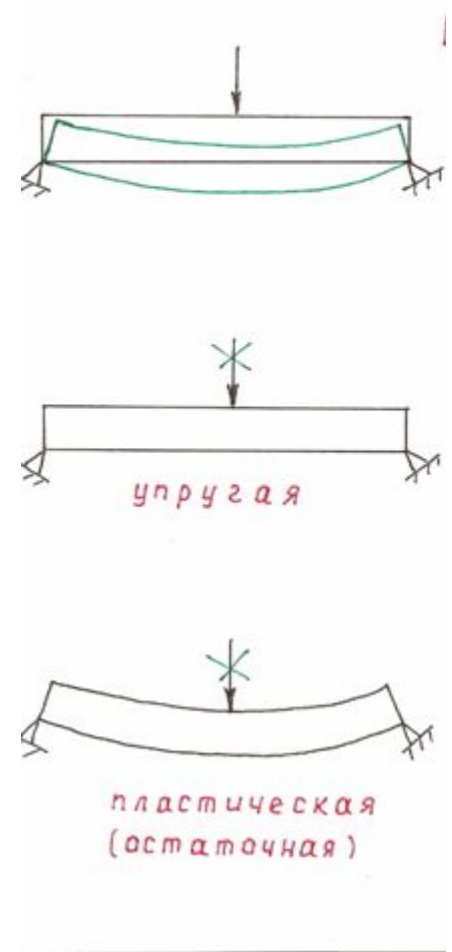


Сварочные деформации и напряжения

Деформация –

изменение формы и размеров конструкции под действием внешних нагрузок (усилий) или внутренних напряжений.

- Упругие
- Пластические



Причины деформаций и напряжений

Субъективные

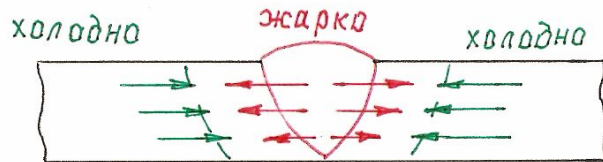
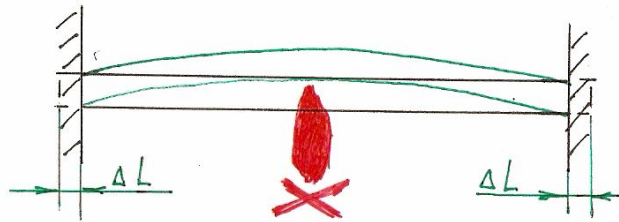
не правильно выбраны

технология сварки
данной марки стали

режим сварки

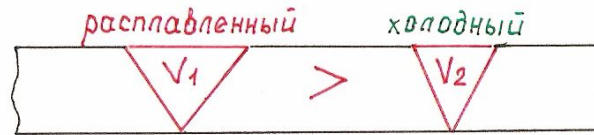
меры борьбы с деформациями и напряжениями и др.

неравномерный нагрев



Объективные

усадка сварочной ванны

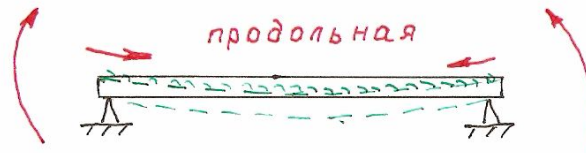


сталь 1,5-2% чугун 2-2,5%
цветные металлы 3-4%

поперечная



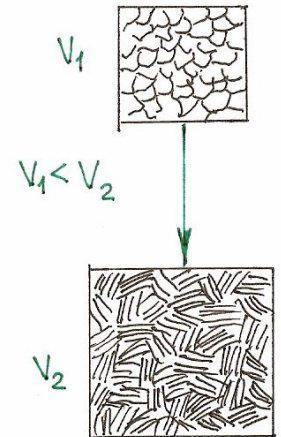
продольная



в сторону большего количества
наплавленного металла

структурные изменения

$C > 0,25\%$

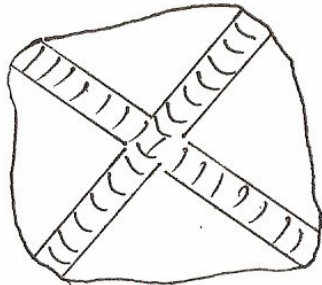


Мероприятия по борьбе с деформациями и напряжениями от сварки

1. Мероприятия, **предотвращающие** возможность возникновения напряжений и деформаций или уменьшающие их влияние.
2. Мероприятия, обеспечивающие **последующее исправление** деформаций и снятие остаточных напряжений

- Записать (законспектировать) следующие 9 способов предотвратить или значительно снизить сварочные деформации.

1



избегать

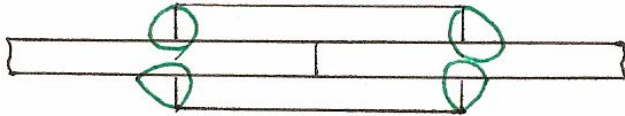
Избегать в сварных конструкциях скоплений и пересечений швов, так как в этих местах металл приходится многократно нагревать, что связано со структурными изменениями и здесь же происходит многократная усадка.

