

# Сварочные деформации

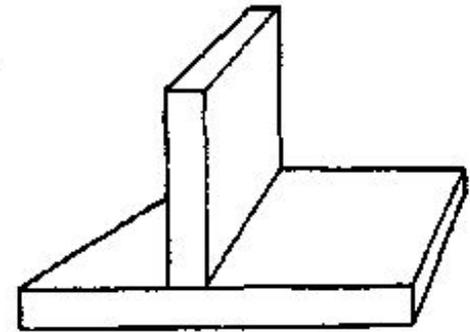
- Изменение формы и размеров твердого тела под влиянием внешнего усилия называется деформацией
- Если форма тела восстанавливается после прекращения действия силы, мы имеем дело с упругой деформацией
- Если тело не принимает первоначальной формы, то говорят, что оно получило остаточную или пластическую деформацию

- Размеры деформации определяются величиной приложенного усилия. Чем больше усилие, тем больше вызываемая им деформация.
- О величине усилия судят также по напряжению, которое данное усилие вызывает в теле.
- Напряжением называют внутреннюю силу, приходящуюся на единицу площади поперечного сечения тела.
- Таким образом между напряжением и вызываемой им деформацией существует неразрывная связь.

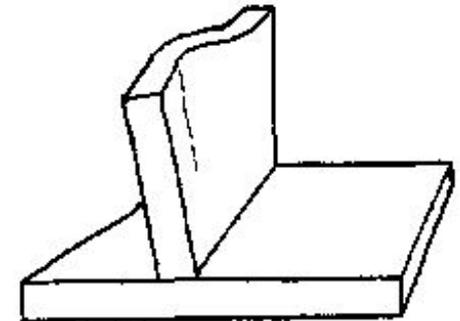
# Понятие о сварочных деформациях

- Деформация — изменение размеров и формы тела при внешнем воздействии.
- Если внешнее воздействие (например, удары молотком) было незначительным, то форма и размеры тела возвращаются в исходное состояние.
- в противном случае форма и размеры — изменяются, т. е. возникают остаточные деформации.

В результате деформирования остаточных деформаций не возникло



В результате деформирования появились остаточные деформации

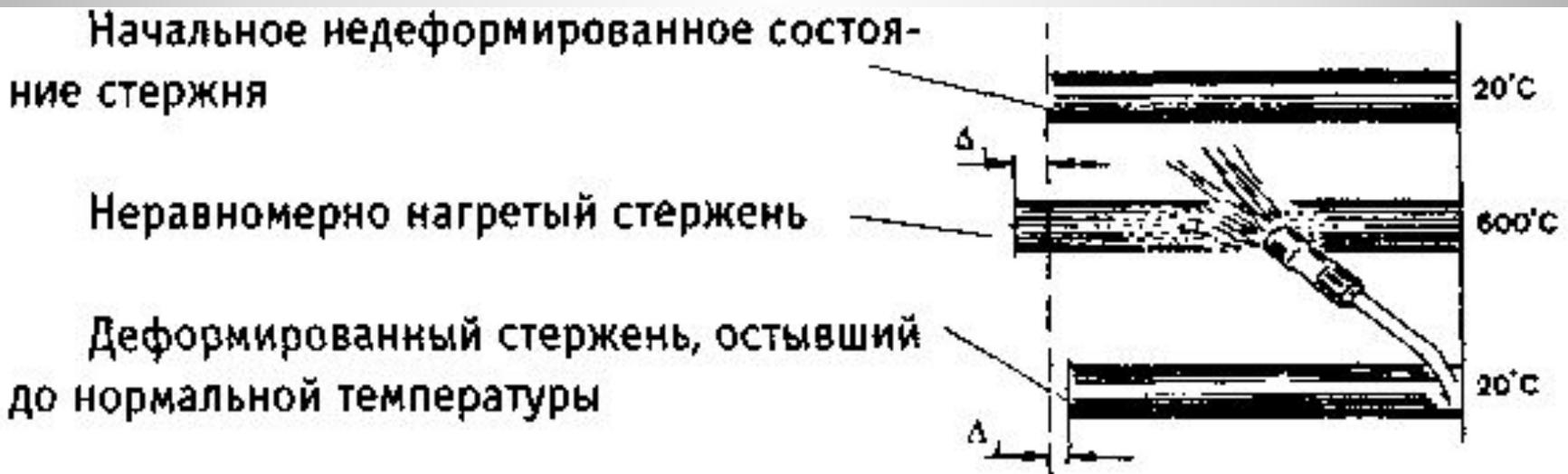


- Изменение температуры металлической детали приводит к ее деформации: нагрев детали приводит к увеличению ее размеров, охлаждение — к уменьшению.

