

Лекция 13

СВАРКА

План лекции:

- **дефекты сварных швов и соединений;**
- **классификация дефектов сварных швов и соединений;**
- **сварочные напряжения и деформации.**

13.1 Дефекты сварных швов и соединений

В процессе образования сварного соединения в металле шва и зоне термического влияния могут возникать дефекты, приводящие к снижению прочности, эксплуатационной надежности, точности, а также ухудшающие внешний вид изделия.

Дефекты оказывают большое влияние на прочность сварных соединений и могут явиться причиной преждевременного разрушения сварных конструкций. Особенно опасны трещиноподобные дефекты (трещины, непровары), резко снижающие прочность, особенно при циклических нагрузках.

Дефекты в сварных соединениях могут быть вызваны плохим качеством сварочных материалов, неточной сборкой и подготовкой стыков под сварку, нарушением технологии сварки, низкой квалификацией сварщика и другими причинами.

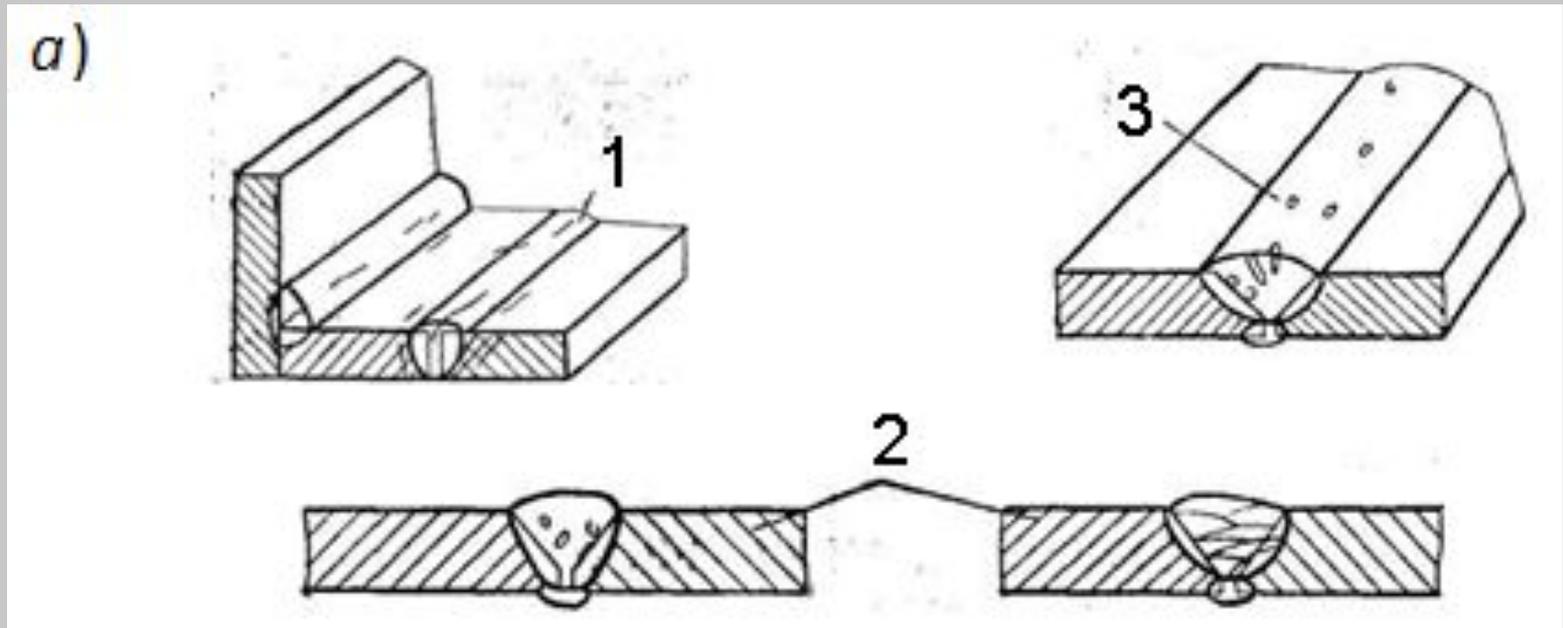
Различают дефекты допускаемые, на которые установлены нормы по величине и количеству, и недопускаемые, подлежащие обязательному исправлению.

Нормативы дефектности сварных соединений устанавливаются в зависимости от условий работы сварной конструкции.

В сварочном производстве выделяют дефекты следующих типов: подготовки и сборки изделий под сварку; формы шва; наружные и внутренние.

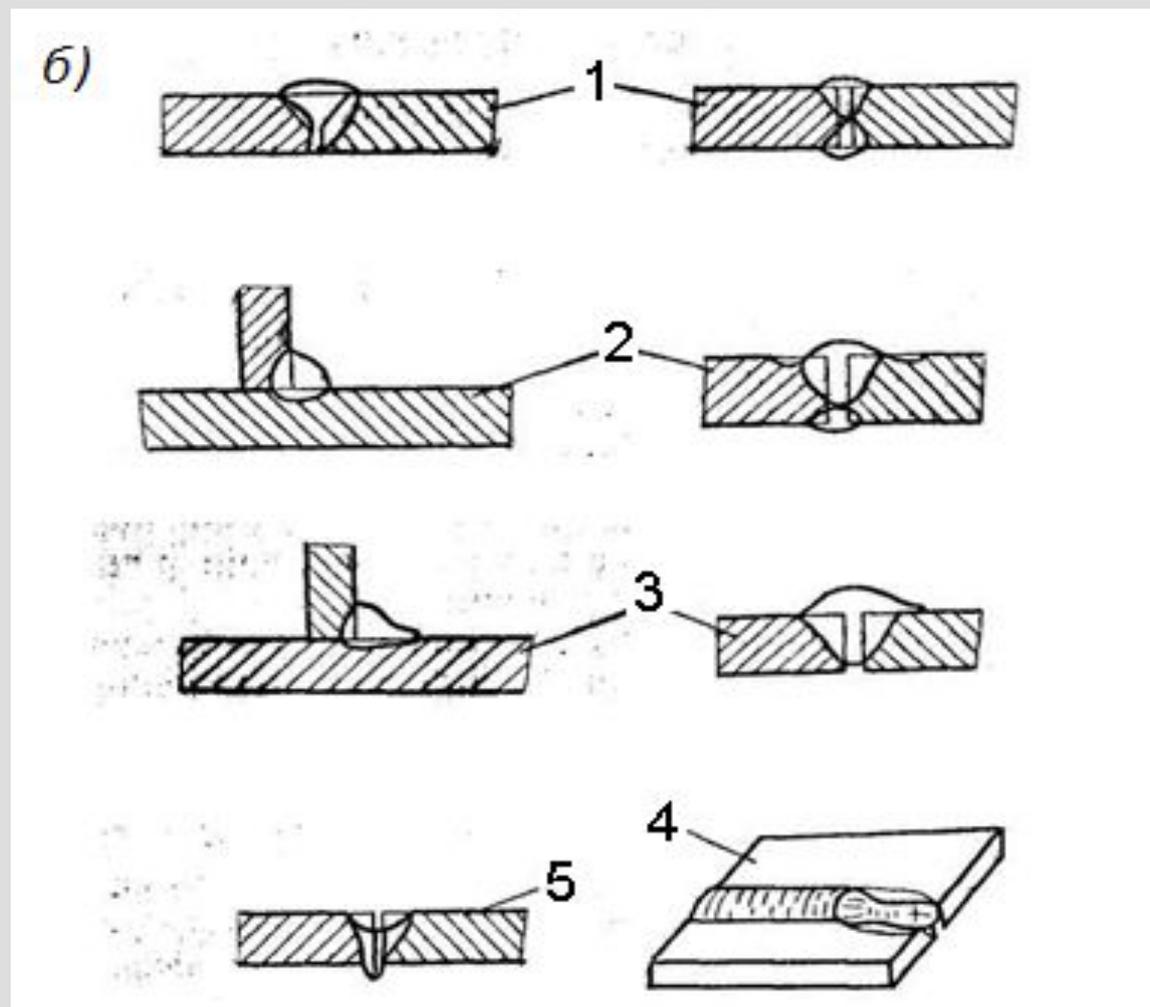
13.2 Классификация дефектов сварных швов и соединений