②

применять



вместо

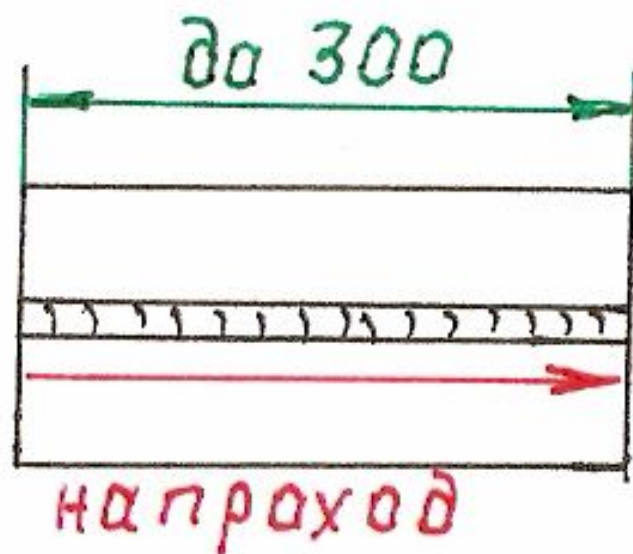


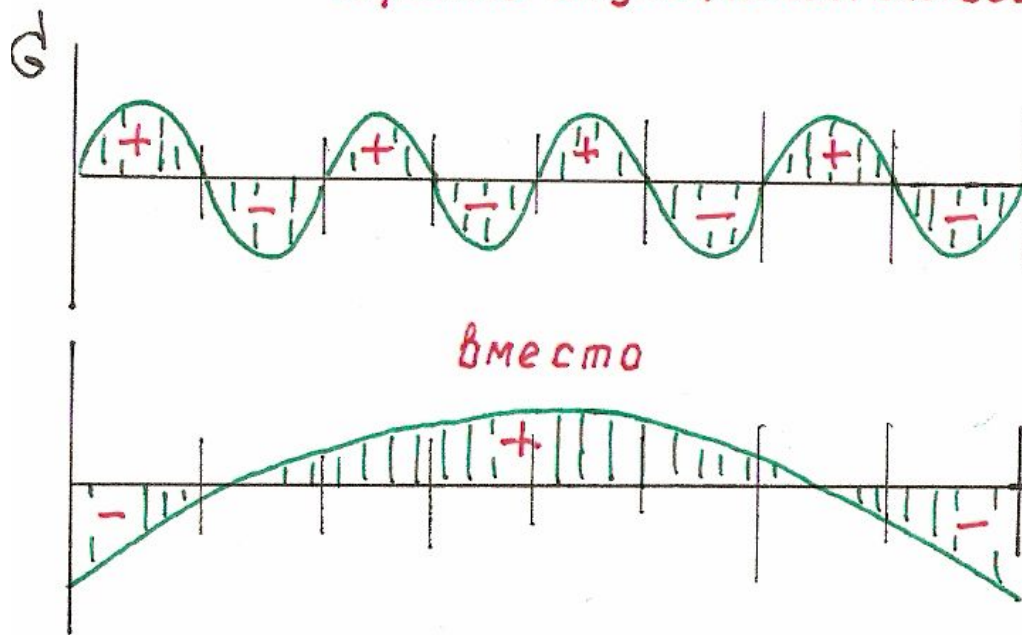
По возможности применять стыковые соединения, вместо нахлесточных и тем более с накладками, так как происходит нагрев кромок для образования только одного шва и усадка происходит так же от одного шва.

Сварку швов различной длины вести следующими способами:

- короткие швы до 300 мм сваривать на проход, от одного конца соединения к другому;
- швы средней длины от 300 до 600 мм следует сваривать от середины к краям;
- длинные швы, более 600 мм, следует сваривать обратно—ступенчатым способом. ,

В этом случае шов делится на участки длиной 200—250 мм и более, из расчёта сварки участка одним или целым числом электродов.





Направление сварки участков должно быть ПРОТИВОПОЛОЖНО общему росту шва. В этом случае внутренние напряжения возникающие на каждом участке, как бы компенсируют друг друга

"НАПРОХОД"



Для коротких
(до 250 мм) швов

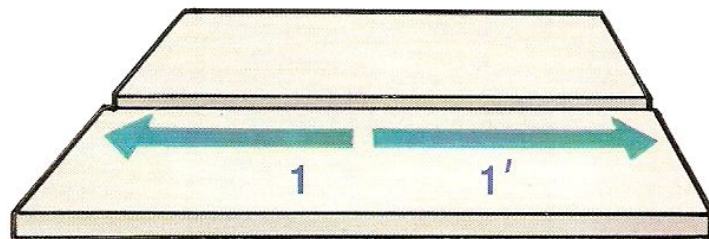


- общее направление сварки



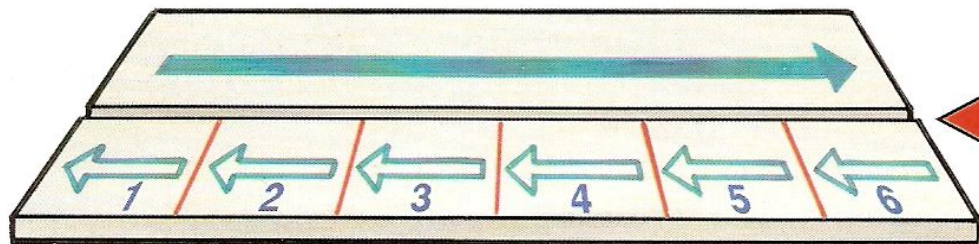
- направление выполнения
отдельного участка шва

"ОТ СЕРЕДИНЫ К КРАЯМ"



Для средних
(250-1000 мм) швов.
Работают 2 сварщика

ОБРАТНОСТУПЕНЧАТЫЙ

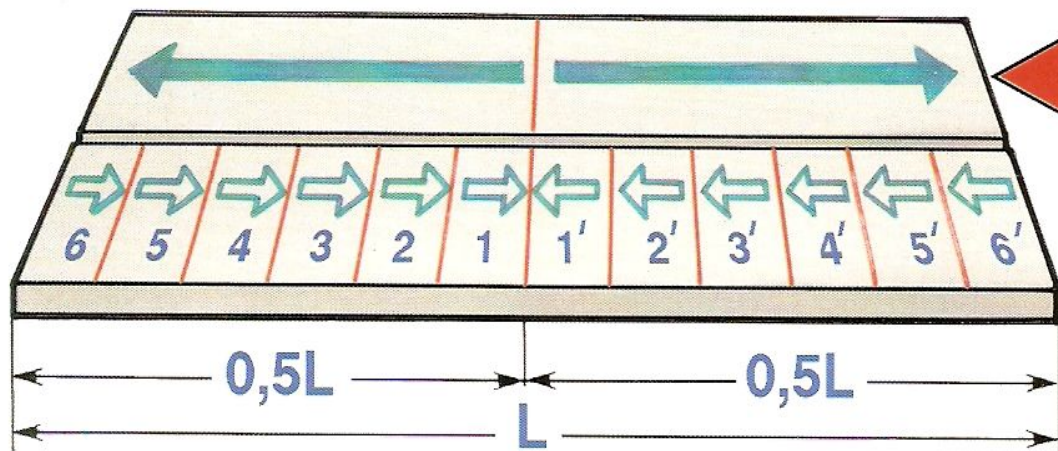


Для длинных
(свыше 1000 мм) швов.