- сечение металлического стержня при нормальной температуре
- сечение нагретого металлического стержня
- сечение металлического стержня после охлаждения до нормальной температуры

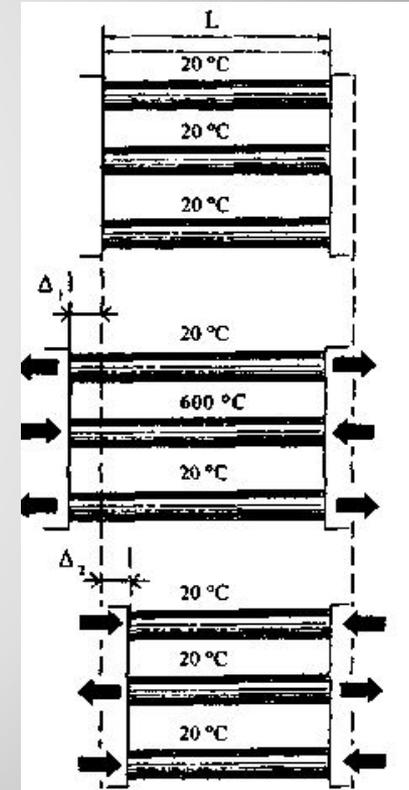


- В результате **неравномерного** нагрева стержня в нем возникают сложные деформации, что приводит к его удлинению на величину  $\Delta_1$ . При последующем охлаждении до нормальной температуры стержень останется деформированным так, что его длина будет меньше начальной на величину  $\Delta_2$ .



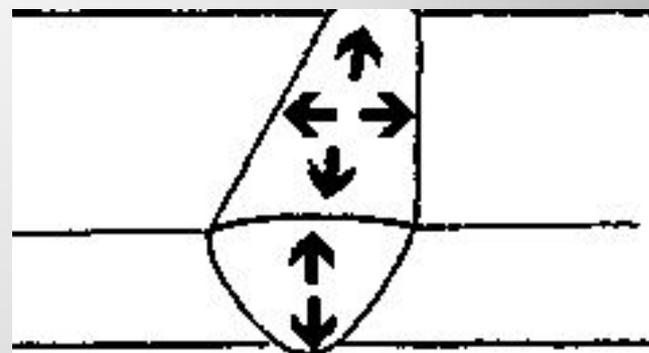
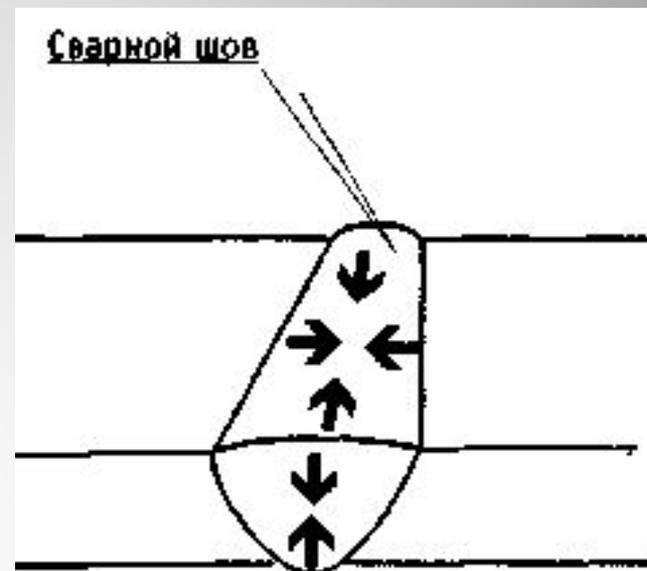
# Модель деформирования металла

- Упрощенную модель можно представить в виде трех стержней длиной  $L$ , жестко соединенных друг с другом.
- Различные участки сварного соединения при сварке нагреваются до разных температур. Нагреем средний стержень, моделирующий сварной шов, до температуры  $600^{\circ}\text{C}$ , а затем охладим его.
- Средний стержень при нагреве удлиняется и деформирует не нагретые стержни. Длина модели  $L$  увеличивается на  $A_1$ .
- После остывания длина  $L$  уменьшается на  $A_2$  в результате особых физических изменений в металле стержней.



- Металл сварного шва и околошовной зоны в процессе сварки и после остывания до нормальной температуры деформируется еще более сложным образом
- Направления деформирования от внешних (по отношению к рассматриваемому участку) сил показано на рисунках

- металл сварного шва нагрет; все нагретые участки металла пытаются расшириться, но им не дают холодные участки
- металл сварного шва остыл до нормальной температуры
- участки металла околошовной зоны растягивают зону шва во всех направлениях.

