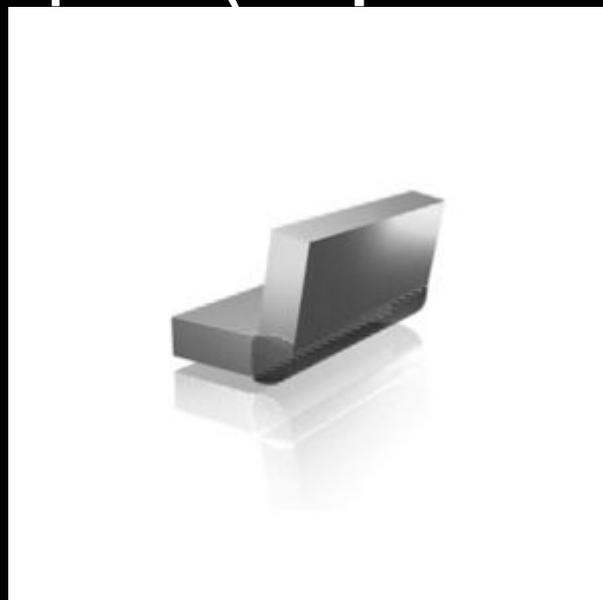
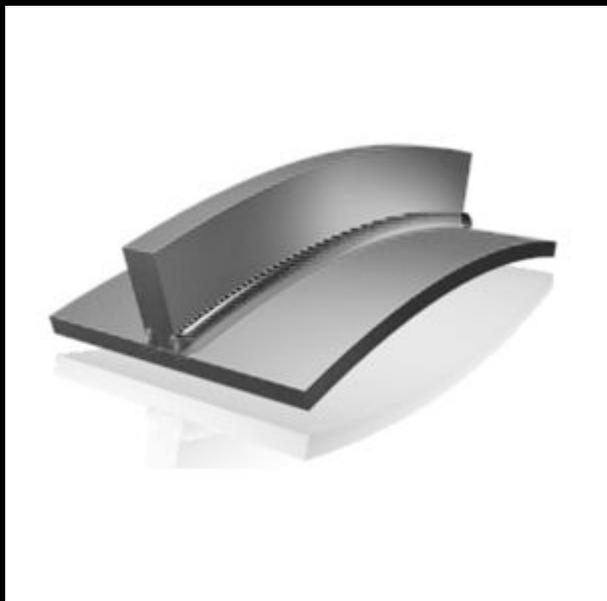


ДЕФОРМАЦИИ И НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ СВАРКЕ

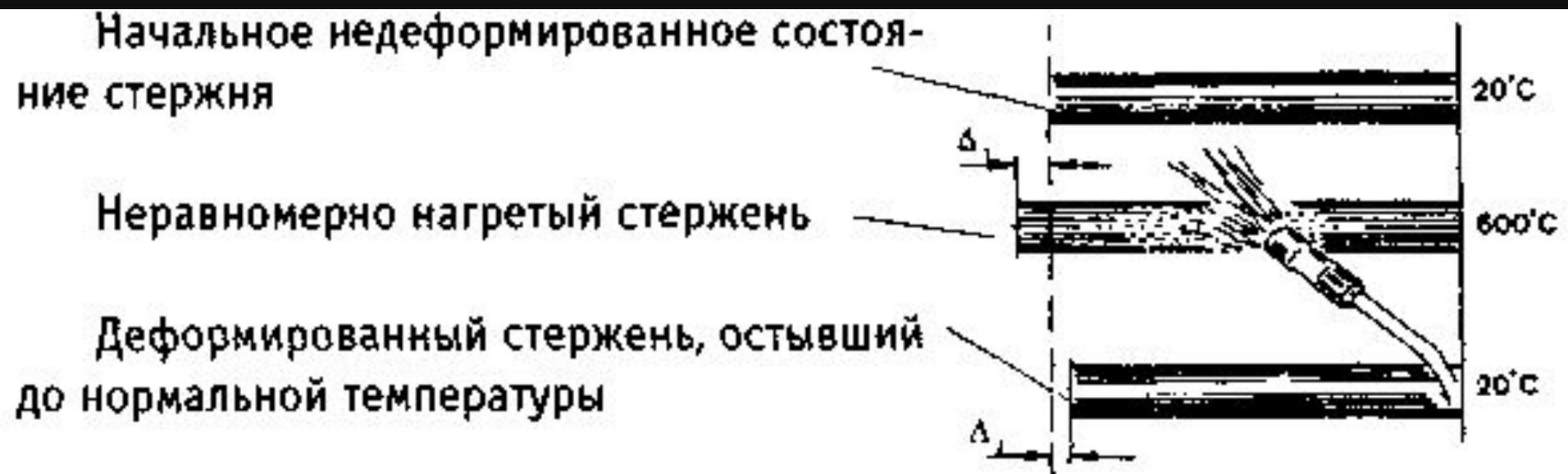
- В зависимости от продолжительности существования их разделяют на:
 - 1. временные, существующие в период выполнения сварки,
 - 2. остаточные, устойчиво сохраняющиеся в течение длительного времени после сварки.
-

ДЕФОРМАЦИИ И НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ СВАРКЕ

- Деформация (коробление)

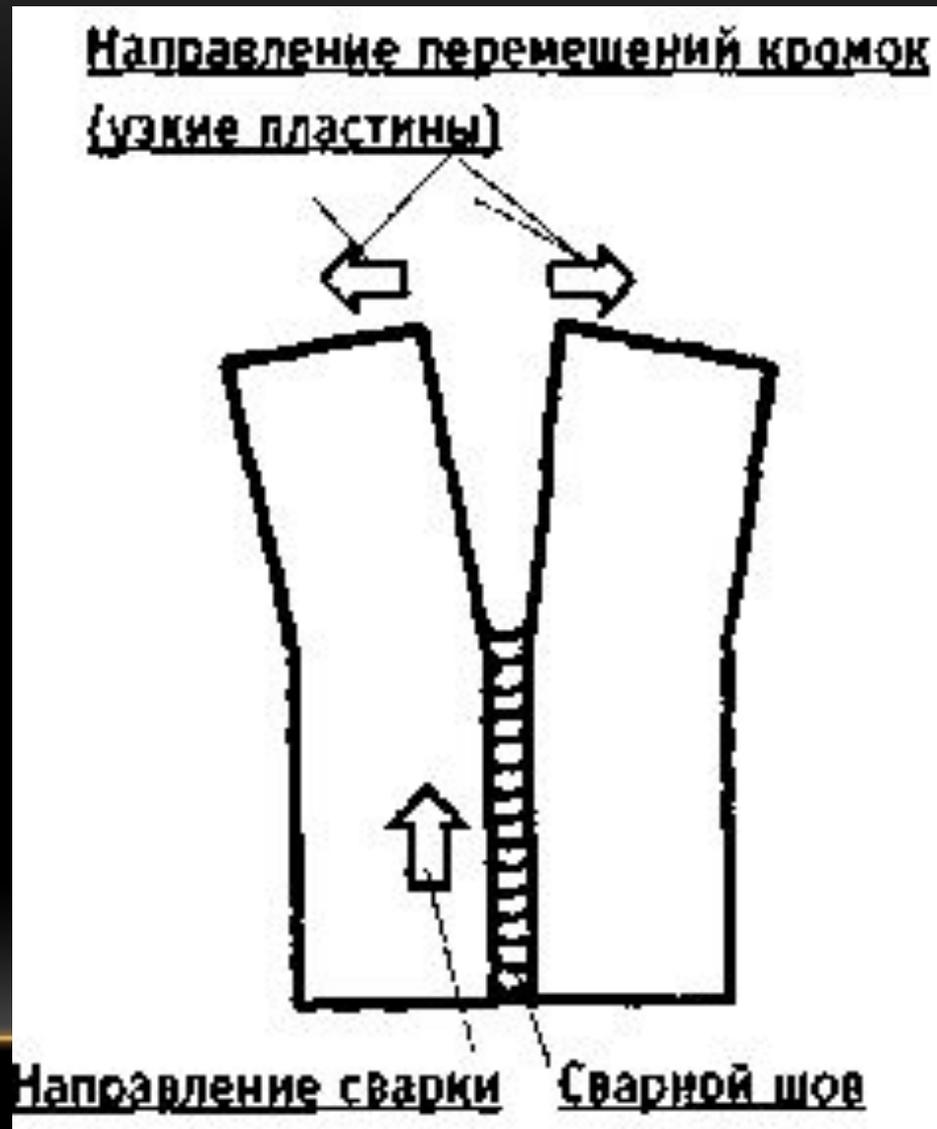


- Деформации, приводящие к изменению размеров всего изделия, искривлению его геометрических осей, называют **общими**.
- А деформации, относящиеся к отдельным участкам его, называют **местными**.



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

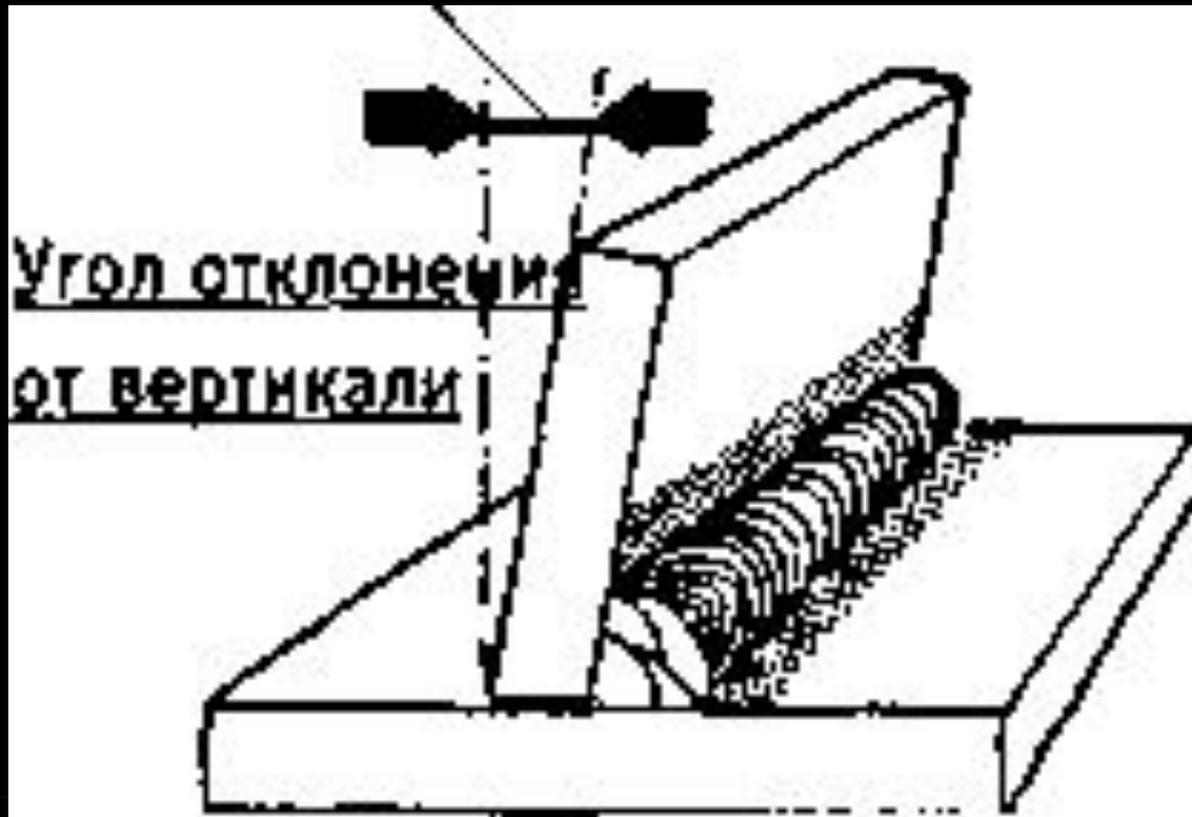
ДЕФОРМАЦИЯ ЗАЗОРА МЕЖДУ КРОМКАМИ



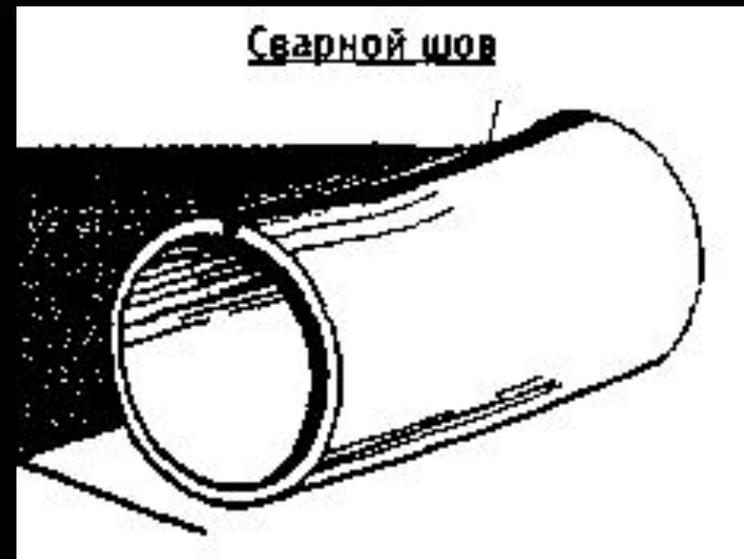
ПОПЕРЕЧНАЯ ДЕФОРМАЦИЯ СТЫКОВОГО ШВА

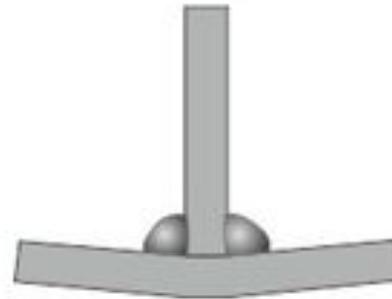
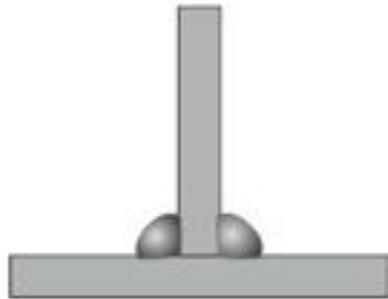
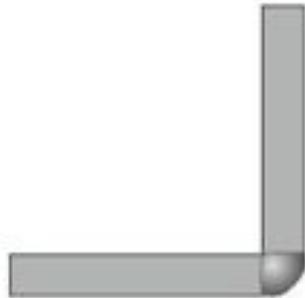


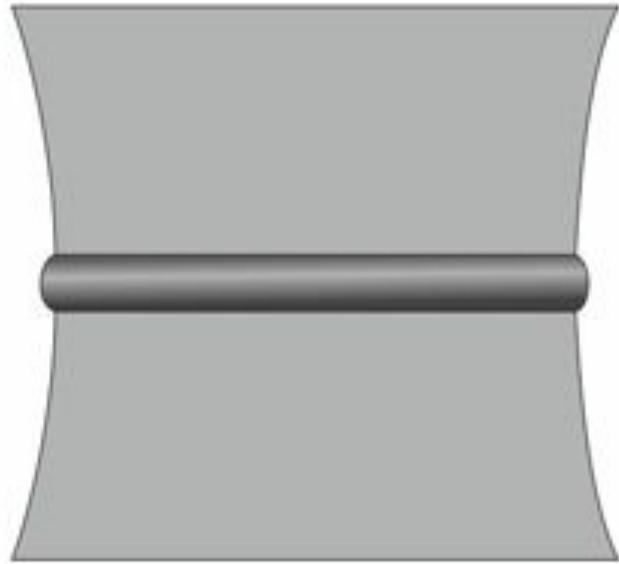
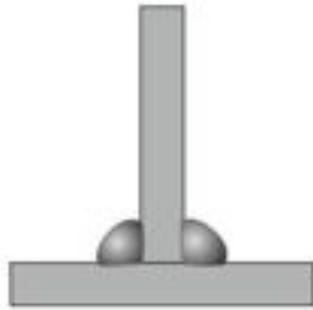
ПОПЕРЕЧНАЯ ДЕФОРМАЦИЯ ТАВРОВОГО СОЕДИНЕНИЯ ПОСЛЕ ВЫПОЛНЕНИЯ УГЛОВОГО ШВА



ДЕФОРМАЦИЯ
ОТРЕЗКА ТРУБЫ
ПОСЛЕ СВАРКИ
ПРОДОЛЬНЫМ ШВОМ.



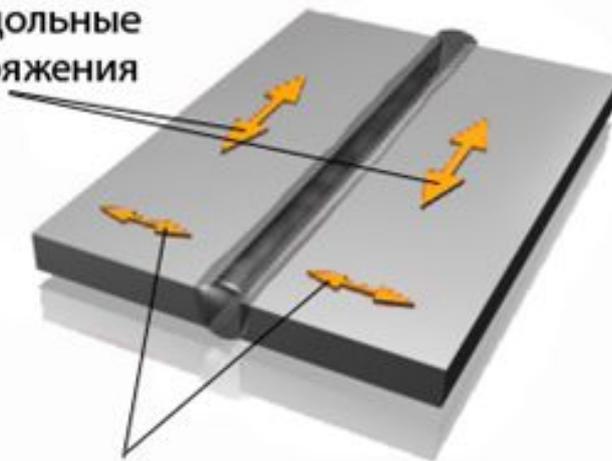




• НАПРЯЖЕНИЯ

продольные
напряжения

поперечные напряжения



- В зависимости от направления действующих усилий могут возникать:
 - напряжения растяжения,
 - сжатия,
 - изгиба среза
 - и кручения.
-
- Напряжение, при котором происходит разрушение, называется **пределом усталости**.
-

ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ И НАПРЯЖЕНИЙ

- 1. УСАДКА
- 2. НЕРАВНОМЕРНЫЙ НАГРЕВ

ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ И НАПРЯЖЕНИЙ

- **Неравномерное нагревание металла при сварке**
Все металлы при нагревании расширяются, а при охлаждении сжимаются. Процессы сварки плавлением характеризуются местным нагревом металла с образованием неравномерного температурного поля в сварном соединении. При наличии непрерывной связи между нагретыми и холодными участками металла свариваемой детали в нем возникают сжимающие и растягивающие внутренние напряжения.

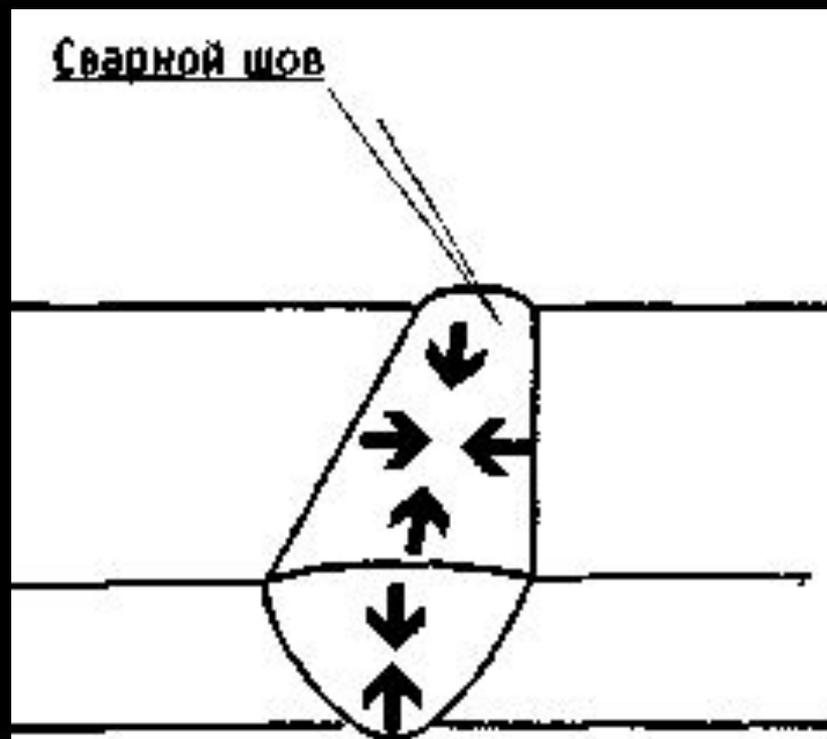
ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ И НАПРЯЖЕНИЙ

- **Литейная усадка наплавленного металла**

При охлаждении и затвердевании жидкого металла сварочной ванны происходит его усадка. Явление усадки объясняется тем, что при затвердевании увеличивается плотность металла, в результате чего объем его уменьшается.

Поскольку металл шва неразрывно связан с основным металлом, остающимся в неизменном объеме и противодействующим этой усадке, в сварном соединении возникают внутренние напряжения. При сварке происходит продольная и поперечная усадка расплавленного металла, в результате чего в шве образуются продольные и поперечные внутренние напряжения, вызывающие деформации сварных соединений.

Сварной шов



- Металлы имеют разную усадку, измеряемую в процентах от первоначального размера:
- у стали низкоуглеродистой литой она 2,0 %;
- у чугуна серого литейного 0,7-0,8 %;
- у латуни 2,06 %;
- у меди 2,1 %;
- у бронзы 1,45-1,6 %;
- у алюминиевых сплавов 1,7-1,8 %.

ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ И НАПРЯЖЕНИЙ

- **Структурные и фазовые превращения в затвердевающем металле при охлаждении**

Нагрев металла при сварке вызывает не только температурные объемные изменения, но и структурные превращения, приводящие к объемным изменениям и возникновению остаточных напряжений.

Околошовная зона подвергается нагреву до температур, превышающих 850 °С. Низкоуглеродистые стали при этой температуре пластичны, и происходящие объемные изменения не сопровождаются образованием напряжений в металле.

При охлаждении легированной стали распад аустенита может сопровождаться образованием мартенситной фазы, связанной с увеличением удельного объема; распад аустенита и образование мартенсита могут иметь место при низких температурах, когда сталь находится в упругом состоянии. Расширению объемов с образовавшейся структурой мартенсита препятствуют участки, претерпевшие структурные превращения; поэтому возникают остаточные напряжения в объемах со структурой мартенсита.

