



16-я НЕДЕЛЯ

КОНСТРУИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧНЫХ СВАРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

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:

- Свариваемость материалов;
- Технологические особенности получения сварных соединений из основных конструкционных материалов;
- Общие принципы конструирования сварных заготовок;
- Технологичность сварных заготовок.



Знания, полученные в этой лекции, необходимы для:

- выбора марки материала сварной конструкции, обладающей требуемыми эксплуатационными свойствами;
- конструирования технологичных сварных заготовок.



Свариваемость материалов



Свариваемость - технологическое свойство металлов или сочетания металлов образовывать при установленной технологии сварки соединение, отвечающее требованиям, обусловленным конструкцией и эксплуатацией изделия.



Свариваемость зависит:

- от материала;
- от технологии сварки;
- от конструктивного оформления соединения;
- от требуемых эксплуатационных свойств сварной конструкции.



Свариваемость

Достаточная

Недостаточная

Степень свариваемости

Хорошая

Удовлетворительная

Ограниченная

Плохая

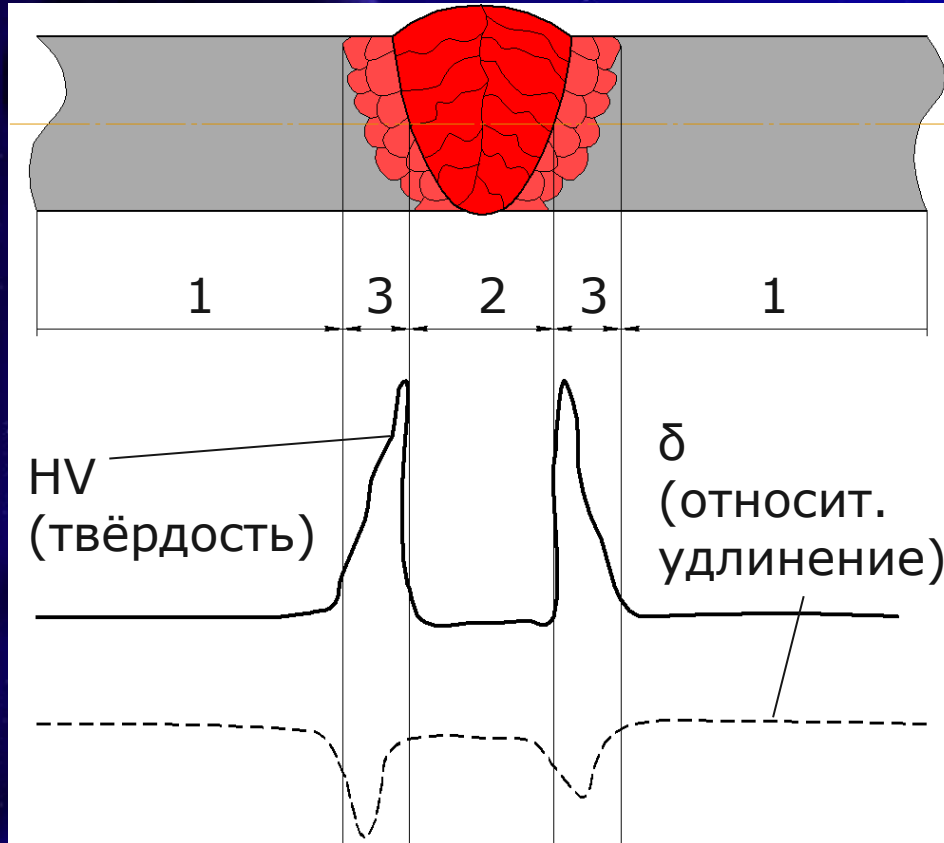


В **зоне термического влияния**, под воздействием нагрева происходят фазовые и структурные превращения, результатом которых может быть неоднородность механических свойств различных зон сварного соединения.

фильм



Изменение механических свойств в зоне термического влияния



1 - основной металл;

2 - шов;

3 - зона термического влияния.

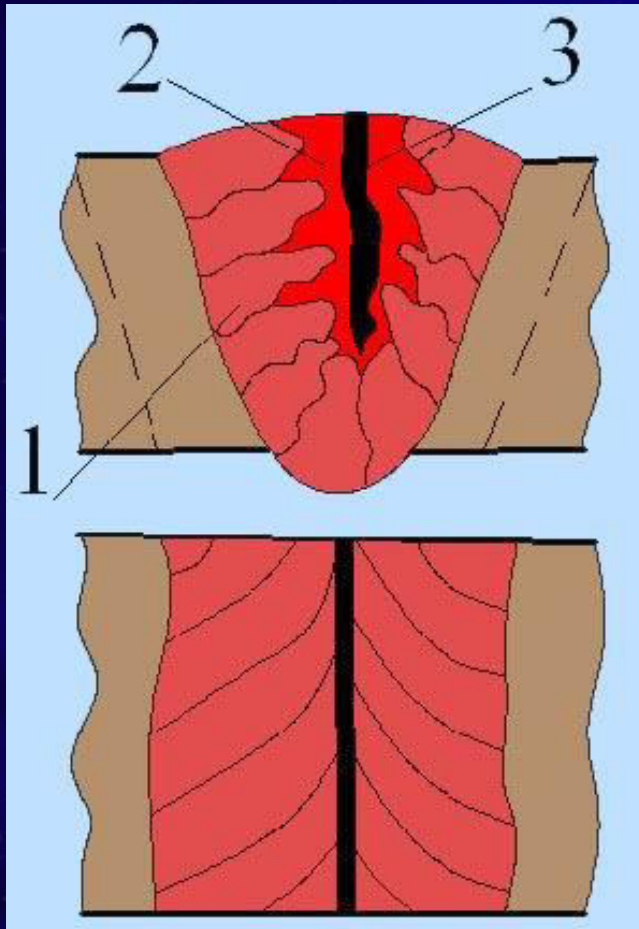
HV
(твёрдость)

δ
(относит. удлинение)