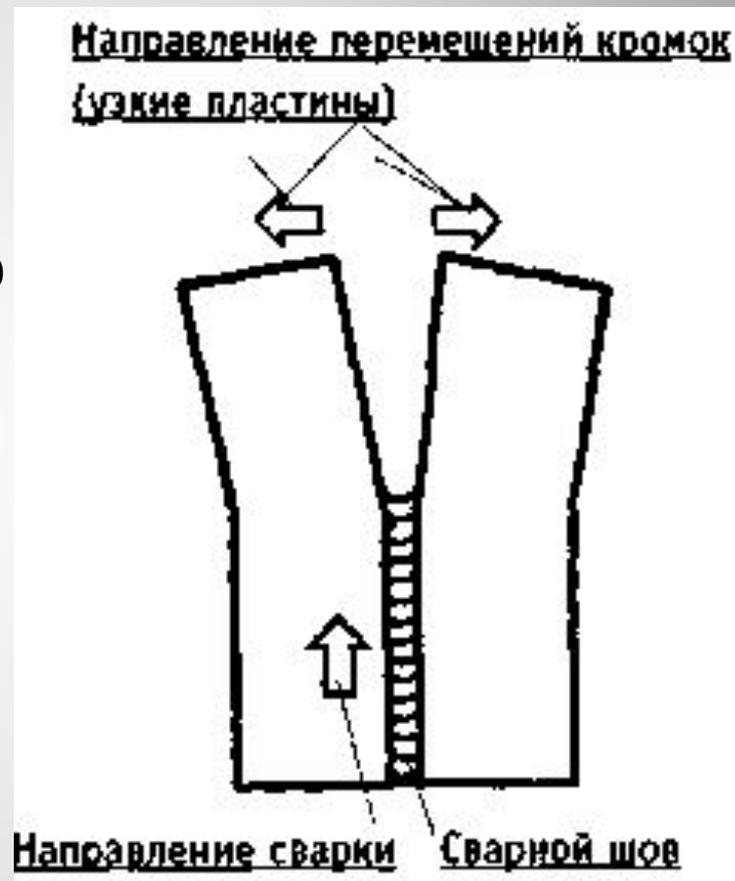


# Деформации сварных конструкций в процессе и по окончании сварки

- В процессе и по окончании сварки всегда возникают сварочные деформации
- Их можно уменьшать, но избавиться от них невозможно

# Сварка пластин встык

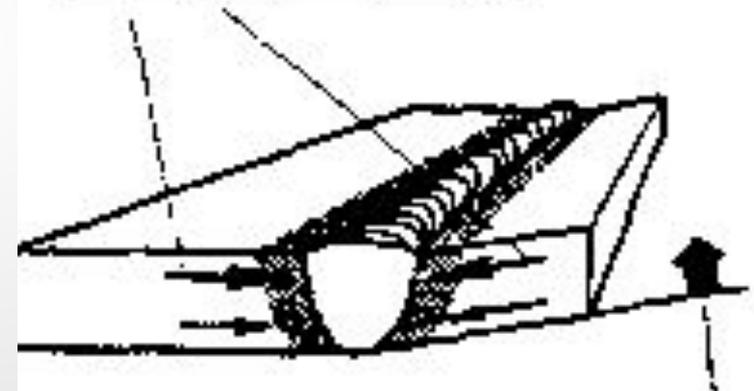
- В процессе сварки пластин встык свариваемые кромки перемещаются.
- При этом сварочный зазор может как уменьшаться (свариваются широкие пластины), так и увеличиваться (свариваются узкие пластины).
- Оба вида перемещений могут привести к некачественному формированию сварного шва.



- По окончании процесса сварки и остывании пластин деталь остается деформированной в той или иной степени во всех трех направлениях: длина, ширина, толщина.

### Деформации участка сварного соединения

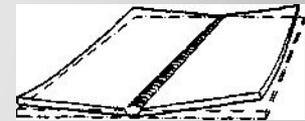
Направление деформаций в околошовной зоне



Угловой поворот

Характер и величины деформаций после сварки, кроме прочих многочисленных факторов, определяются размерами свариваемых пластин:

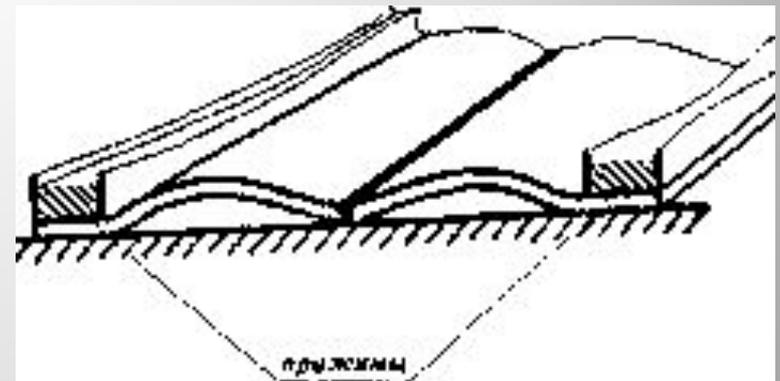
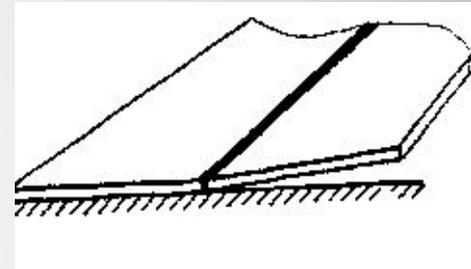
- после сварки одинаковых по ширине пластин;
- после сварки узкой и широкой пластин.



Характер остаточных сварочных деформаций может быть изменен путем использования различного вида закреплений на этапе сборки под сварку:

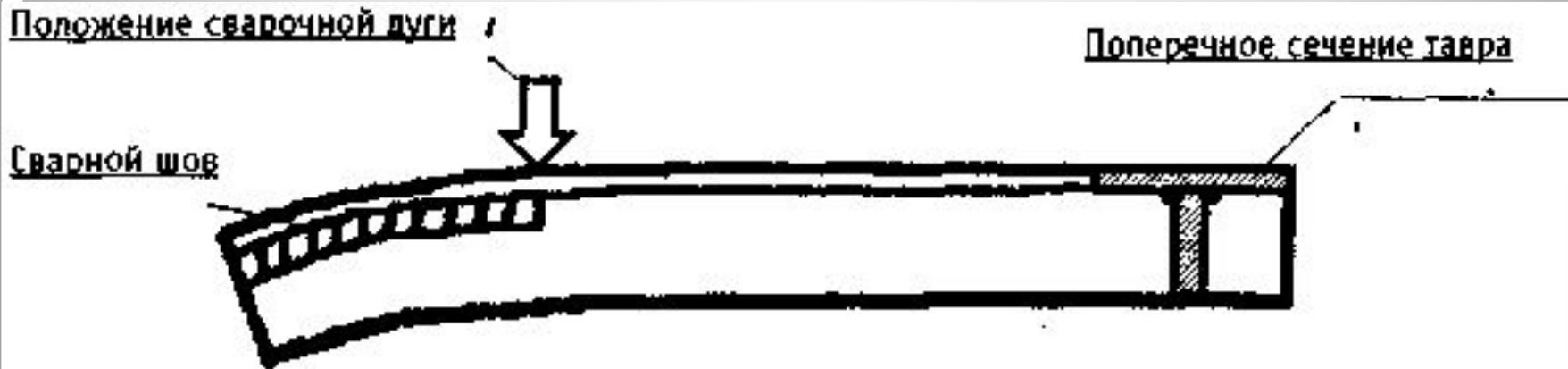
— деформации после сварки незакрепленных пластин.

— деформации после сварки пластин с прижимами, установленными на некотором расстоянии от шва.



# Тавровое сварное соединение

- Деформации в начале процесса сварки таврового соединения.



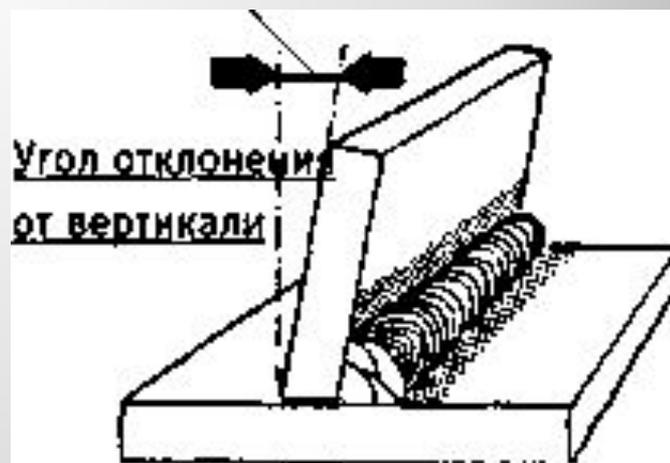
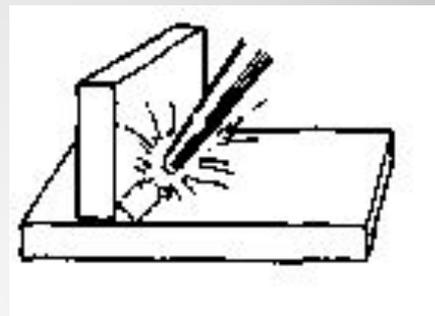
- Деформации в конце процесса сварки таврового соединения.



