

ОСТАТОЧНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ В МАТЕРИАЛЕ ЗАГОТОВОК

Технология машиностроения
Лекция 6

Содержание

1. Виды напряжений. Причины образования напряжений
2. Способы снижения остаточных напряжений
3. Холодная правка заготовок

Виды напряжений. Причины образования напряжений

- *Остаточными (или собственными) называют напряжения, которые существуют в заготовке или готовой детали при отсутствии внешних нагрузок.*
- *Остаточные напряжения полностью уравниваются, и их действие внешне не проявляется.*
- *С нарушением равновесия, вызываемым механической или термической обработкой, заготовка начинает деформироваться до тех пор, пока перегруппировка напряжений не приведет к новому равновесному состоянию.*

Три рода остаточных напряжений

Различают три рода остаточных напряжений:

- напряжения первого рода уравниваются в пределах больших объемов материала, соизмеримых с размерами обрабатываемых заготовок;*
- напряжения второго рода образуются в микроскопических объемах, соизмеримых с размерами зерен и кристаллитов;*
- напряжения третьего рода уравниваются в пределах нескольких ячеек кристаллической решетки вещества.*

Конструкционные и технологические напряжения

- В зависимости от причины образования остаточные напряжения делят на
 - *конструкционные;*
 - *технологические.*
- *Конструкционные* напряжения возникают в процессе эксплуатации изделия.
- *Технологические* напряжения возникают в деталях при их изготовлении.

Причины возникновения технологических напряжений

Основные причины возникновения технологических напряжений:

- объемные изменения вследствие неравномерного нагрева или охлаждения заготовки;
- фазовые или структурные превращения металла при нагреве и охлаждении;
- пластическая деформация поверхностного слоя при наклепе.

Одновременное действие двух или трех причин приводит к весьма сложным эпюрам распределения остаточных напряжений по сечениям детали.

Виды остаточных напряжений

В зависимости от применяемого технологического метода различают остаточные напряжения:

- литейные;
- ковочные;
- термические;
- сварочные;
- от холодной обработки давлением;
- от обработки металлов резанием;
- от нанесения электролитических покрытий.

Знак остаточных напряжений

- Остаточные напряжения, как правило, по знаку противоположны нагрузкам их вызывающим.
- Например, после растяжения стержня, в нем остаются напряжения сжатия.

Способы снижения остаточных напряжений

Причины возникновения литейных напряжений:

- неравномерная усадка отливки;
- фазовые превращения материала.

Методы уменьшения литейных напряжений:

- правильное конструирование отливок;
- медленное остывание;
- разрушение формы после затвердевания отливки до окончательного охлаждения;
- естественное старение;
- искусственное старение;
- дробеструйная обработка.

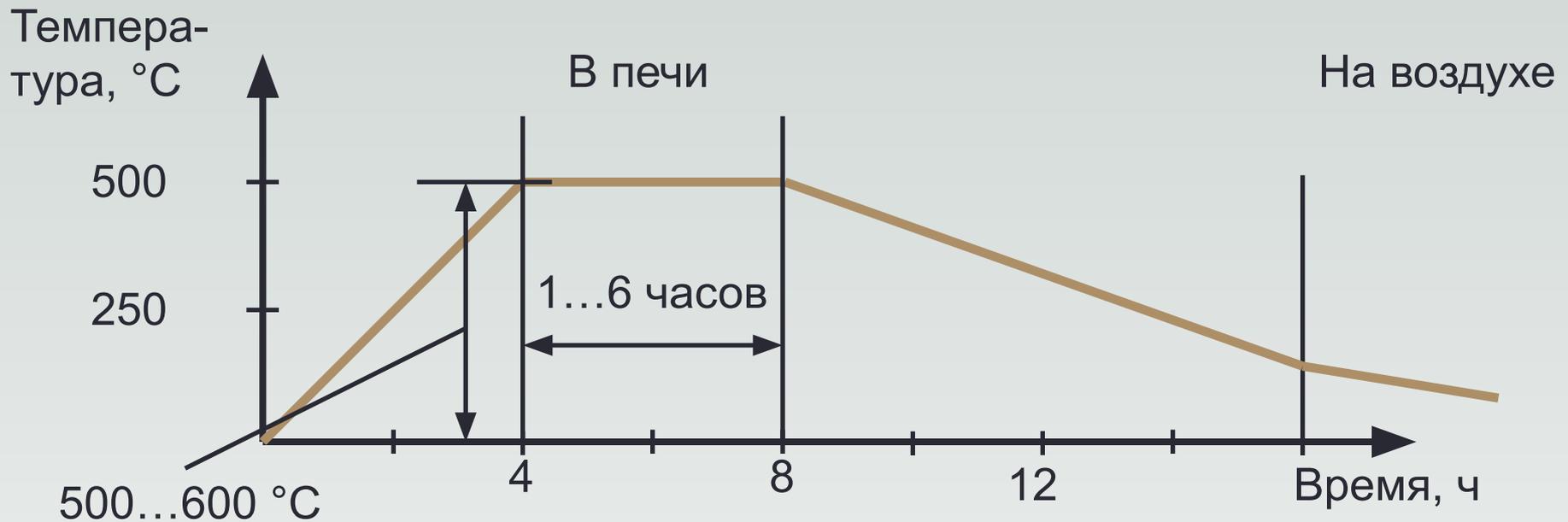
Способы снижения остаточных напряжений

- **Естественное старение** заключается в длительном хранении (вылеживании) заготовок на воздухе.
- Продолжительность вылеживания составляет нередко 6—12 месяцев.
- Естественное старение обычно производят после предварительной обработки (обдирки) отливки.
- Достоинство – прочность материала не снижается
- Недостаток — длительность процесса и неполное снятие напряжений.

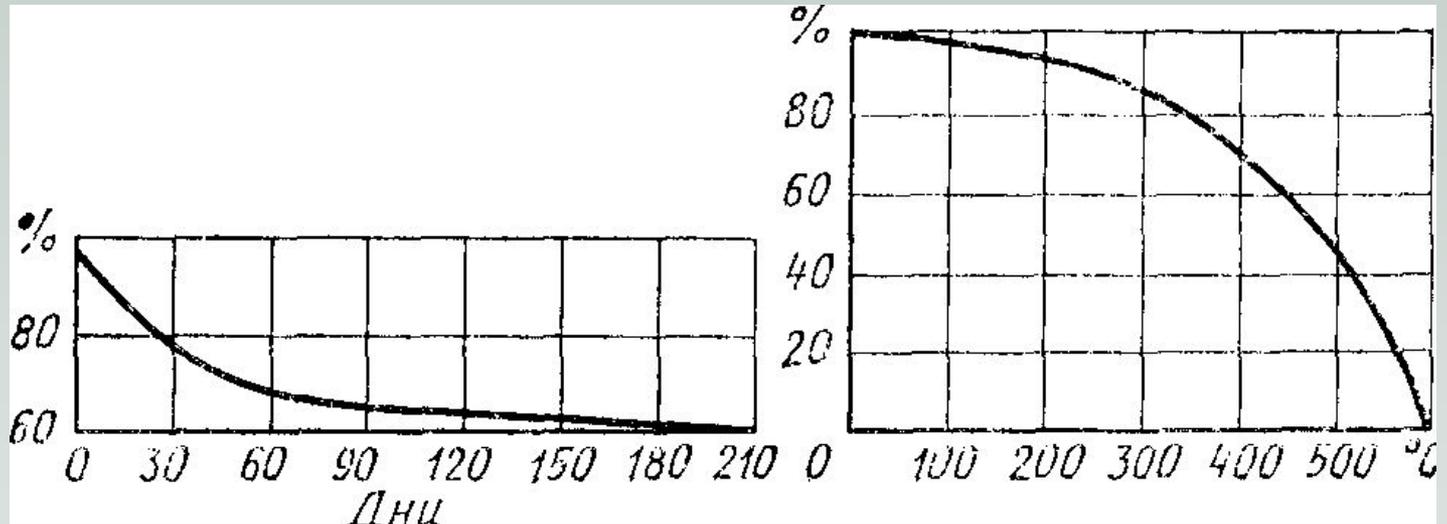
Способы снижения остаточных напряжений

Термическая обработка (искусственное старение)

целесообразна для снятия остаточных напряжений в мелких и средних отливках. Недостаток ее – снижение прочности материала вследствие роста зерна.



Способы снижения остаточных напряжений



а
б
Остаточные напряжения при естественном (а) и искусственном (б) старении

Способы снижения остаточных напряжений

- **Ковочные напряжения** возникают в заготовках, получаемых ковкой и горячей штамповкой, из-за их неравномерного охлаждения.
- Ковочные напряжения влияют на деформацию маложестких заготовок (длинные валики, коленчатые валы и т. п.).
- Для снятия остаточных напряжений в поковках и штампованных заготовках применяют отжиг.

Способы снижения остаточных напряжений

- **Термические напряжения** являются следствием неравномерности нагрева и охлаждения деталей, а также результатом структурных изменений их материала.
- Термические напряжения вызывают коробление деталей, могут вызывать трещины.
Для снижения термических напряжений
- необходимо строго соблюдать режимы обработки;
- необходимо применять отпуск;
- можно наносить защитные обмазки.

Способы снижения остаточных напряжений

- **Сварочные напряжения** возникают в результате неравномерного нагрева и остывания металла в процессе сварки.
- При остывании в наплавленном слое возникают остаточные напряжения растяжения.
- Величина этих напряжений иногда достигает предела текучести металла.
- При сварке заготовок из низкоуглеродистых сталей возникают в основном остаточные напряжения первого рода, а при сварке заготовок из закаливающих сталей — напряжения всех трех родов.

Способы снижения остаточных напряжений

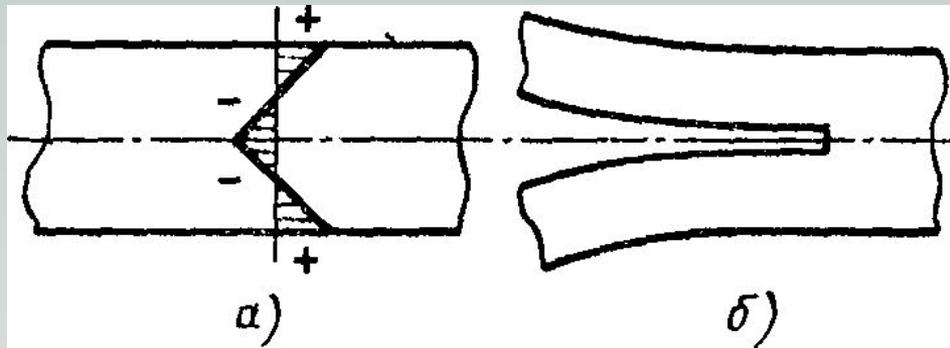
Для снижения сварочных напряжений

- необходимо правильно конструировать изделие;
- необходимо строго соблюдать режимы сварки;
- необходимо соблюдать последовательность наложения швов;
- можно применять термическую обработку (высокотемпературный отпуск).

Способы снижения остаточных напряжений

- *Напряжения от наклепа* возникают при холодной обработке металла методом пластической деформации:
- прокаткой;
- волочением;
- обработкой резанием.

Способы снижения остаточных напряжений



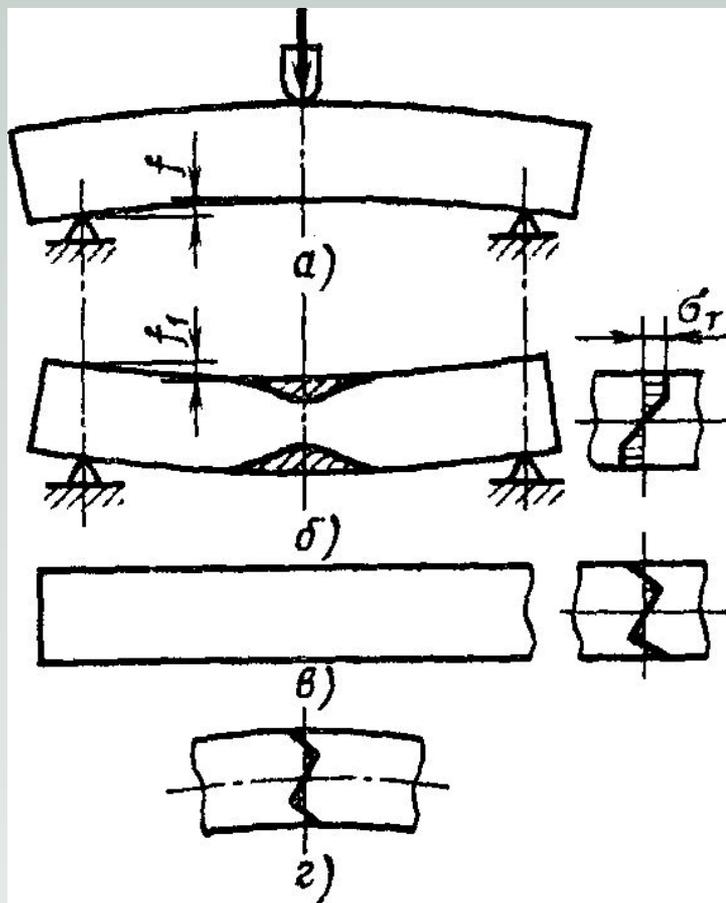
Остаточные напряжения в заготовке из проката
а – эпюра напряжений; б – пример влияния напряжений

Особенность механической обработки проката:
при точении недостаточно точно зацентрированной
заготовки, готовая деталь заметно искривляется.

Холодная правка заготовок

- ❑ Холодная правка основана на пластическом изгибе.
- ❑ Холодную правку применяют для устранения искривления заготовок и готовых деталей.
- ❑ Правка до обработки уменьшает снимаемые припуски и сокращает время обработки.
- ❑ Холодной правке подвергают гладкие и ступенчатые валы, шатуны, коленчатые и распределительные валы двигателей, планки, пластины и другие детали.

Схема правки с приложением сосредоточенной силы



а – упругая деформация заготовки;
б - пластическая деформация заготовки;
в – заготовка после снятия силы;
г – заготовка после повторной обработки резанием