*Горячие и холодные
трещины в сварных
соединениях*

Горячие трещины

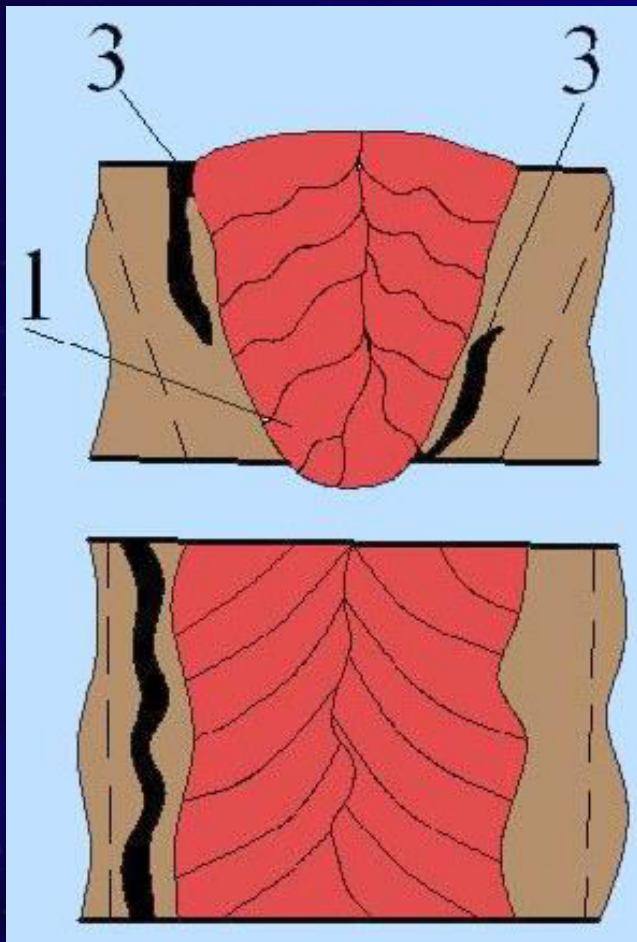


1 – столбчатые кристаллы;

2 – жидкие прослойки при завершении кристаллизации шва;

3 – трещина.

Холодные трещины



1 – столбчатые
кристаллы;

3 – трещины.



*Технологические
особенности получения
сварных соединений из
основных
конструкционных
материалов*



*Сварка углеродистых
и легированных
сталей*



Низкоуглеродистые стали ($C < 0,3\%$):

- обладают хорошей свариваемостью;
- соединяются с большинством видов сварки без особых трудностей.

Углеродистые ($C > 0,3\%$) и легированные стали:

- претерпевают закалку в З.Т.В. и насыщение металла водородом, поэтому склонны к образованию холодных трещин.

Для повышения свариваемости:

- при дуговой сварке рекомендуется нагрев заготовок до температуры $100-300^{\circ}\text{C}$, прокалку флюсов, электродов и осушение защитных газов;
- контактную сварку выполняют на режимах, обеспечивающих подогрев заготовок и медленное охлаждение после сварки.

При сварке



МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА

**высоколегированных
коррозионно-стойких металлов
ВОЗМОЖНЫ:**

- потеря коррозионной стойкости металла шва и З.Т.В при продолжительном пребывании в области температур от 500-800°C;
- образование в сварном шве горячих трещин.



Для повышения свариваемости:

- при дуговой сварке технологический процесс выполняют с использованием минимально необходимой тепловой энергии и с применением теплоотводящих подкладок;
- проводят последующую закалку сварных заготовок для растворения образующихся карбидов хрома;
- применяют контактную сварку при повышенном давлении.



*Сварка меди и её
сплавов*



На свариваемость меди оказывают влияние содержащиеся в ней примеси - O_2 , H_2 , Pb и др.

- оксид меди Cu_2O является одной из причин образования горячих трещин в сварных швах;
- водород в результате реакции с оксидом меди образует водяные пары, которые скапливаются под высоким давлением в микропустотах и являются причиной водородной хрупкости;

В результате высокой электропроводимости медные заготовки электроконтактной сваркой не соединяются.



Для повышения свариваемости меди и бронзы:

- сварку выполняют с высокой погонной энергией и предварительным подогревом;
- процесс выполняют в атмосфере аргона, гелия, азота и их смесей, либо под флюсом на основе буры ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$);
- заготовку толщиной более 50мм соединяют электрошлаковой сваркой.



Особенности сварки латуни и бронзы:

- при сварке латуни в результате испарения цинка снижается прочность и коррозионная стойкость сварных соединений;
- для повышения свариваемости преимущественно применяют дуговую сварку неплавящимся (вольфрамовым) электродом в защитных газах;
- латунь и бронза имеют более высокое удельное электросопротивление, чем медь, поэтому они достаточно хорошо свариваются контактной сваркой.



Трудности сварки заготовок из алюминия и его сплавов обусловлены:

- образованием на поверхности кромок прочной и тугоплавкой оксидной плёнки Al_2O_3 ;
- склонностью к образованию газовой пористости и горячих трещин;
- оплавлением границ зёрен в З.Т.В. и охрупчиванием сварного соединения и снижением прочности заготовок из дюралюминия (Al – Cu – Mg).



Для повышения свариваемости:

- сварные конструкции изготавливаются с применением дуговой сварки в инертных газах на обратной полярности или переменном токе;
- заготовки из алюминиевых сплавов соединяют электронно-лучевой, электрошлаковой и контактной сваркой.

Технически чистый алюминий обладает хорошей свариваемостью в условиях холодной сварки.

Относительно хорошо свариваются термически неупрочняемые сплавы Al-Mn (сплав АМц) и сплав Al-Mg (сплав АМг).



*Сварка тугоплавких
металлов и сплавов*



Сварка тугоплавких металлов и сплавов

Трудности при сварке титана, циркония, молибдена и ниобия связаны с интенсивным поглощением кислорода, водорода и азота при нагреве, что приводит к резкому снижению пластичности сварных соединений.

Заготовки из титана, циркония и их сплавов соединяют:

- дуговой сваркой в атмосфере аргона высшего сорта;
- плазменной и электронно-лучевой сваркой.

Изделия из молибдена, ниобия и их сплавов более чувствительны к насыщению газами чем титан, особенно кислородом, поэтому заготовки соединяют:

- дуговой сваркой в камерах, заполненных аргоном;
- электронно-лучевой сваркой в вакууме.