- Деформации после выполнения сварного соединения и полного остывания.



- Взаимное расположение пластин таврового сварного соединения после сварки одного шва и остывания конструкции



- Деформация отрезка трубы после сварки продольным швом.



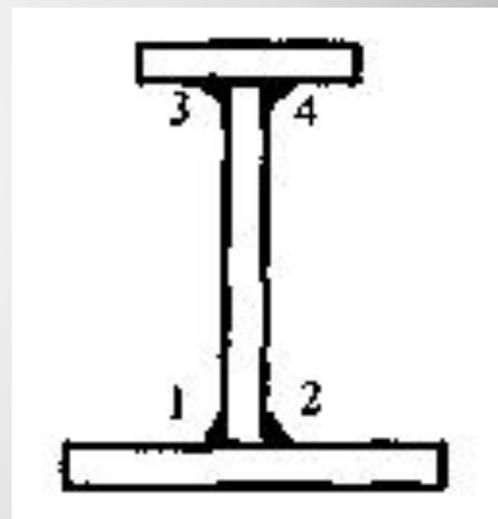
- Деформация рамы после сварки участка стыковым швом.

Зона сварки стыкового шва



# Способы устранения сварочных деформаций

- Рациональная последовательность укладки швов: например, при сварке двутавровой балки рекомендуется укладывать швы в порядке, указанном на рисунке.



- Создание деформаций, обратных сварочным (правка после сварки).

Угол отклонения

от вертикали после сварки

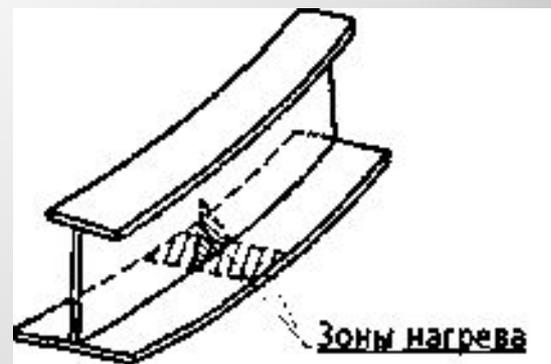


- Взаимное расположение свариваемых деталей с учетом последующей деформации от сварки.



Правка  
сваренного  
изделия путем  
нагрева  
определенных зон  
металла:

- — правка таврового соединения
- — правка двутаврового соединения



# Контрольные вопросы

1. Деформация — это:

- а) изменение размеров и формы тела при внешнем воздействии;
- б) изменение напряжения и тока в электрической цепи при сварке;
- в) только такое изменение размеров и формы тела, которое может быть получено в результате правки после сварки.

## 2. Как изменяются размеры детали при нагреве?

- а) Размеры детали увеличиваются.
- б) Размеры детали уменьшаются.
- в) Размеры детали не изменяются.

## 3. Причиной возникновения деформаций при сварке является:

- а) неравномерный нагрев и охлаждение свариваемой детали
- б) нерациональная сборка детали под сварку
- в) неправильно проведенная термообработка детали после сварки

4. В каком состоянии находится металл сварного шва после сварки и полного остывания?

- а) Металл сварного шва сжат.
- б) Металл сварного шва растянут.
- в) Металл сварного шва не деформирован

5. Как изменяется величина сварочного зазора при сварке узких пластин встык?

- а) Зазор увеличивается.
- б) Зазор уменьшается.
- в) Зазор не изменяется.

6. Как изменяется величина сварочного зазора при сварке широких пластин встык?

- а) Зазор увеличивается.
- б) Зазор уменьшается.
- в) Зазор не изменяется

7. Зависят ли величины деформаций после сварки от размеров свариваемых пластин?

- а) Да, зависят.
- б) Нет, не зависят.
- в) Зависят, если свариваются пластины разной ширины.

8. Каким способом можно уменьшить сварочные деформации при сварке пластин встык?

- а) Путем правильного выбора взаимного расположения свариваемых деталей с учетом последующей деформации от сварки.
- б) Нельзя уменьшить.
- в) Путем нагрева определенных зон металла.

9. Сварочные деформации при сварке плавлением возникают:

- а) всегда
- б) очень редко
- в) никогда

- 10. После заварки первого шва элементы таврового соединения будут расположены, согласно рисунку:

