технологичность:

6. Назначить припуски на механическую обработку;
7. Назначить формовочные уклоны;
8. Назначить радиусы закруглений;
9. Выбрать оптимальное расположение отливки в форме.



**Особенности
конструирования заготовок,
изготавливаемых
специальными способами
литья**



Литьё в оболочковые формы

Конструкция литой детали должна обеспечивать получение отливки:

- с одной плоской поверхностью разъема;
- оптимальной толщиной стенок, равной 2,5-12,0 мм;
- шероховатостью Ra 40...10 мкм;
- классом точности - 4...11.

выплаваемым моделям

Требования к литой детали:

- минимальная толщина стенок 0,5-0,6 мм, наиболее часто толщина стенок составляет 2...5 мм;
- глубина пазов в отливках не должна превышать их двойной ширины;
- класс точности - 3...8;
- параметр шероховатости Ra 20...5 мкм.

Литьё в кокиль



Получаемая заготовка должна иметь:

- простую форму без выступающих частей;
- минимальную толщину стенок 2,2...8 мм;
- толщину ребер жесткости 0,7 от толщины стенок отливки;
- диаметр отверстий 8...40 мм.



Литьё под давлением

Требования к конструкции отливок:

- минимальная толщина стенок отливок из легких сплавов 0,5...4 мм в зависимости от площади;
- ребра жёсткости толщиной 0,8-0,9 от толщины стенок;
- радиусы сопряжения стенок литых деталей должны быть равными сумме толщин сопрягаемых стенок.



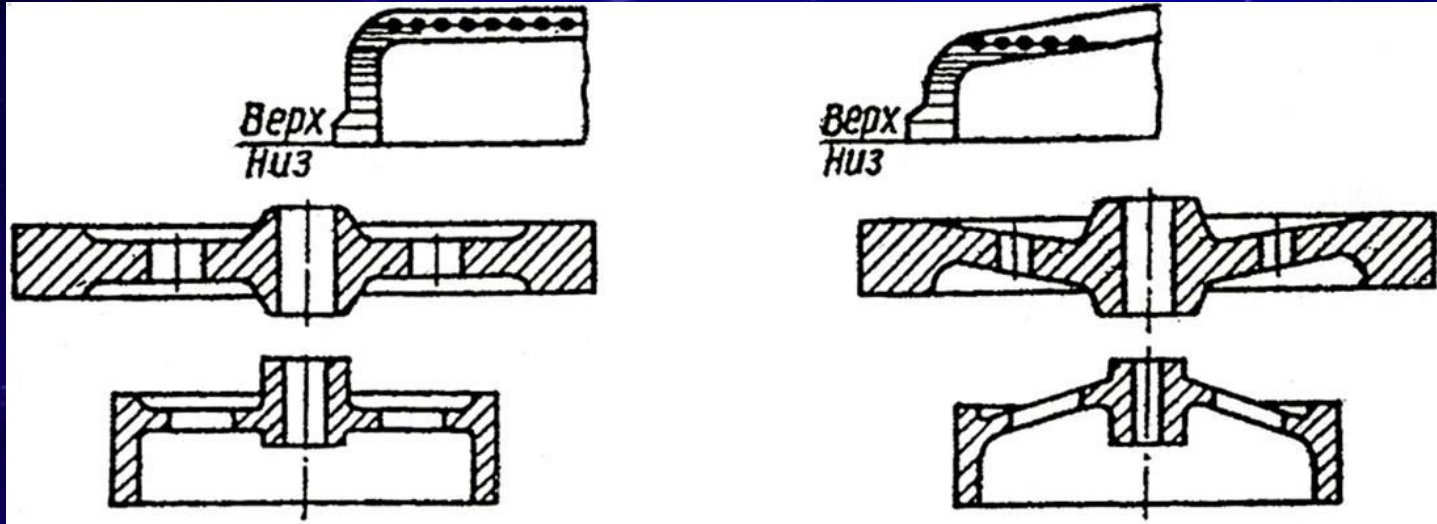
**Обеспечение
ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ
КОНСТРУКЦИИ ОТЛИВОК,
проектируемых деталей**



Предотвращение образования усадочных дефектов

Нетехнологичная

Технологичная

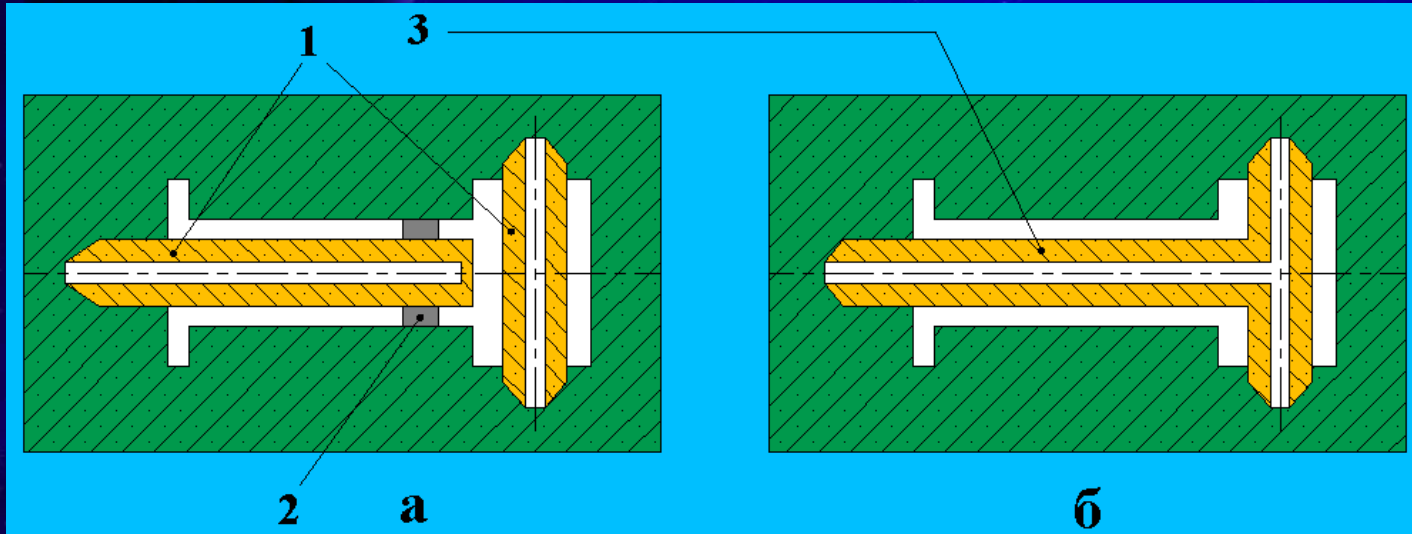




Минимизация числа стержней

Нетехнологичная

Технологичная



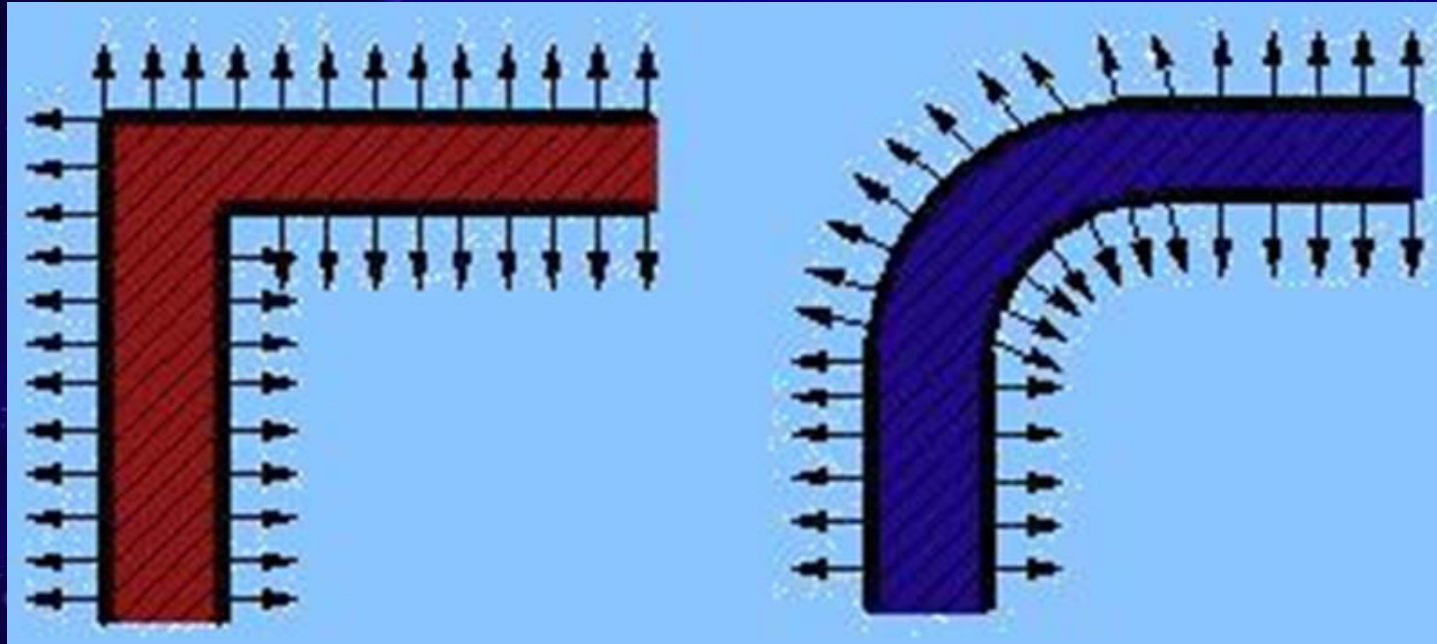
1, 3 – стержни; 2 – жеребейка.



Снижение напряжений и вероятности трещинообразования

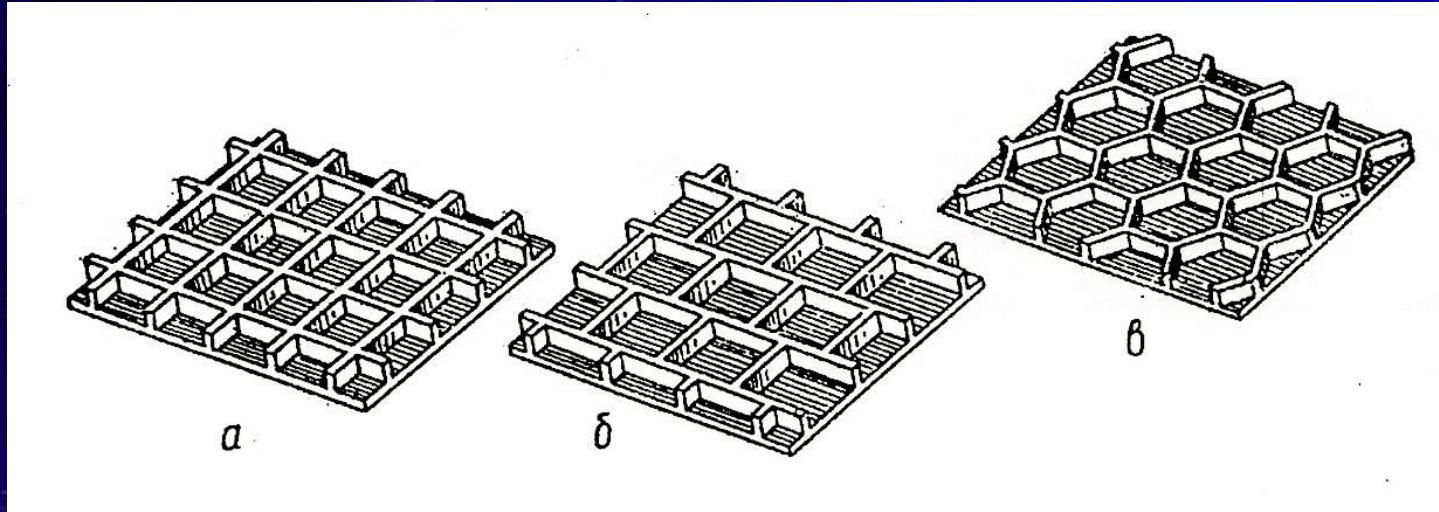
Нетехнологично

Технологично





Уменьшения скопления металла в местах пересечения ребер



а – крестообразное;

б – шахматное;

в – сотобразное.



нетехнологичн



технологично



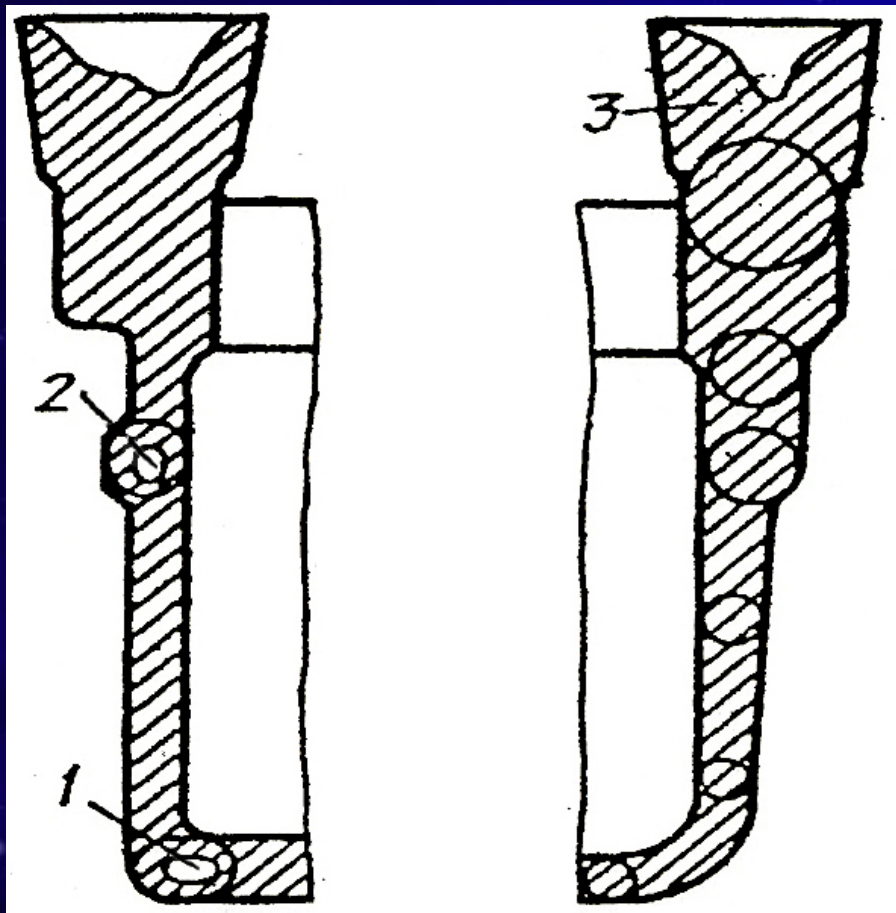
Определение теплового узла способом вписанных окружностей

нетехнологично

технологично



МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА



1, 2 – усадочная пористость;

3 – прибыль.



Вопросы для самоконтроля

Тесты(12)



1. Сформулируйте область рационального применения литейных сплавов. Приведите примеры влияния условий эксплуатации деталей на выбор марки материала.

2. Назовите технологические особенности получения отливок из чугуна. Сравните литейные свойства серого чугуна СЧ10 и высокопрочного чугуна ВЧ100.

3. Сформулируйте технологические особенности получения стальных отливок. Какие дефекты наиболее часто возникают в отливках из высокоуглеродистых сталей?



4. Какие способы литья применяют для получения отливок из цветных металлов и сплавов? Назовите технологические особенности изготовления отливок из меди и ее сплавов.

5. Оцените литейные свойства алюминиевых расплавов. Какие способы литья применяют при изготовлении заготовок с толщиной стенки 0,5...1мм ?

6. Какие проблемы возникают при литье заготовок из магниевых сплавов? Назовите область применения деталей из магниевых сплавов.



7. Сформулируйте основные требования, предъявляемые к технологичной конструкции отливки. Приведите примеры технологичных конструкций.