*Общие принципы
конструирования
сварных заготовок*



Основные стадии проектирования:

- определение принципиальной возможности получения сварной заготовки;
- установление последовательности сборочно-сварочных операций и оценка ожидаемых сварочных деформаций и точности размеров;
- определение рационального вида сварки;
- определение типа сварного соединения и формы разделки кромок;
- разделение заготовки на свариваемые элементы;
- проектирование соединяемых элементов (профилей, поковок, отливок и др.).



При выборе рационального вида сварки учитывают:

- конструкторско-технологические признаки изделия;
- технико-экономические показатели процесса сварки;
- программу выпуска сварных конструкций.



При выборе способа сварки необходимо особое внимание уделять:

- свариваемости материала заготовки;
- условиям работы и степени ответственности изделия;
- производительности сборочно-сварочного процесса изготовления сварной конструкции.



Место разделения заготовки на свариваемые элементы выбирают с учетом того, что:

- исходные заготовки (профили, поковки, отливки и др.) являются технологичными;
- зона сварки должна быть удобной для осуществления выбранного вида сварки (доступна для сварочного инструмента, присадочного материала и т.п.).



- проектирование соединяемых элементов сварной конструкции (поковок, отливок, заготовок, получаемых листовой штамповкой) осуществляются в соответствии с указаниями, приведёнными в лекциях №11, 12, 14;
- для исходных заготовок в виде профилей оптимизируются размеры, форма разделки кромок, в соответствии с видом сварки и типом сварного соединения;
- конструирование сварной заготовки должно выполняться одновременно с проработкой технологии её изготовления.



Технологичность сварных заготовок



Технологичность обеспечивается выбором

материала

вида сварки

типа соединения

формы и размера
свариваемых элементов

мероприятий по уменьшению сварочных
деформаций и напряжений



Типы сварных соединений

```
graph TD; A[Типы сварных соединений] --> B[Стыковые]; A --> C[Тавровые]; A --> D[Нахлесточные]; A --> E[Угловые];
```

Стыковые

Тавровые

Нахлесточные

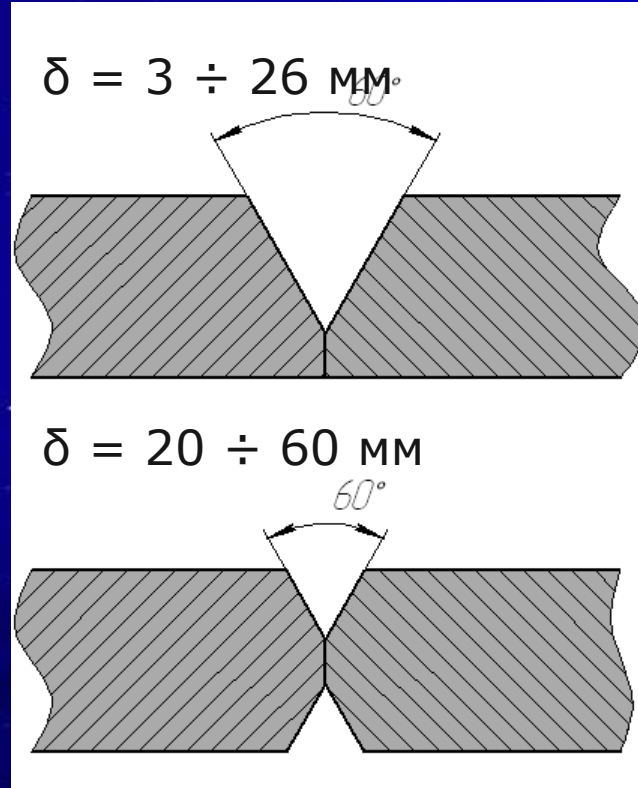
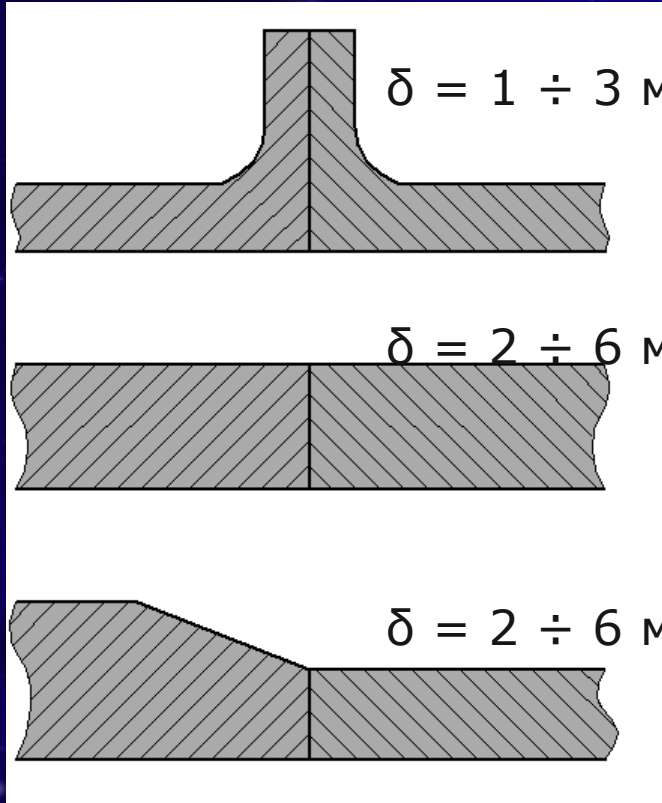
Угловые



Ручная дуговая сварка

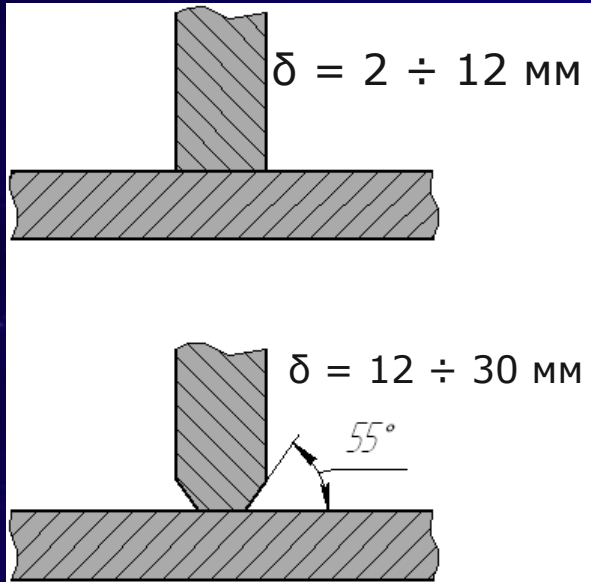


СТЫКОВЫЕ ШВЫ

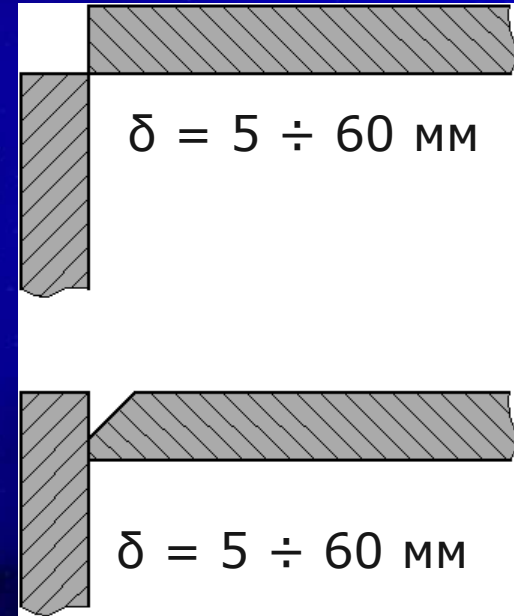




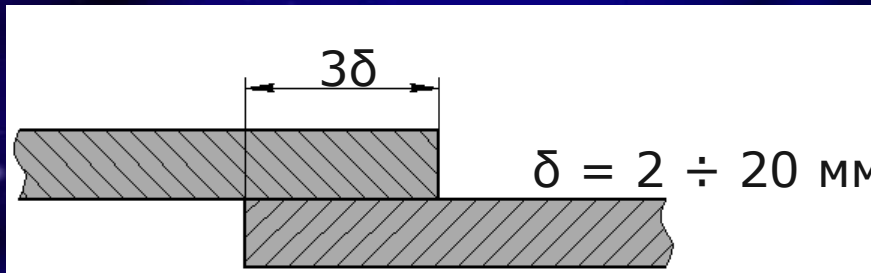
Тавровые швы



Угловые швы



Нахлесточный шов

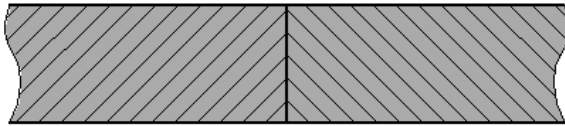




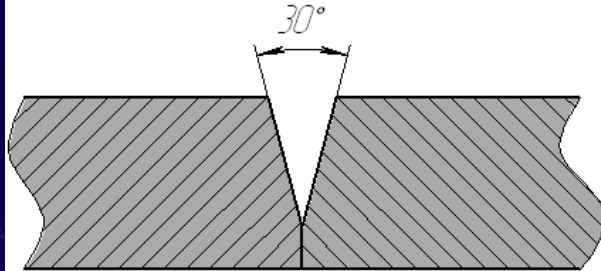
*Автоматическая
дуговая сварка
под флюсом*

Стыковые

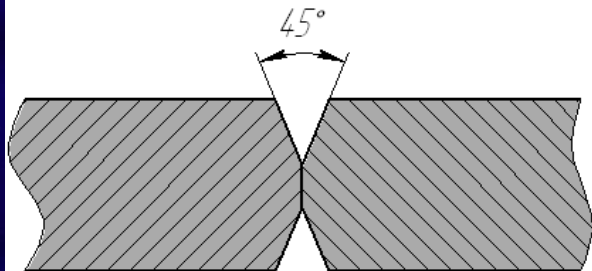
$\delta = 2 \div 20$ мм



$\delta = 5 \div 20$ мм

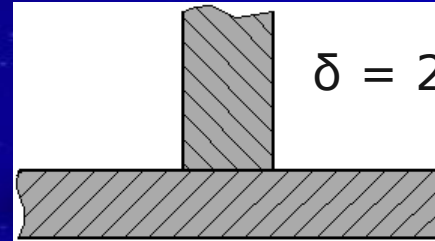


$\delta = 20 \div 60$ мм

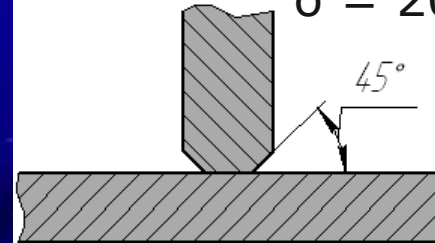


Тавровые

$\delta = 2 \div 20$ мм



$\delta = 20 \div 60$ мм

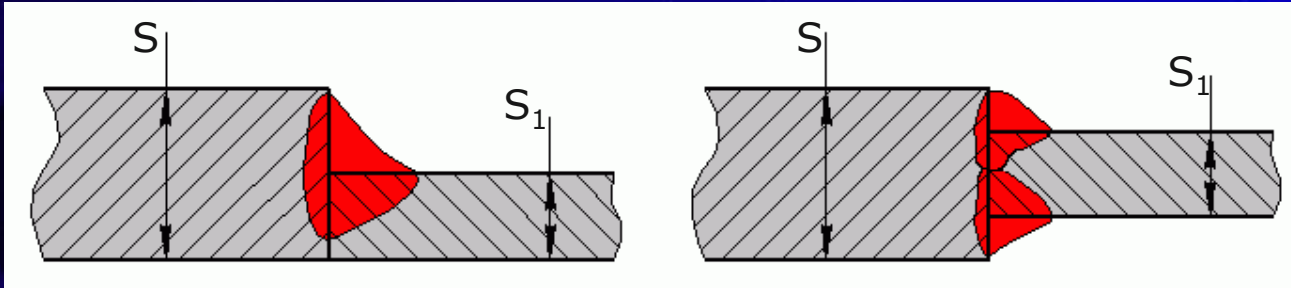




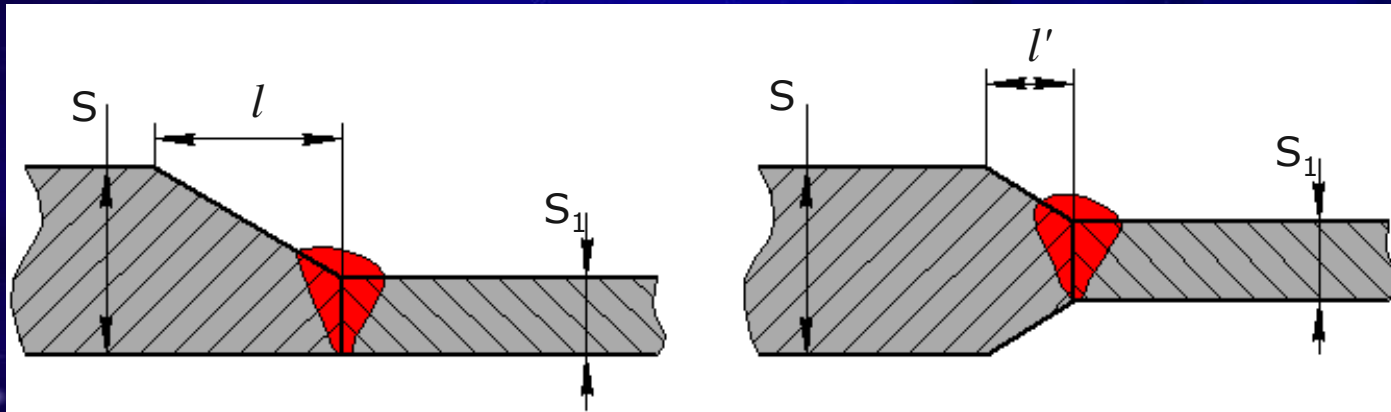
*Сварка исходных
заготовок
различной толщины*



при $S / S_1 < 3$



при $S / S_1 > 3$

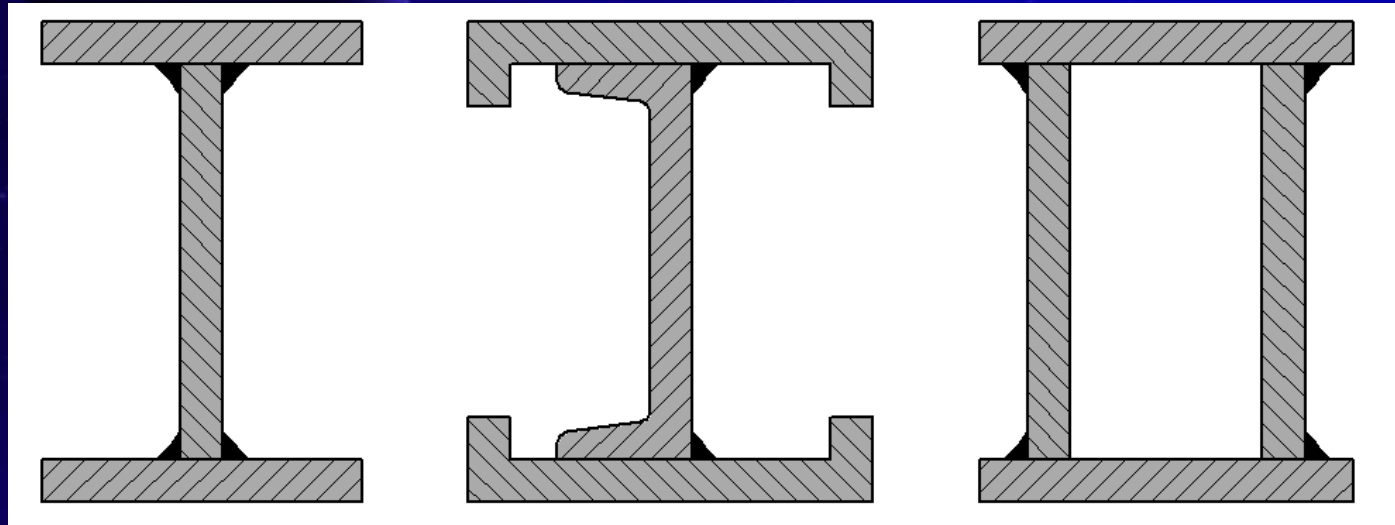




*Варианты сварных
балок*

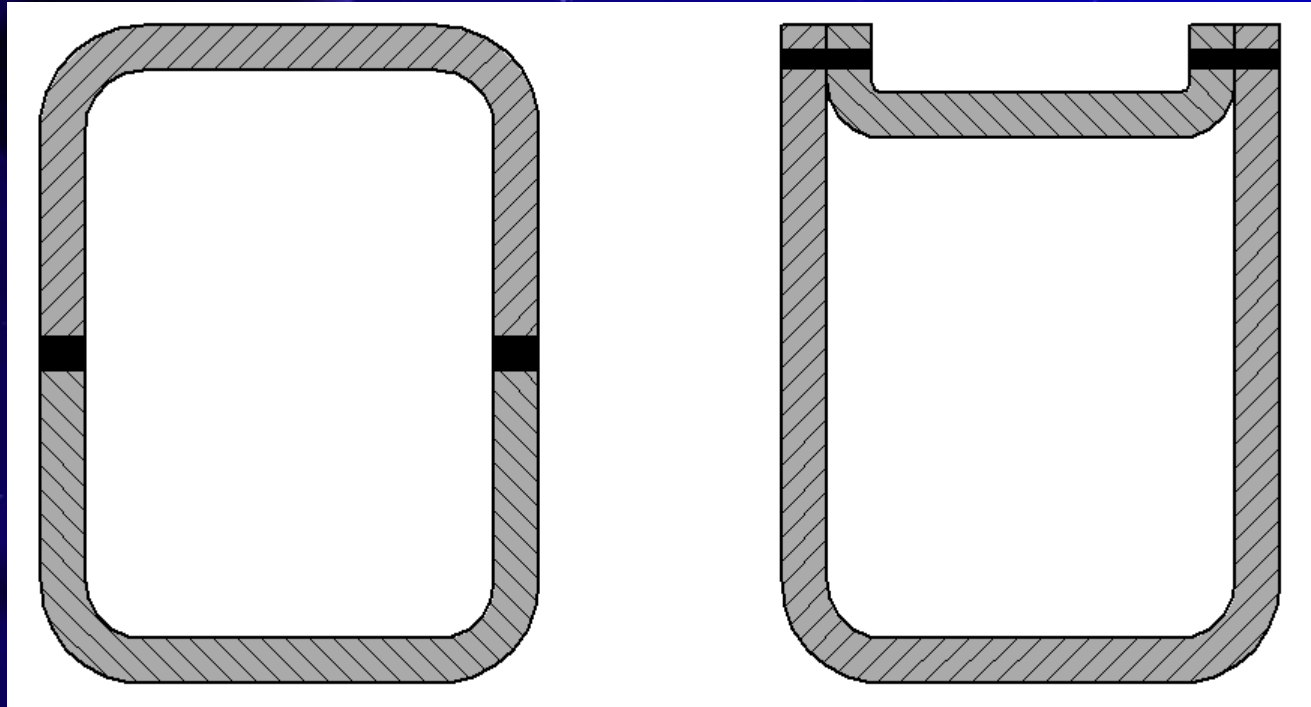


Балки из листового проката





Балки из гнутых профилей





Мероприятия по уменьшению сварочных деформаций и напряжений

Перед сваркой

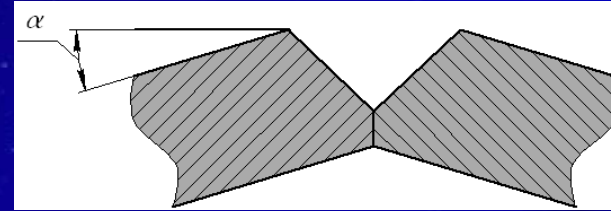
После сварки

В процессе сварки

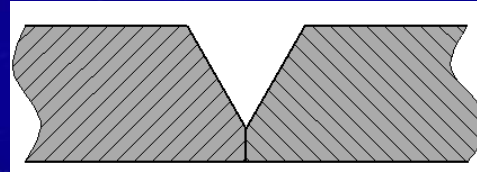
Перед сваркой



Предварительный
угловой изгиб заготовок



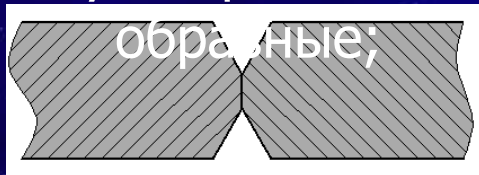
Замена
односторонних V-
образных стыковых
соединений:



• на

двухсторонние X-

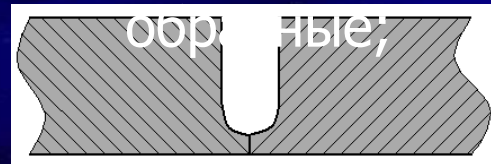
образные;



• на

односторонние U-

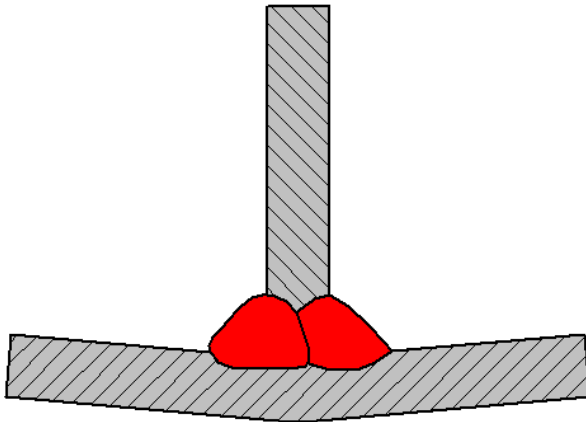
образные;



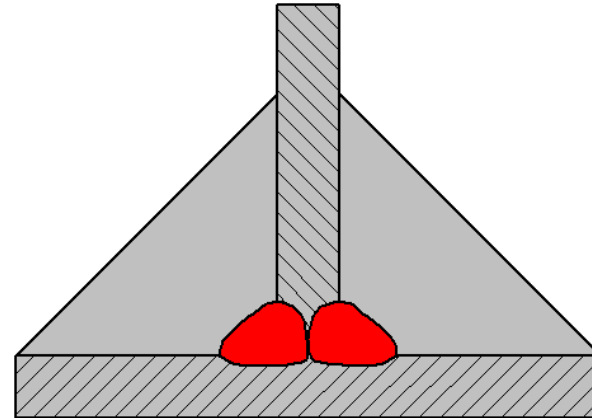


Добавление рёбер жёсткости

Без рёбер



С рёбрами

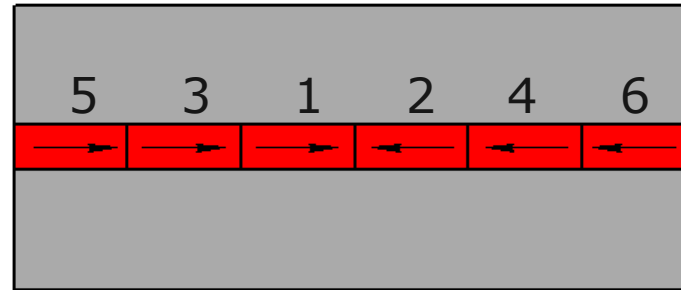


В процессе сварки

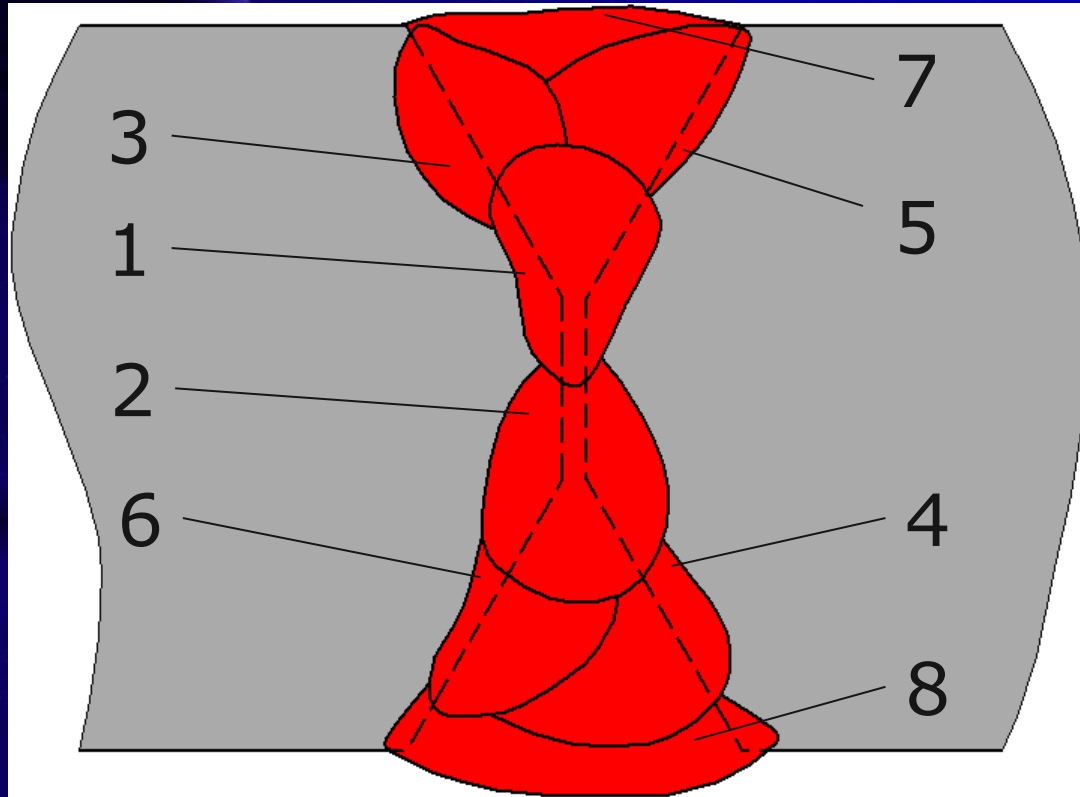


МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА

Рациональная последовательность укладки швов односторонних стыковых соединений

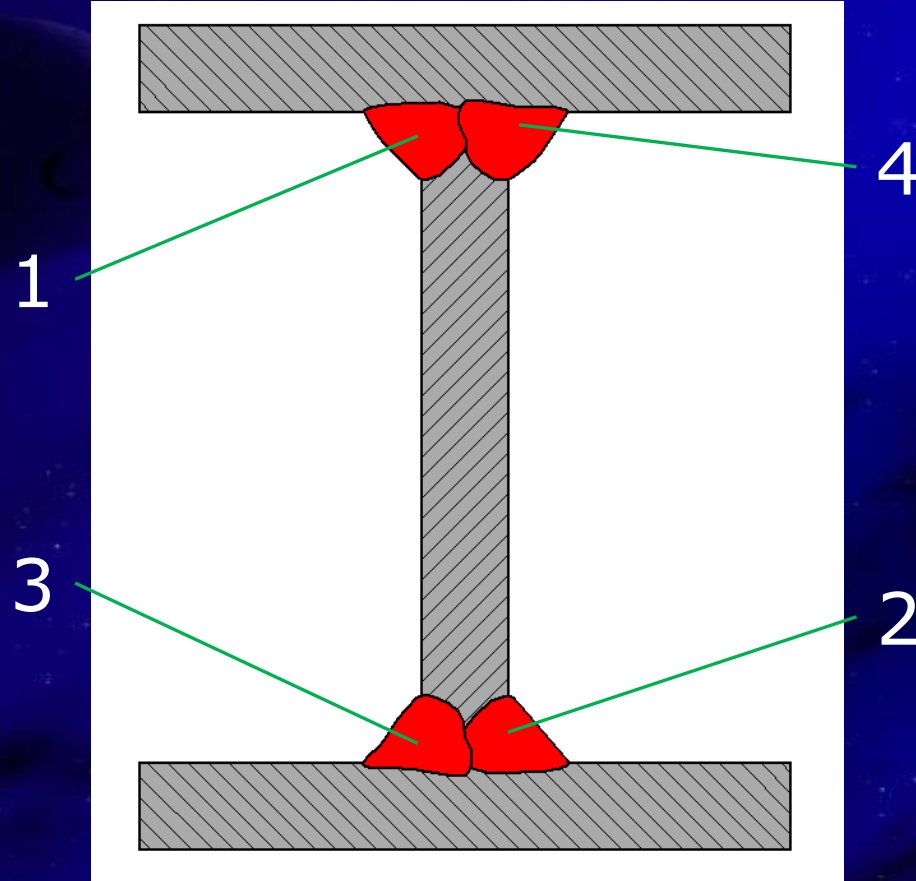


Рациональная последовательность укладки швов двухсторонних стыковых соединений

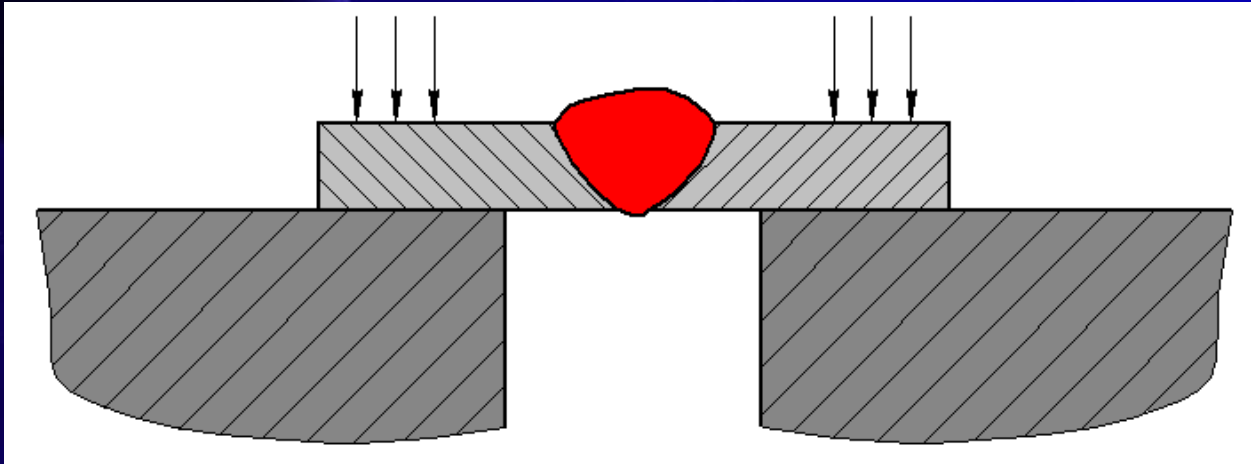




Тавровых соединений



Жесткое закрепление заготовок при сварке

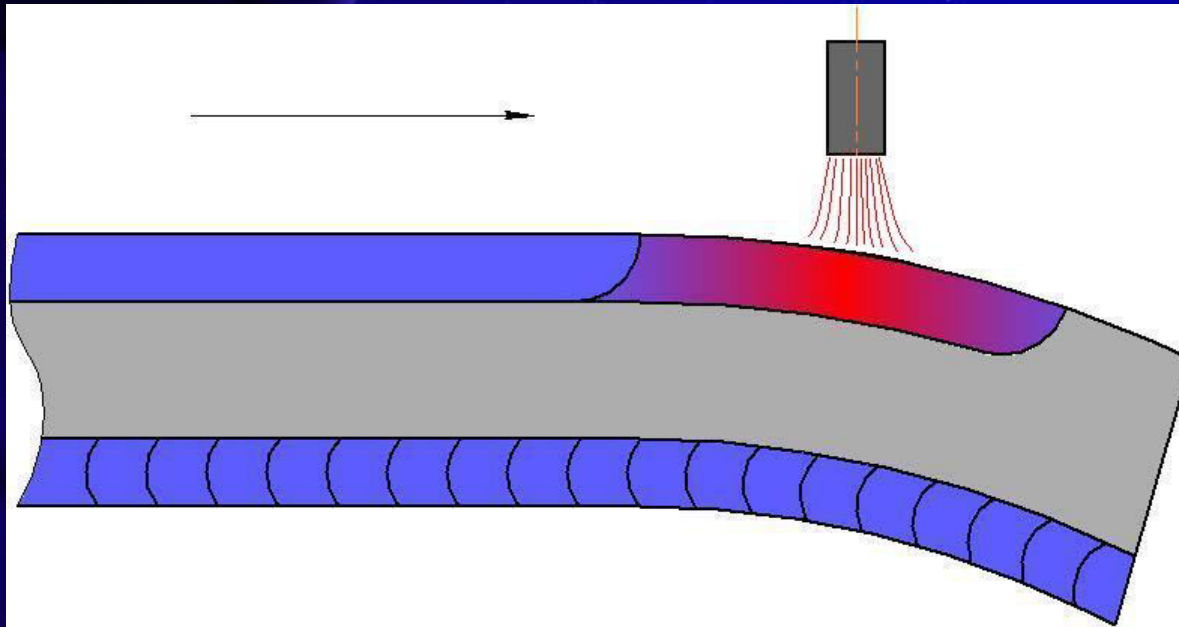


Устраняет только сварочные деформации

После сварки

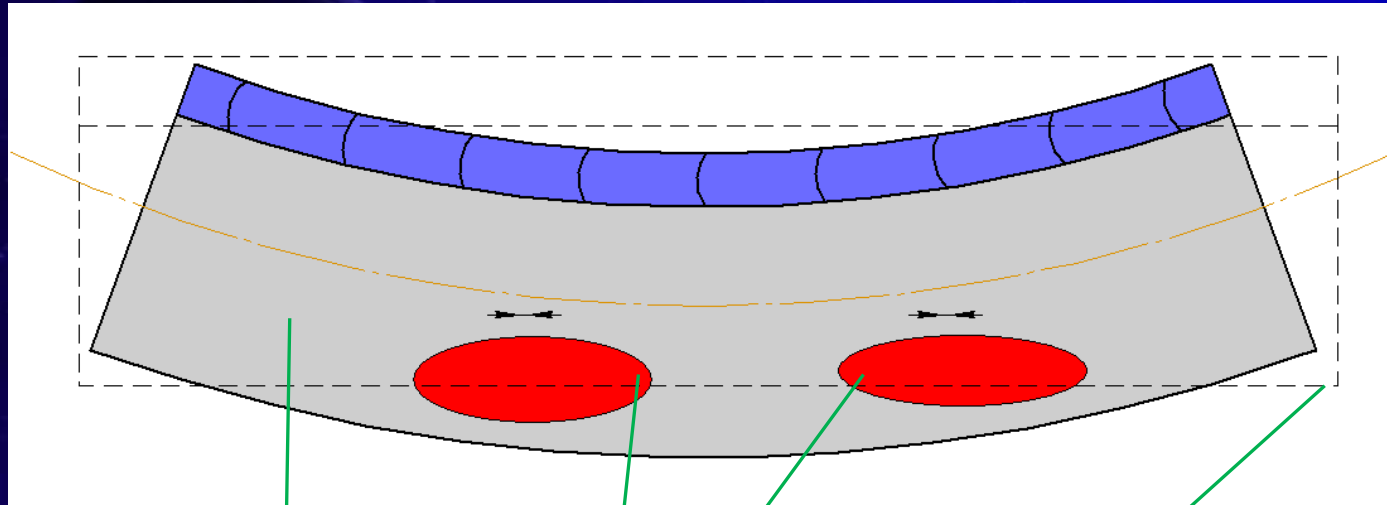


Термическая правка заготовки





Термическая правка заготовки



после наплавки

зоны нагрева

после
термической
правки



*Вопросы для
самоконтроля*

Тесты(11)



1. Какие факторы влияют на свариваемость заготовок? Назовите мероприятия, повышающие качество сварных конструкций.

2. Сформулируйте особенности технологии сварки плавлением заготовок из углеродистых и легированных сталей. Какие мероприятия способствуют повышению свариваемости этих сталей?

3. Оцените свариваемость высоколегированных коррозионностойких сталей. Какие виды и режимы сварки применяют при изготовлении конструкций из этих материалов?



4. Какие виды сварки применяют для получения сварных соединений из цветных металлов и сплавов? Назовите технологические особенности изготовления конструкций из меди и ее сплавов.

5. Какие проблемы возникают при сварке технически чистого алюминия и его сплавов?

6. Сформулируйте технологические особенности сварки тугоплавких металлов. Какие дефекты наиболее часто возникают в сварных соединениях из титановых сплавов?



7. Укажите общие принципы конструирования сварных заготовок. Какие условия должны быть выполнены при проектировании сварных конструкций?

8. Назовите конструктивные и технологические мероприятия, способствующие повышению технологичности сварных заготовок. Какие конструктивные и технологические мероприятия снижают сварочные напряжения и деформации?

9. Какой вид сварки и тип сварного соединения целесообразны при соединении половин бензобака легкового автомобиля из низкоуглеродистой стали толщиной 2 мм?