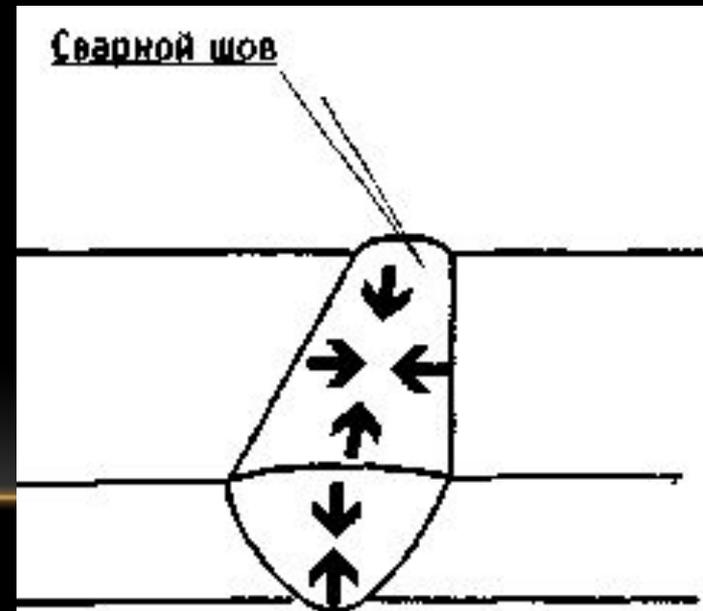
МЕРЫ
ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ
ДЕФОРМАЦИЙ И
НАПРЯЖЕНИЙ



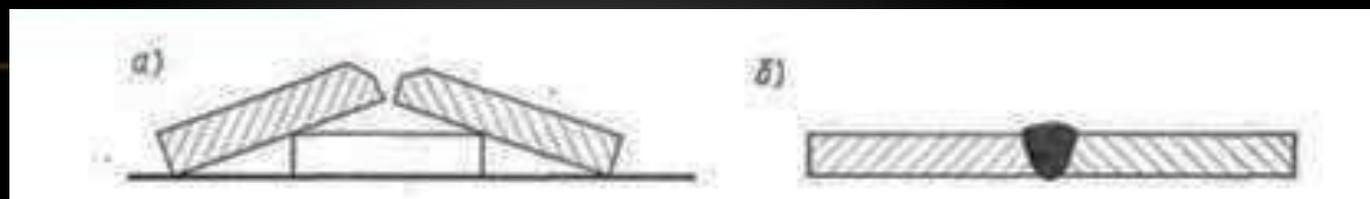
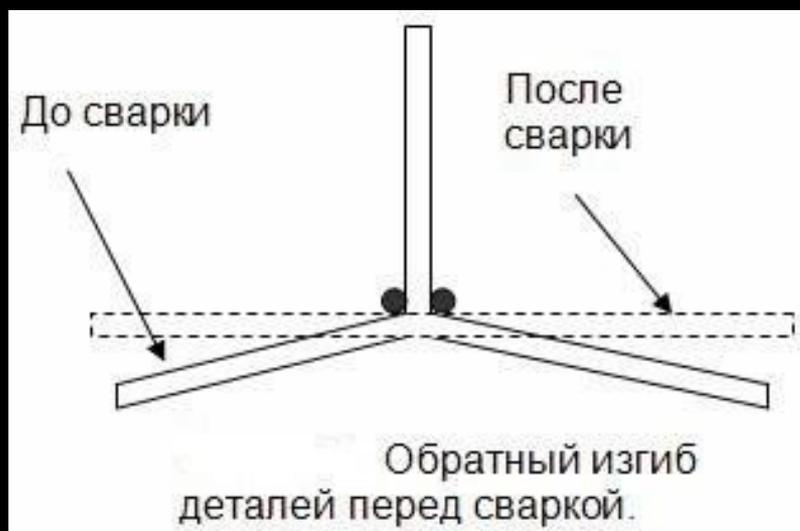
1. ДО СВАРКИ:

1) Рационально выбирать тип сварных соединений, отдавая предпочтение **СТЫКОВЫМ**

2) Величина зазора и угол скоса кромок должны быть минимальными, это уменьшает объём расплавленного металла, а значит величину усадки



3) Сборка деталей с учетом создания обратных деформаций (предварительный выгиб)



4) ЖЕСТКОЕ ЗАКРЕПЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ КОНСТРУКЦИИ ПЕРЕД СВАРКОЙ (СБОРОЧНО- СВАРОЧНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ)



5) Применение предварительного подогрева изделия



6) Достаточное количество прихваток и правильная последовательность их наложения

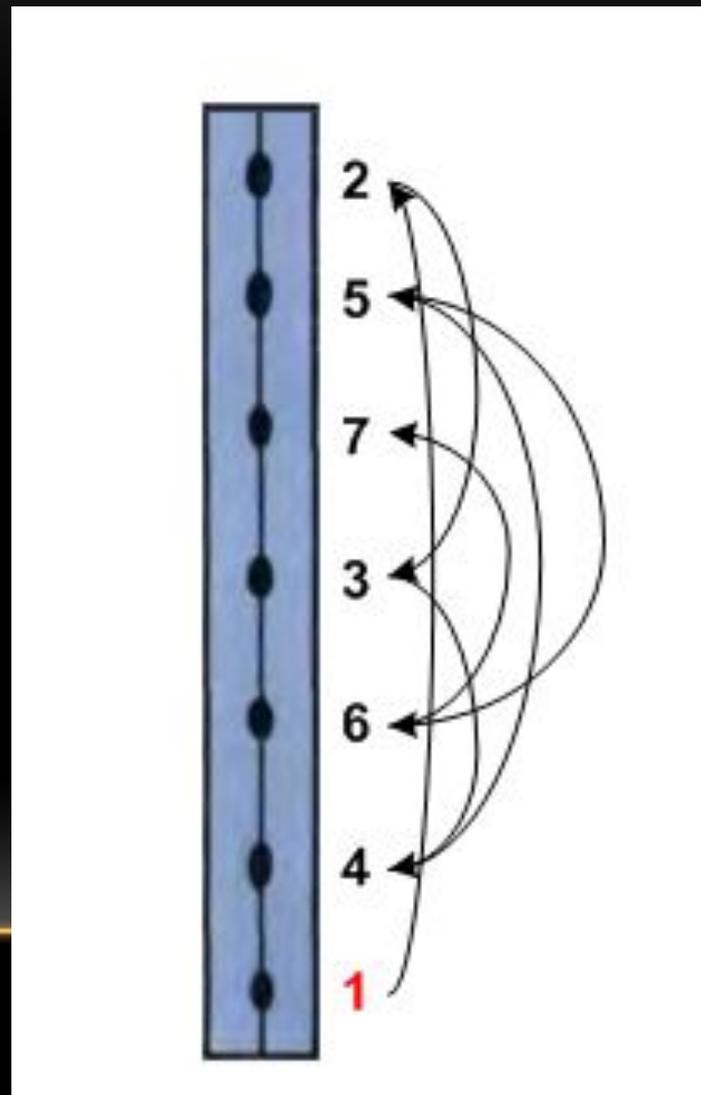
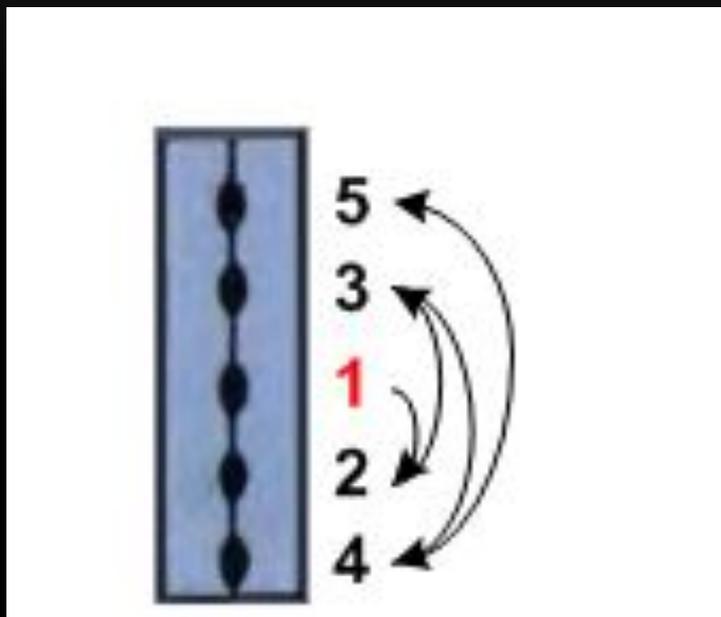
Условно считают швы длиной:

до 250 мм короткими,

250—1000мм - средними

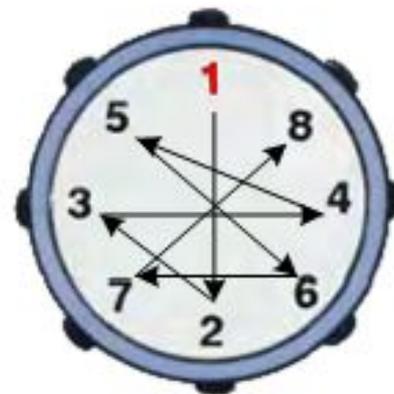
и более 1000мм - длинными.

ДЛЯ СРЕДНИХ ШВОВ И ДЛЯ ДЛИННОМЕРНЫХ



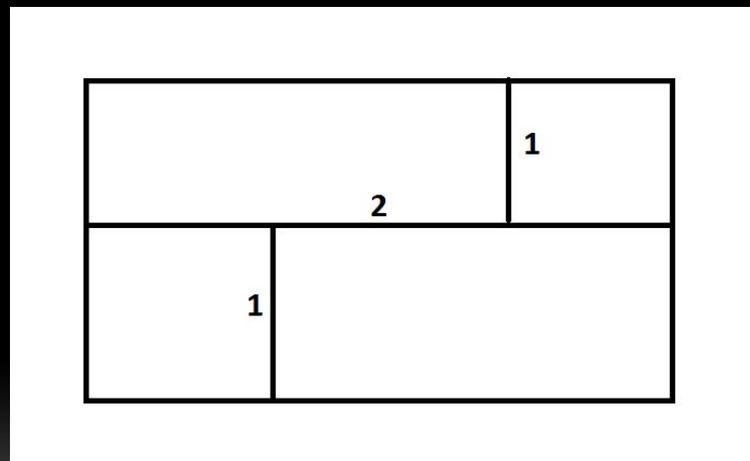
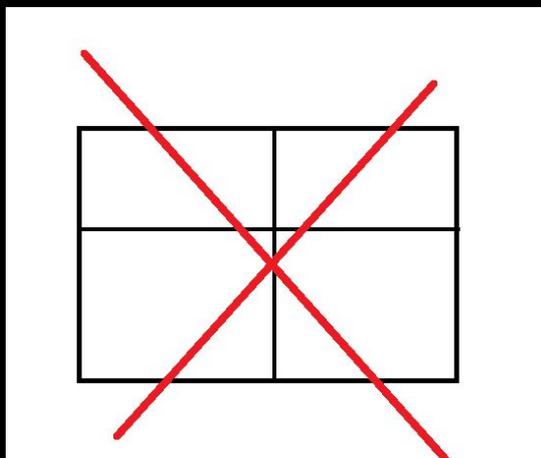
Для кольцевых швов:

- \emptyset до 100 мм – 3-4 прихватки;
- \emptyset от 100 до 600 мм – 4-6;
- \emptyset свыше 600 мм прихватки располагают через каждые 200 - 300 мм.



ВО ВРЕМЯ СВАРКИ:

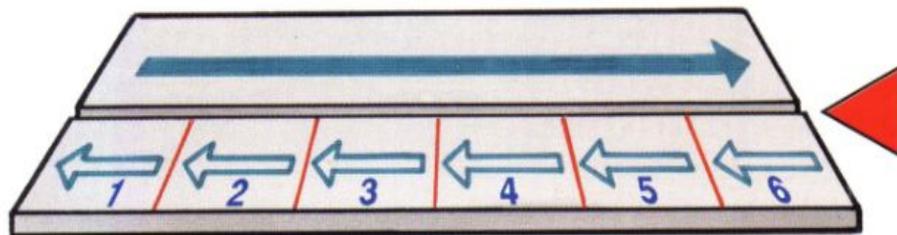
1) Не допускать в конструкциях чрезмерных скоплений и пересечений сварных швов



- 2) Применение обратноступенчатой сварки или рациональное выполнение швов в зависимости от длины



ОБРАТНОСТУПЕНЧАТЫЙ

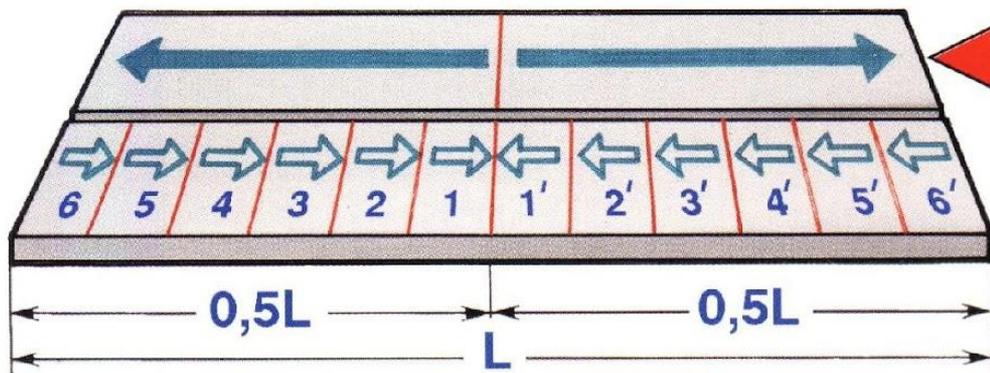


ОБРАТНОСТУПЕНЧАТЫЙ

Для длинных
(свыше 1000 мм) швов.

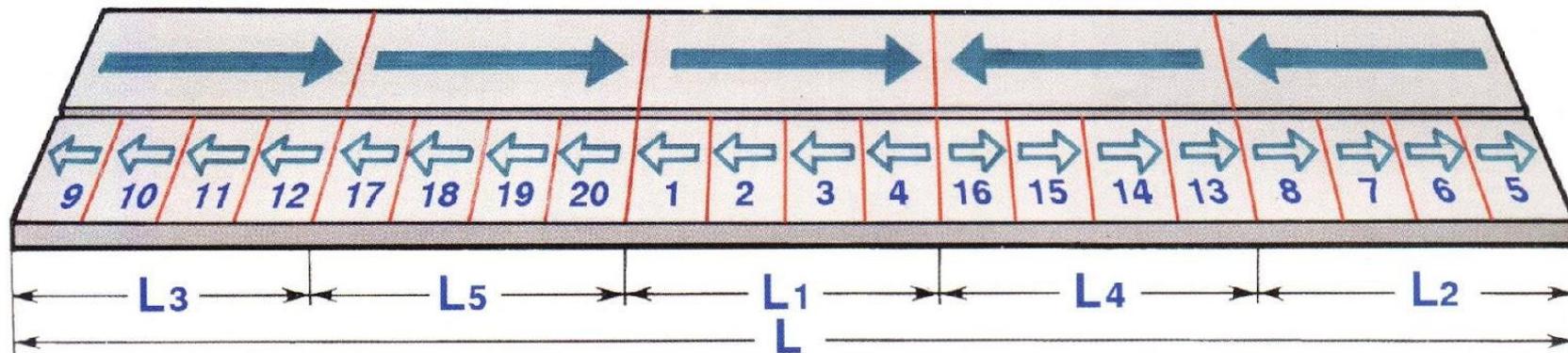
Шов разбивается на отдельные участки по 150-200 мм. Сварка на каждом из них ведется в направлении, обратном общему направлению сварки

ОБРАТНОСТУПЕНЧАТЫЙ ОТ СЕРЕДИНЫ К КРАЯМ



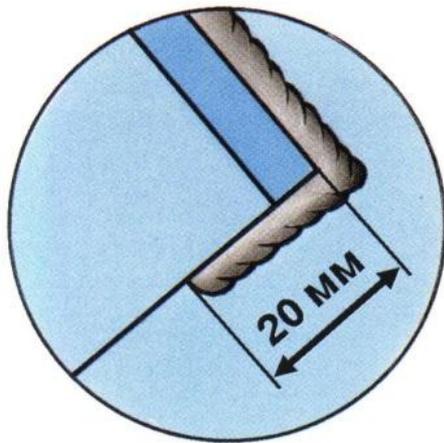
- Длинные швы однопроводных стыковых соединений
- Первый проход многопроходных швов
- Угловые швы

ОБРАТНОСТУПЕНЧАТЫЙ ВРАЗБРОС

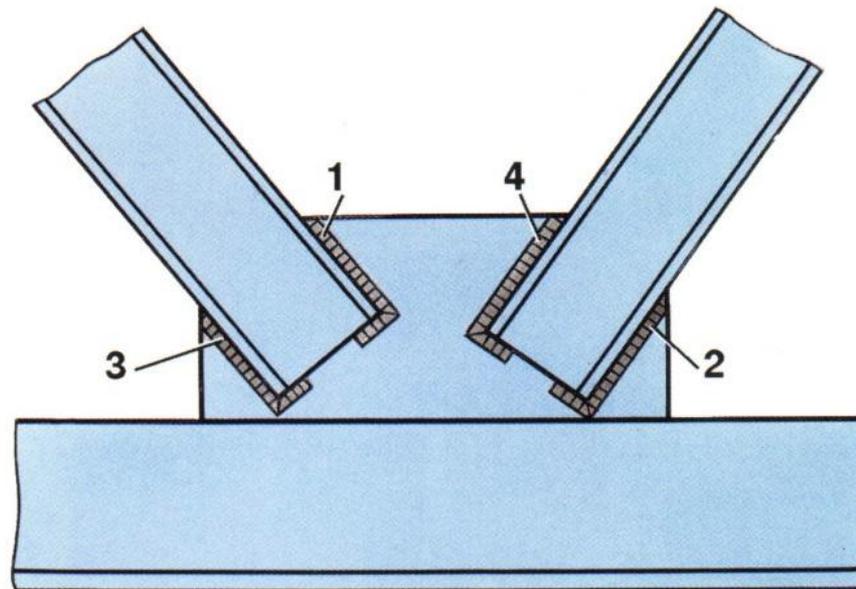


**ОБРАТНОСТУПЕНЧАТАЯ СВАРКА
ЭФФЕКТИВНО УМЕНЬШАЕТ НАПРЯЖЕНИЯ И ДЕФОРМАЦИИ**

- 3) Уравновешивание сварочных деформаций Например, узел фермы

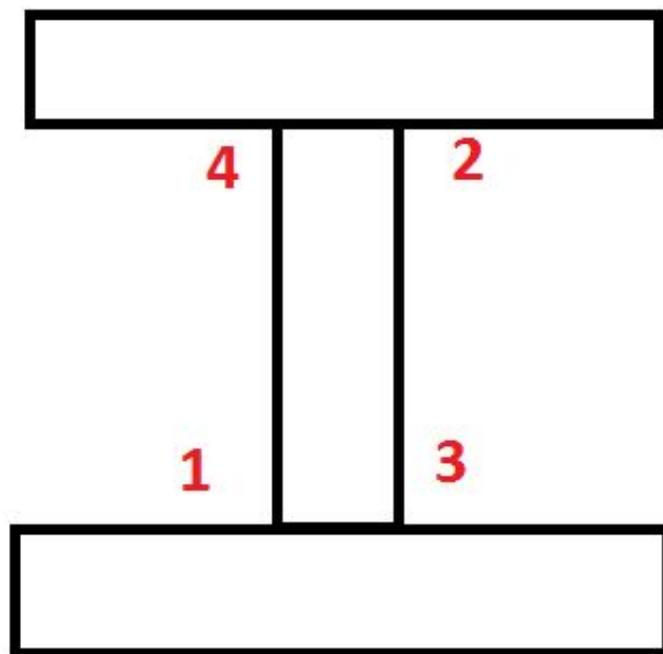


Конец продольного шва выводят на торец привариваемого элемента на длину 20 мм

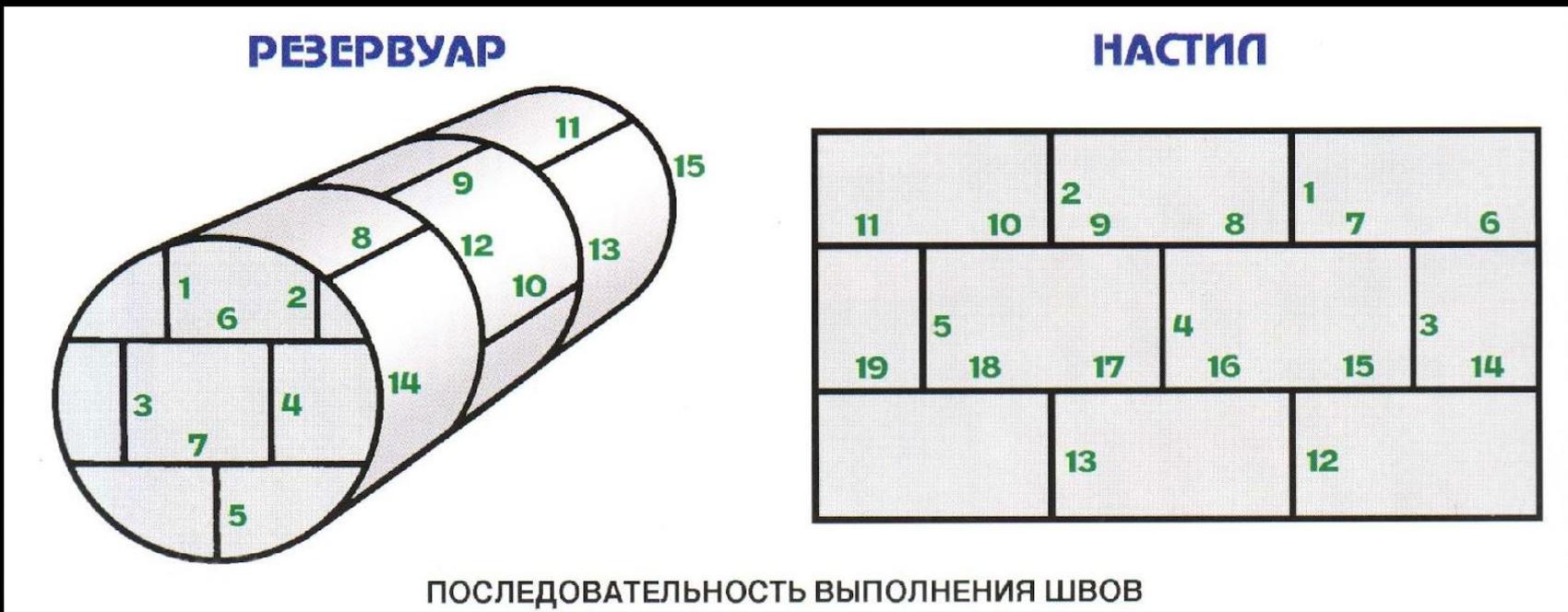


ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОДОЛЬНЫХ ШВОВ

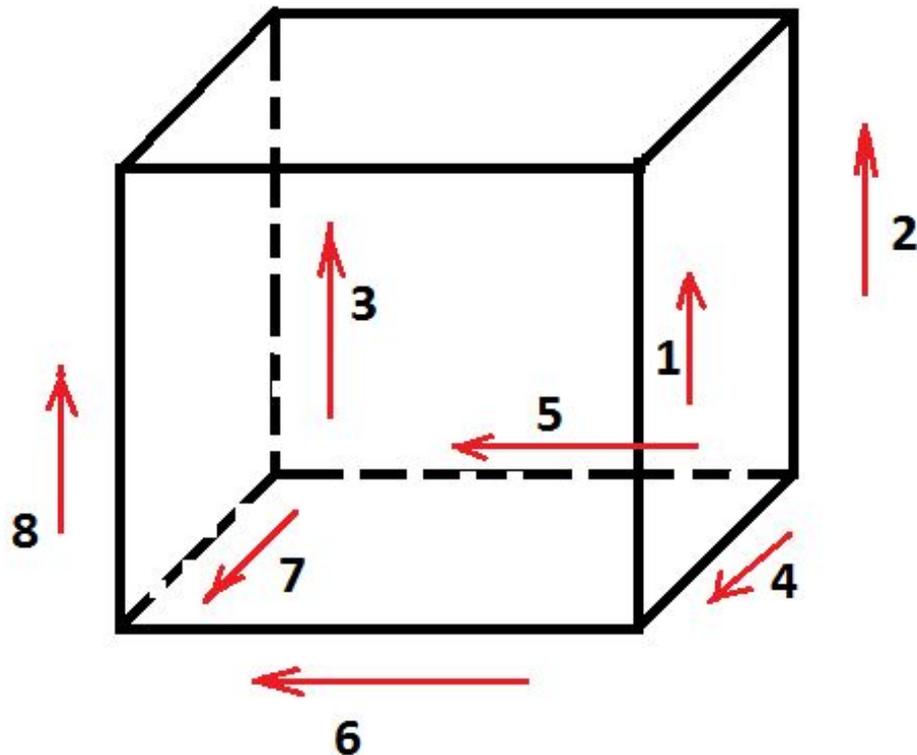
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СВАРКИ БАЛКИ ДВУТАВРОВОГО СЕЧЕНИЯ



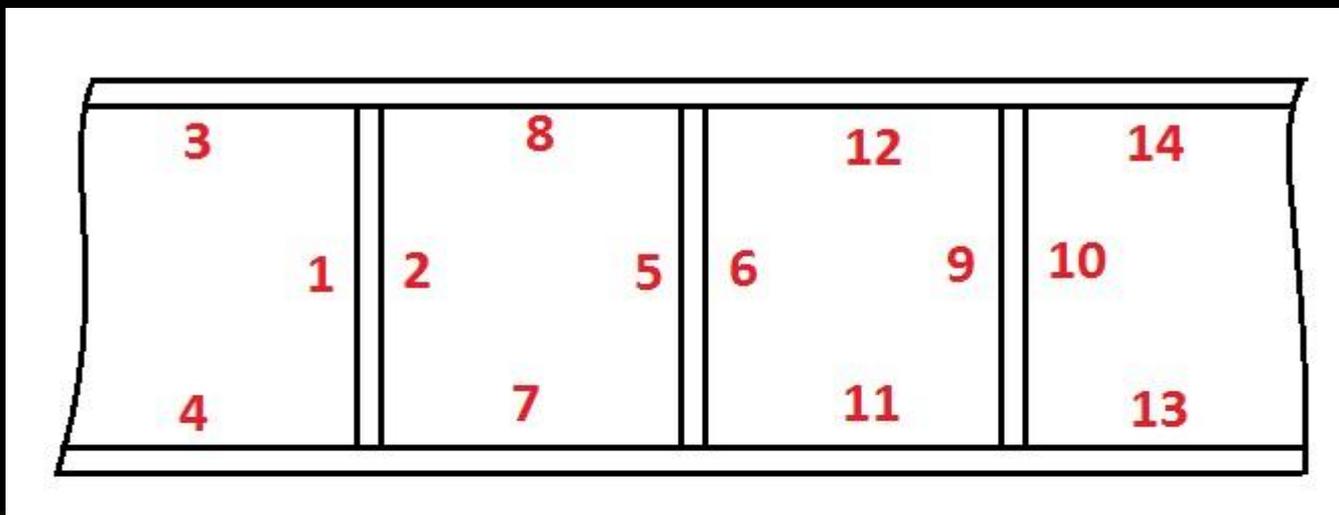
- 4) соблюдение правильной последовательности наложения сварных ШВОВ,
- Например, настил (листовая конструкция)



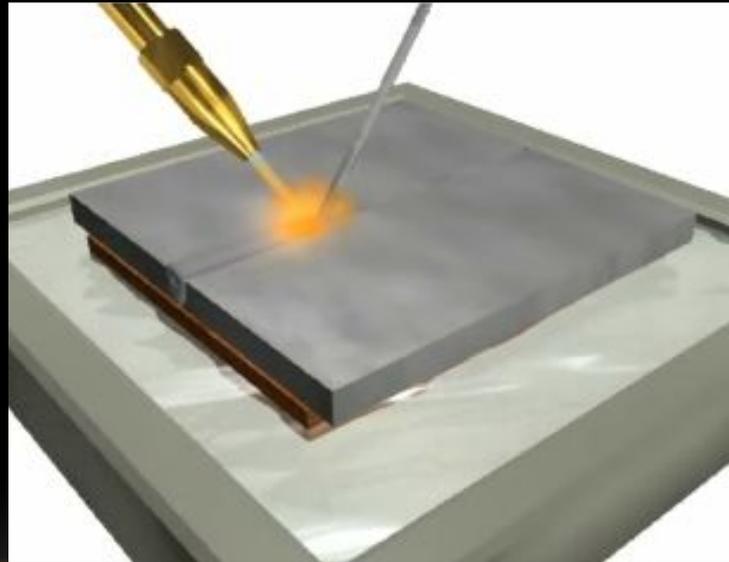
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СВАРКИ КОНСТРУКЦИИ КОРОБЧАТОГО СЕЧЕНИЯ



ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СВАРКИ ДВУТАВРОВОЙ БАЛКИ С РЕБРАМИ ЖЕСТКОСТИ

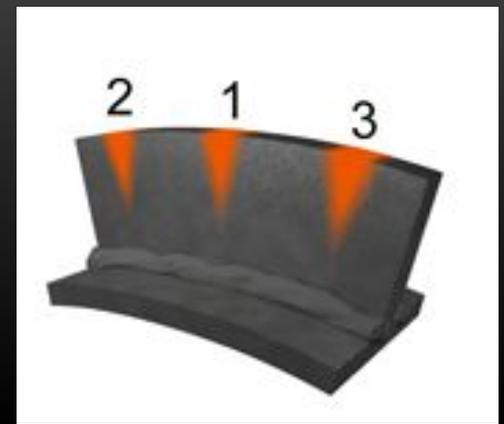


5) Применение искусственного охлаждения в процессе сварки



МЕРОПРИЯТИЯ ПОСЛЕ СВАРКИ





1) ТЕРМИЧЕСКАЯ ПРАВКА

- заключается в местном нагреве небольших участков металла деформированной конструкции. Нагрев, как правило, производят сварочными горелками большой мощности. Ведут его быстро и только до пластического состояния верхних волокон на выпуклой стороне изделия. При охлаждении нагретых участков последние сжимаются и выпрямляют изделие.

2) ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКАЯ ПРАВКА

заключается в сочетании местного нагрева с приложением статической нагрузки, изгибающей исправляемый элемент конструкции в нужном направлении. Такой способ обычно применяют для правки жестких сварных узлов.

3) МЕХАНИЧЕСКАЯ ПРАВКА

В этом случае с помощью молотов, домкратов, винтовых прессов или других устройств создается ударная или статическая нагрузка, которую обычно прилагают со стороны наибольшего выгиба. Изделия из тонколистового металла можно править прокатыванием их между валками.

КОНТРОЛЬНЫЙ ТЕСТ:

1. Изменение формы и размеров твердого тела под влиянием внешней или внутренней силы:

- | | |
|------------------|-----------------|
| 1) деформация; | 3) ионизация; |
| 2) рекомбинация; | 4) диссоциация. |

2. Если форма и размеры изделия восстанавливаются после прекращения действия силы, то деформация:

- | | |
|------------------|----------------|
| 1) упругая; | 3) остаточная; |
| 2) пластическая; | 4) переменная. |

3. Если изделие не принимает первоначальную форму после прекращения действия силы, то деформация:

- | | |
|-------------------------------------|----------------|
| 1) упругая; | 3) временная; |
| 2) пластическая,
или остаточная; | 4) переменная. |

4. Внутренняя сила, приходящаяся на единицу площади поперечного сечения тела:

- | | |
|-----------------|----------------|
| 1) деформация; | 3) напряжение; |
| 2) перемещение; | 4) ионизация. |

5. Термические напряжения, которые возникают во время охлаждения металла после сварки без действия внешних усилий:

- | | |
|-----------------|----------------|
| 1) собственные; | 3) временные; |
| 2) независимые; | 4) постоянные. |

6. На стыковой сварной шов после сварки действуют напряжения:

- | | |
|-------------------|----------------------------|
| 1) растягивающие; | 3) скручивающие; |
| 2) сжимающие; | 4) напряжения отсутствуют. |

7. С увеличением силы сварочного тока напряжения в швах:

- 1) уменьшаются;
- 2) увеличиваются;
- 3) не изменяются;
- 4) исчезают.

8. При кристаллизации металла происходит его усадка, которая для стали составляет:

- 1) 1%;
- 2) 2%;
- 3) 5%;
- 4) 10%.

9. Явление местного повышения напряжений:

- 1) концентрация напряжений;
- 2) рекомбинация;
- 3) улучшение;
- 4) отпуск.

10. С целью снятия сварочных напряжений и улучшения структуры применяется:

- 1) покраска;
- 2) очистка;
- 3) сушка;
- 4) термическая обработка.

КОНТРОЛЬНЫЙ ТЕСТ 2

Каждый вопрос имеет один или несколько правильных ответов. Выберите верный.

1. В каком сварном соединении возможны большие деформации?

- а) В тонкостенной конструкции с протяженными швами.
- б) В стыковом соединении коротких незакрепленных труб.
- в) В угловом соединении хорошо закрепленных пластин.

2. При каких условиях в сварной конструкции возможны бóльшие напряжения?

- а) При сварке стыковых соединений.
- б) При сварке пересекающихся стыковых швов.
- в) При сварке нахлесточных соединений.

3. При каких условиях в жесткозакрепленной конструкции напряжения будут больше?

- а) При сборке с большим зазором.
- б) При сварке с малой скоростью.
- в) В обоих случаях.

10

4. Когда при газовой сварке напряжения выше?

- а) При сварке с большой скоростью.
- б) При сварке с малой скоростью.
- в) В обоих случаях.

5. Когда при газовой сварке напряжения выше?

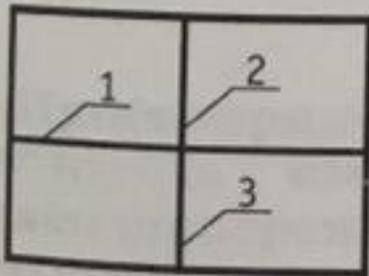
- а) При сварке пламенем большей мощности.
- б) При сварке с большой скоростью перемещения горелки.
- в) При сварке без зазора.

6. В каком материале при одинаковом нагреве напряжения будут больше?

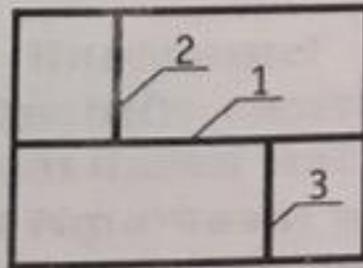
- а) В низкоуглеродистой стали.
- б) В высоколегированной стали.
- в) В меди.

11

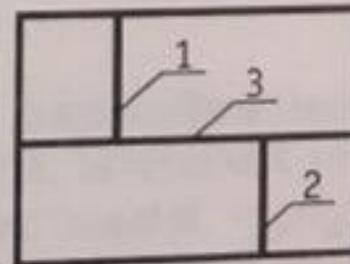
7. Выберите правильный порядок наложения швов:



а)

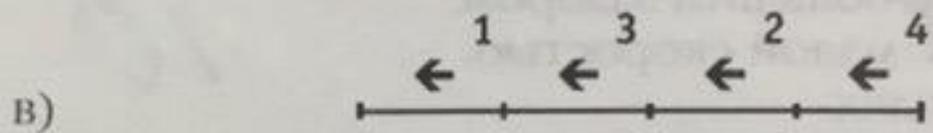
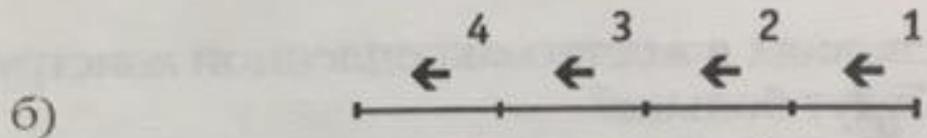
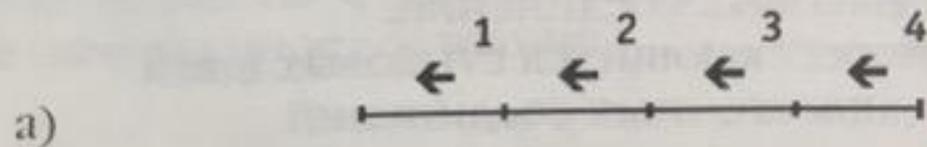


б)



в)

8. На каком рисунке показан обратноступенчатый способ сварки?



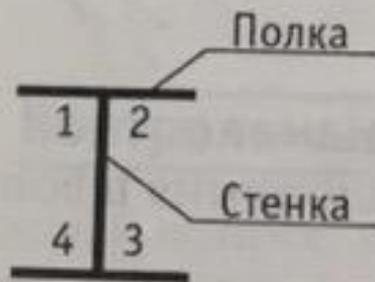
9. Как вы предупредите стягивание зазора при сварке?

- а) Жестко закрепите деталь.
- б) Поставьте больше прихваток.
- в) Выполните и то и другое.

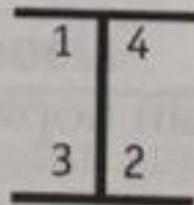
10. Как вы уменьшите поперечные деформации полки таврового соединения?

- а) Жестко закрепите деталь.
- б) Поставьте больше прихваток.
- в) Выполните и то и другое.

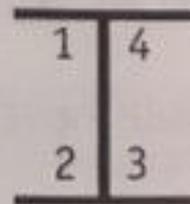
11. При каком порядке выполнения угловых швов деформации стенки тавра будут наименьшими?



а)



б)



в)