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

ОБРАТНОСТУПЕНЧАТЫЙ

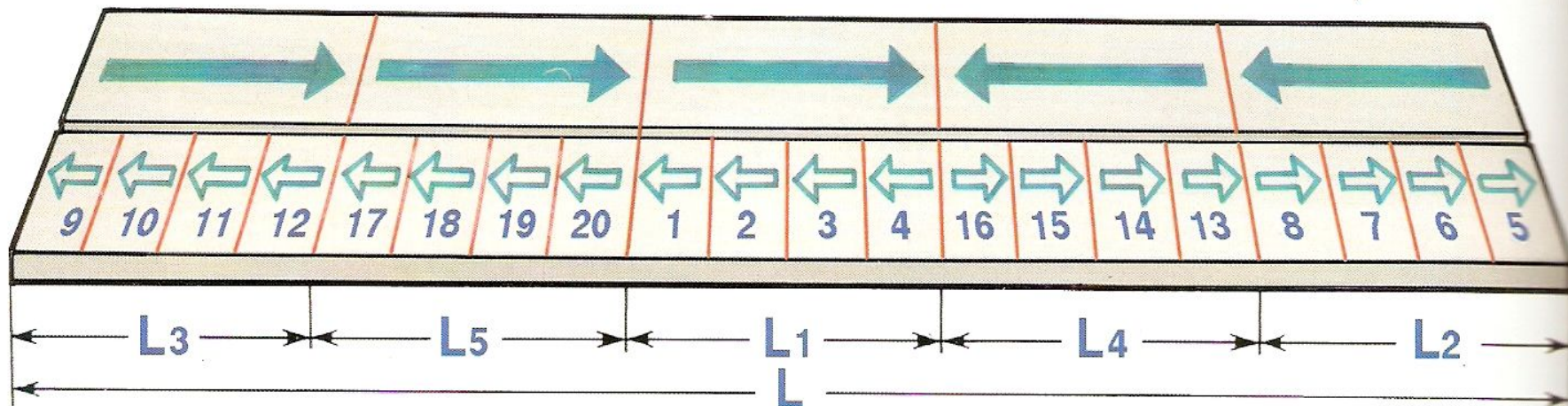
ОБРАТНОСТУПЕНЧАТЫЙ ОТ СЕРЕДИНЫ К КРАЯМ



тип сварки

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

ОБРАТНОСТУПЕНЧАТЫЙ ВРАЗБРОС



**ОБРАТНОСТУПЕНЧАТАЯ СВАРКА
ЭФФЕКТИВНО УМЕНЬШАЕТ НАПРЯЖЕНИЯ И ДЕФОРМАЦИИ**

④



Применять многослойные, а лучше многопроходные швы.

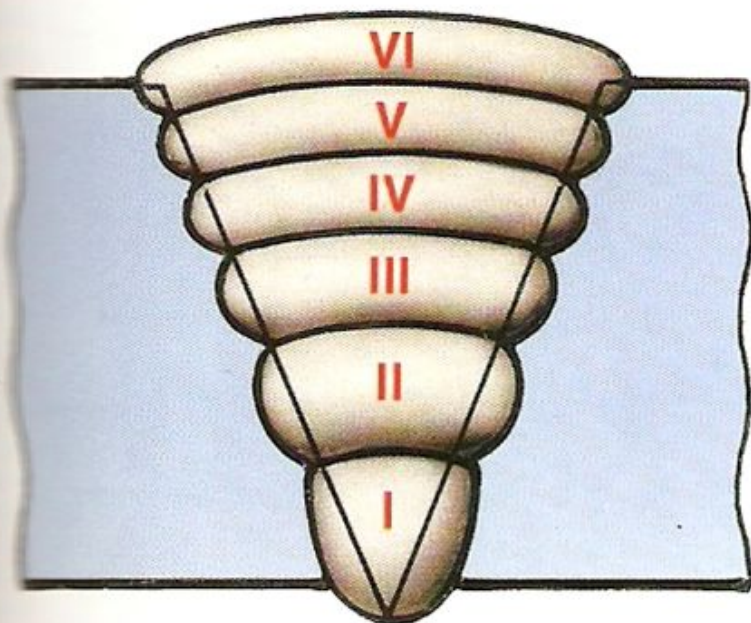
— меньше вносится тепла в место соединения с каждым слоем или проходом;

— меньшая величина усадки после каждого слоя или прохода, так как меньший объём металла расплавляется;

— при наложении каждого последующего слоя или прохода, предыдущий получает как бы термообработку (нормализацию), при которой снимаются внутренние напряжения, получается мелкозернистая структура шва, повышающая прочность.

МНОГОСЛОЙНЫЙ

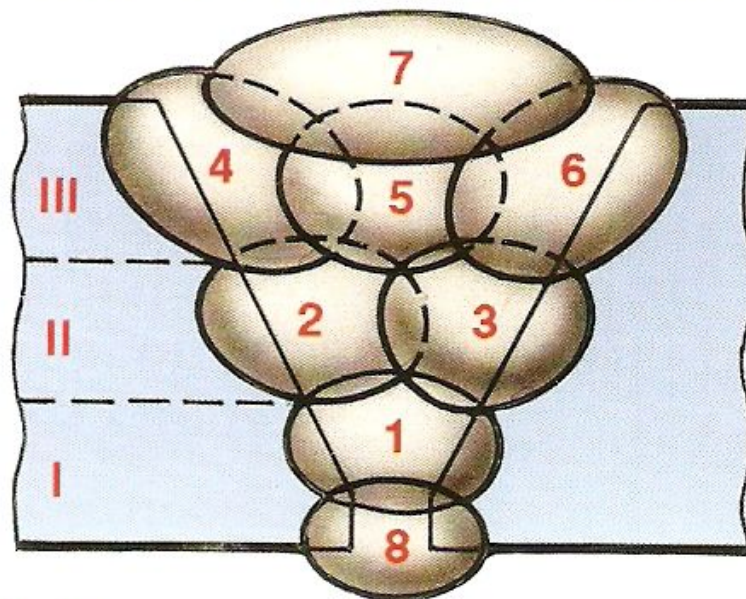
чаще - для стыковых швов



I - VI - очередность нанесения слоев

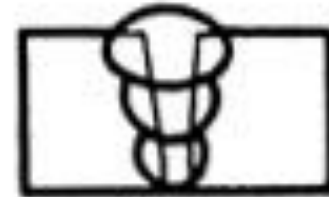
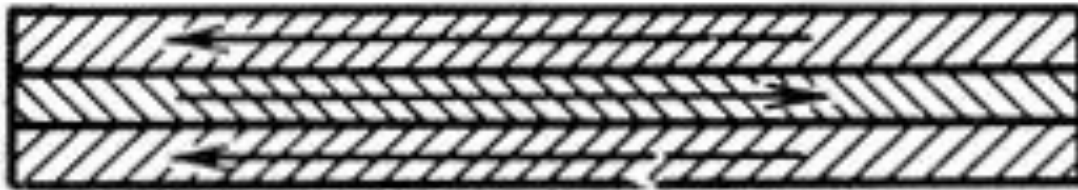
МНОГОСЛОЙНЫЙ МНОГОПРОХОДНЫЙ ДВУСТОРОННИЙ

чаще - для угловых и тавровых



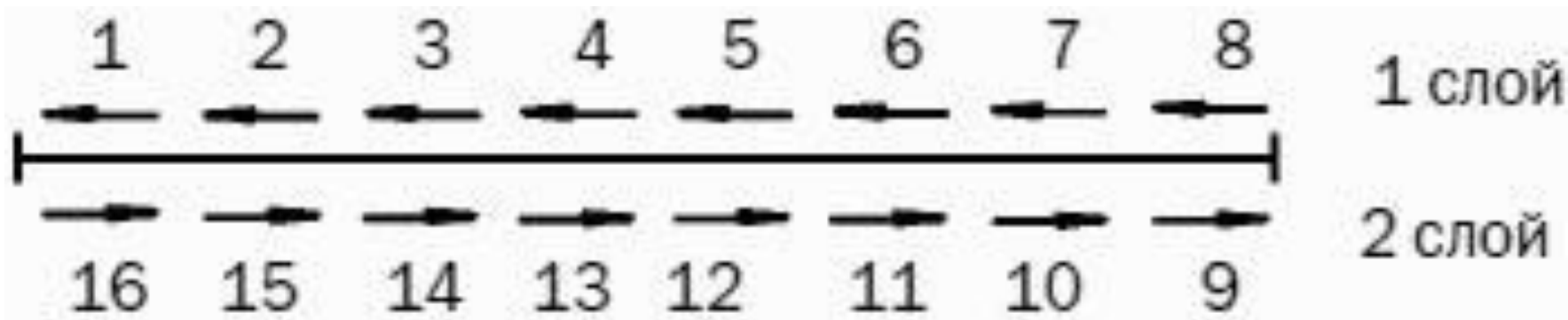
I - III - очередность нанесения слоев
1 - 8 - очередность наложения швов

способ двойного слоя



Сварка за один проход предпочтительнее при ширине шва не более 14-16 мм, т.к. дает меньше остаточных деформаций. При толщине металла более 15 мм сварка каждого слоя "напроход" нежелательна. Первый слой успевает остыть, и в нем возникают трещины

- Если при наложении второго и последующего слоёв применяется блочный способ (как при кладке кирпичей), то границы участков следует сместить влево или вправо на 25—50 мм, чтобы проварить границы участков.

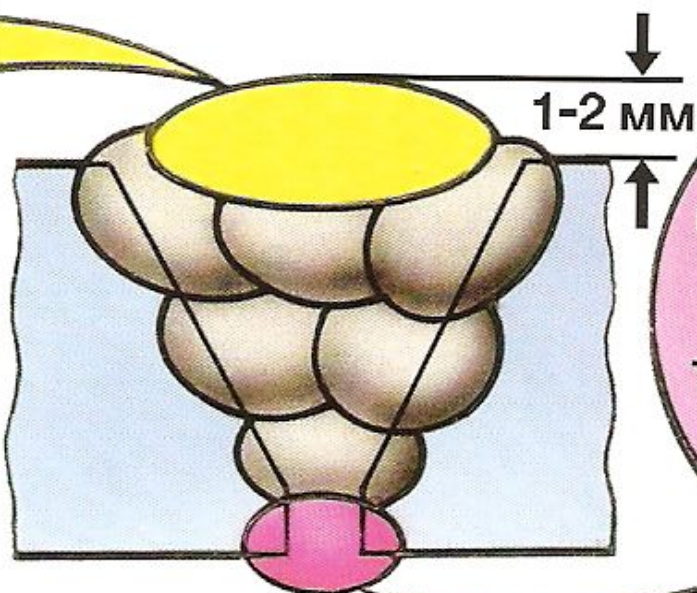


сварка блоками

- многослойный шов сваривают отдельными ступенями,
- промежутки между ними заполняют по всей толщине слоями

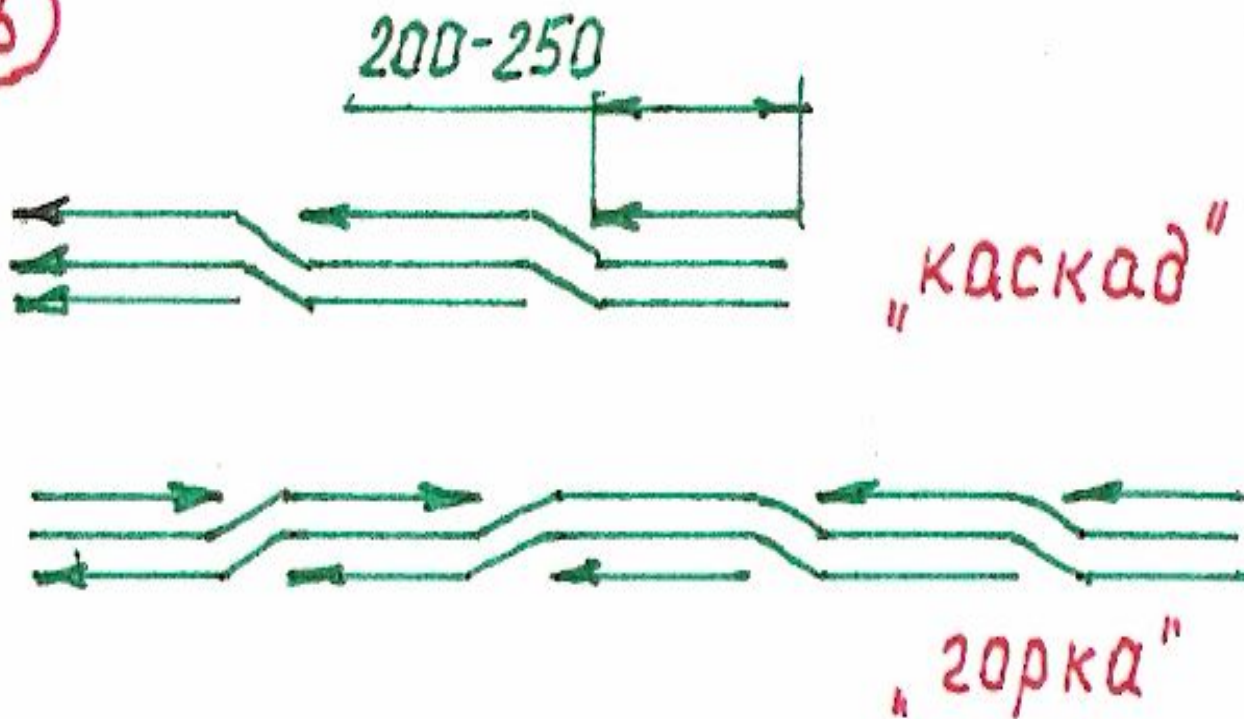


Декоративный (отжигающий) шов наносят электродом диаметром 5-6 мм при токе 200-300 А



Подварочный шов наносят электродом диаметром 3 мм при токе 100 А. Перед этим корень шва зачищают

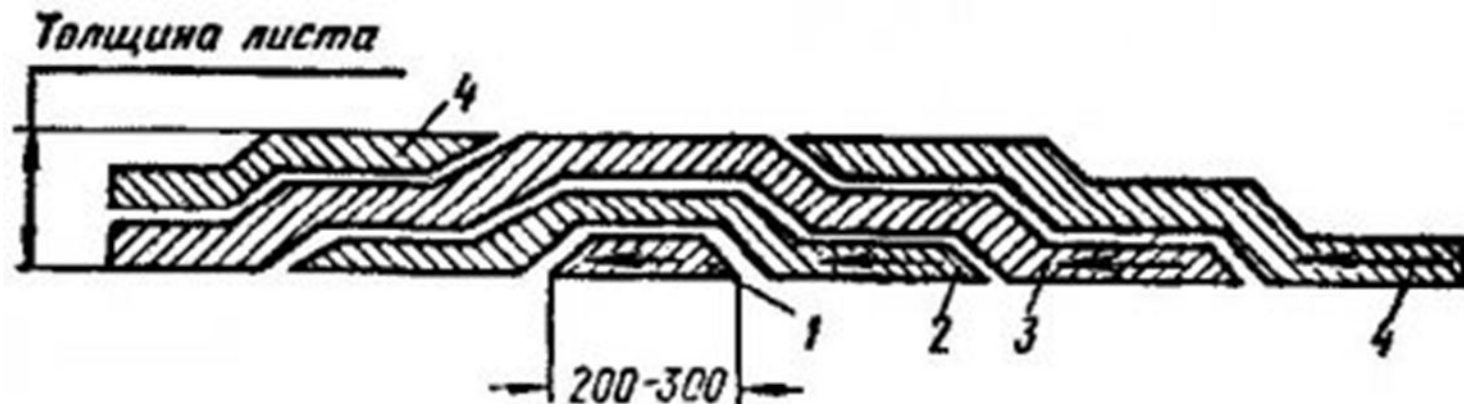
5



При соединении частей из металла значительной толщины (более 20–25 мм) применяют многослойную дуговую сварку, выполняя швы горкой или каскадом

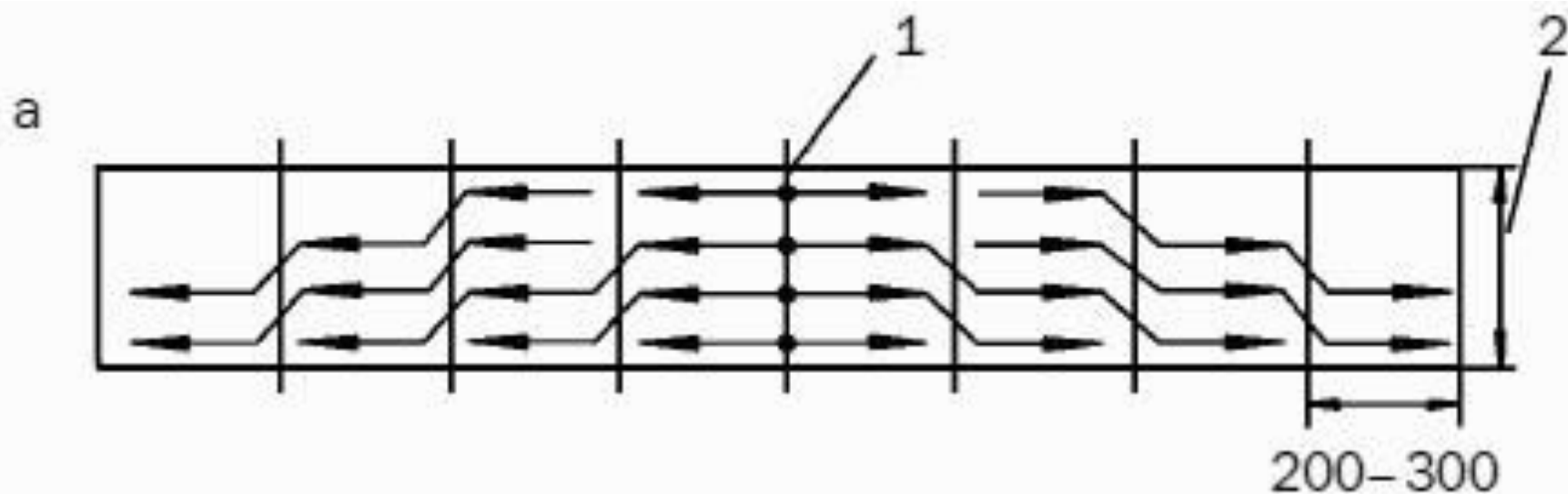
Шов горкой

- первый слой имеет длину примерно 200–300 мм,
- второй длиннее первого в 2 раза,
- третий длиннее второго на 200–300 мм и т. д.
- Достигнув «горки», сварку продолжают в обе стороны от нее короткими валиками.



Очередность наложения швов при
многослойной дуговой сварке (размеры указаны
в миллиметрах)
горкой

- 1 – ось «горки»; 2 – толщина металла;

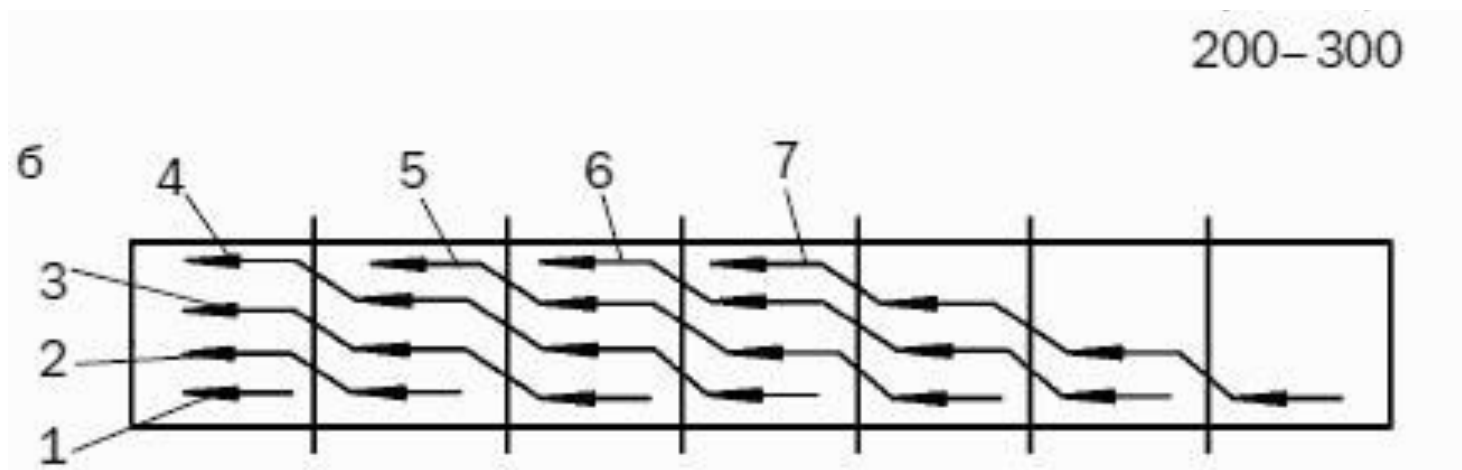


Шов горкой

- *Такой способ способствует поддержанию участка сварки в нагретом состоянии.*
- *В результате тепло распространяется по металлу более равномерно, что снижает напряжения.*

- При соединении деталей из закаливаемых при сварке сталей рекомендуется применять сварку **блоками**.
- Из незакаливаемых (низкоуглеродистых) сталей - лучше выполнить сварку **каскадом**.

Очередность наложения швов при многослойной дуговой сварке (размеры указаны в миллиметрах каскадом



Длина ступени подбирается такой, чтобы металл в корне шва имел температуру не менее 200°C в процессе выполнения шва по всей толщине. В этом случае металл обладает высокой пластичностью, и трещин не образуется

- «Каскад» применяют при коротких швах, начиная его с края соединения.
- «Горку» применяют при швах средней длины и выполняют начиная с середины шва

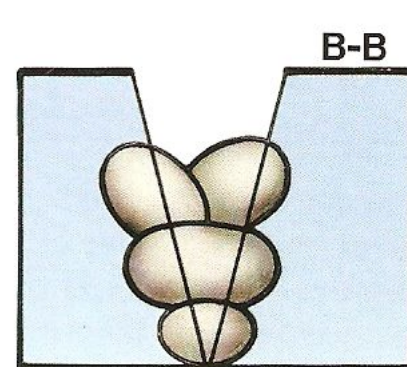
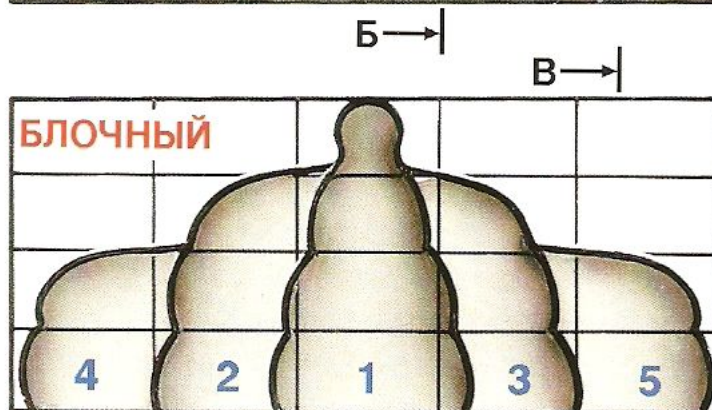
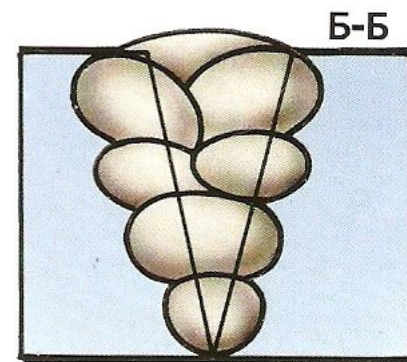
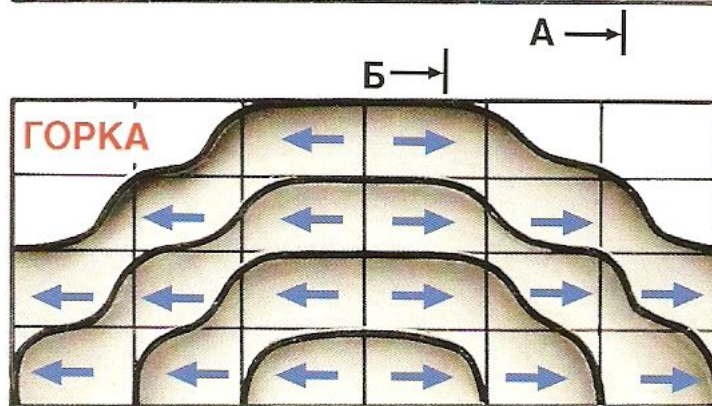
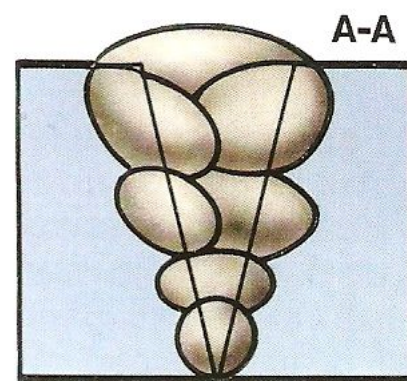
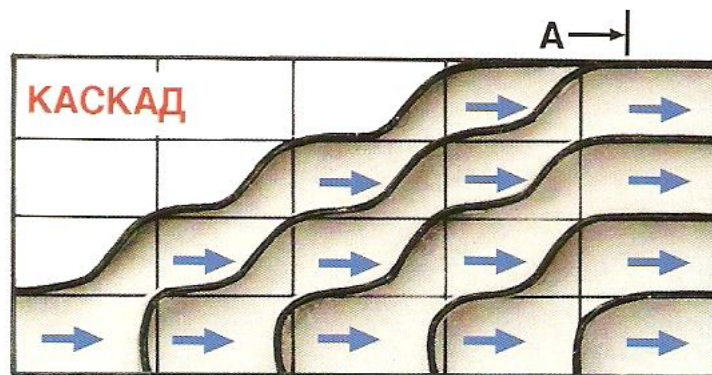
НАЛОЖЕНИЕ ШВОВ ПРИ ТОЛЩИНЕ МЕТАЛЛА БОЛЕЕ 15 ММ

ПРИ КАСКАДНОМ МЕТОДЕ шов разбивают на участки по 200 мм. После сварки первого слоя первого участка, не останавливаясь, продолжают укладывать первый слой на соседнем участке. Тогда каждый последующий слой накладывается на не успевший остыть металл предыдущего слоя

СВАРКА «ГОРКОЙ» - разновидность каскадного метода. Ведется двумя сварщиками одновременно от середины к краям

Оба метода - это обратноступенчатая сварка не только по длине, но и по сечению шва, причем зона сварки всегда остается горячей

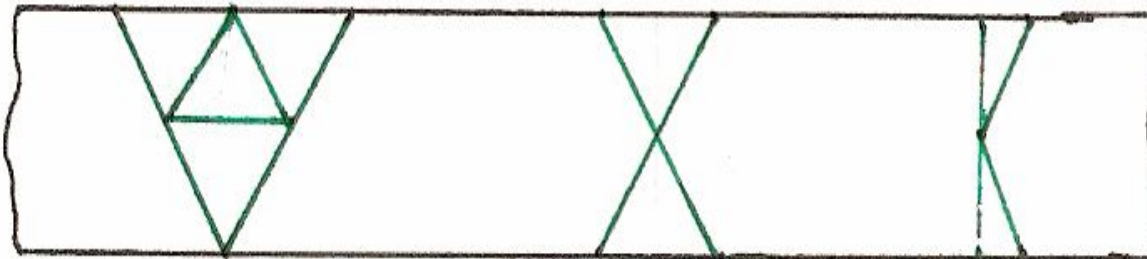
ПРИ СВАРКЕ БЛОКАМИ шов заполняют отдельными ступенями по всей высоте сечения шва. Применяют при соединении деталей из сталей, закаливающихся при сварке



B →

6

лучше



Использовать двусторонний скос
кромки вместо одностороннего

- Например, для стыкового соединения толщиной металла 20 мм можно применить V; X и K — образный скос кромок.
- Если рассмотреть площадь поперечного сечения скоса кромок, то для X — образного она будет в два раза, а для K — образного в четыре раза, МЕНЬШЕ, чем у V — образного скоса.
- Во столько же раз в место образования шва будет вноситься меньше тепла и во столько же раз будет меньшая происходить его усадка.
- Кроме того, при двустороннем X и K — образном скосе, будет происходить и уравнивание деформаций.

7

предварительный



сопутствующий

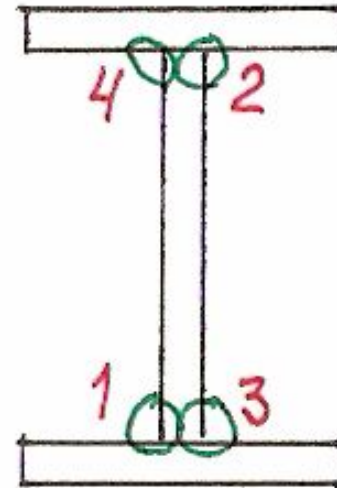
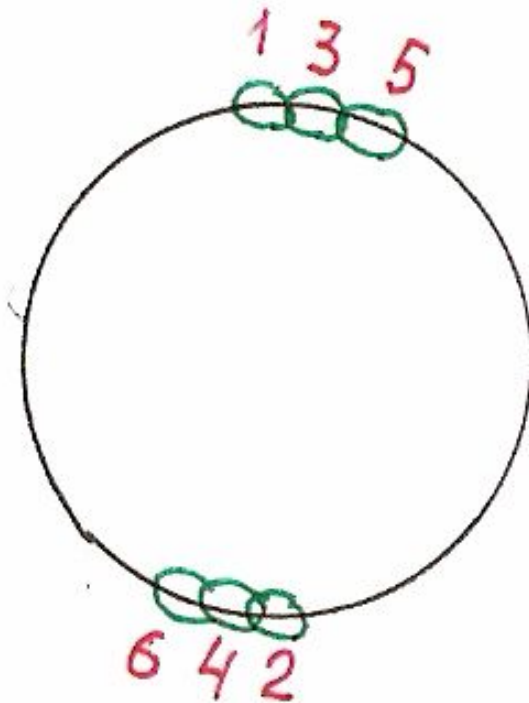


подогрев

Использовать предварительный и сопутствующий во время сварки подогрев свариваемых частей, который необходимо применять при сварке сталей не обладающих хорошей свариваемостью и склонных к закалке .

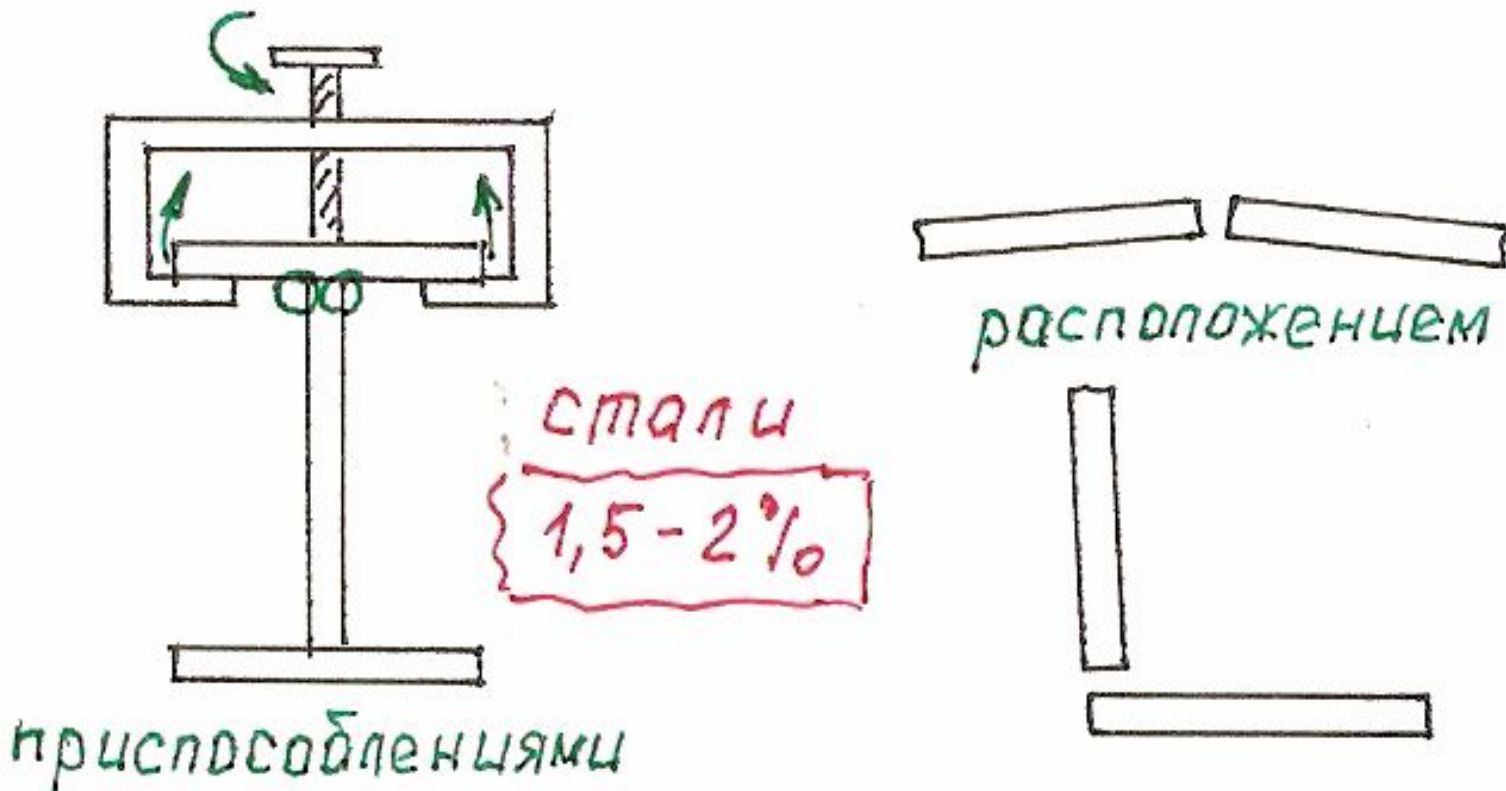
При этом происходит более замедленное охлаждение соединения и меньшая вероятность закалки , последующих структурных изменений и внутренних напряжений.

⑧ Уравновешивание деформаций



выбирается такой порядок наложения швов, чтобы деформация от наложения последующего шва, ликвидировала бы деформацию от предыдущего.

⑨ Использование обратных деформаций



свариваемым частям искусственно придают деформацию обратную той, которая получится после сварки