К дефектам, связанным с металлургическими и тепловыми явлениями, происходящими в процессе формирования и кристаллизации сварочной ванны и остывания металла, относятся: горячие и холодные трещины в металле шва и околошовной зоне, поры, шлаковые включения (рисунок 13.1, а).



1 - трещины; 2 – шлаковые включения; 3 - поры и свищи

К дефектам, связанным с нарушением режимов сварки, неправильной подготовкой и сборкой элементов конструкции под сварку, неисправностью оборудования, небрежностью и низкой квалификацией сварщика, относятся: несоответствие швов расчетным размерам, непровары, подрезы, прожоги, наплывы, незавершенные кратеры и др. (рисунок 13.1, б).



- 1- непровары;
- 2 - подрезы;
- 3 — наплывы;
- 4 - прожоги;
- 5- незаваренный кратер

Наружные дефекты могут быть выявлены внешним осмотром. Для обнаружения внутренних дефектов требуются специальные методы неразрушающего контроля и контроля с разрушением всей или части сварной конструкции.

Непровар — это местное отсутствие сплавления между свариваемыми элементами, между металлом шва и основным металлом или между отдельными слоями шва при многослойной сварке.

Непровар уменьшает сечение шва и вызывает концентрацию напряжений, что может значительно снизить прочность и надежность конструкции.

Непровары, величина которых превышает допустимую, подлежат исправлению.

Непровар в корне шва вызывается недостаточной силой тока или неоправданно высокой скоростью сварки на данном режиме. Непровар кромки вызывается смещением электрода с оси стыка, а также блужданием дуги. Непровар между слоями шва получается в результате плохой очистки предыдущих слоев или при натекании расплавленного металла под дугу.

Подрезом называется местное уменьшение толщины основного металла у границы шва. Он приводит к концентрации напряжений, если расположен перпендикулярно действующим рабочим нагрузкам.

Наплывом называется натекание металла шва на поверхность основного металла без сплавления с ним.

Прожогом называется полость в шве, образовавшаяся в результате вытекания сварочной ванны. Прожог является недопустимым дефектом и подлежит обязательному исправлению.

Кратером называется незаваренное углубление, образующееся после обрыва дуги в конце шва. В кратере, как правило, образуются усадочные рыхлости и трещины.

Подрезы, натеки, наплывы, прожоги, незавершенные кратеры, трудно удаляемый после сварки шлак и брызги вызываются преимущественно чрезмерной силой тока и напряжения на дуге, неоправданно большим диаметром электрода, неправильными манипуляциями электрода, некачественной сборкой под сварку.

13.3 Сварочные напряжения и деформации

Внутренние напряжения в сварных швах и соединениях возникают в результате линейной усадки наплавленного металла, из-за неравномерного нагрева свариваемого металла и из-за изменения объема металла при изменении его структуры.

Во время затвердевания и последующего охлаждения объем металла шва уменьшается - происходит линейная усадка, но так как он уже жестко связан с основным металлом, то его усадка вызывает появление внутренних напряжений. Чем меньше объем наплавленного металла, тем меньше внутренние напряжения и коробление.

Неравномерный нагрев свариваемого металла также вызывает появление внутренних напряжений.

При нагреве защемленного участка в нем возникают силы сжатия, а при охлаждении силы растяжения. Величина силы сжатия определяется температурным удлинением при нагреве или, иначе говоря, коэффициентом линейного расширения. Сила сжатия в узле будет равна этому коэффициенту, умноженному на модуль сопротивления и на температуру нагрева. Чем больше нагревается участок жестко закрепленной конструкции, тем больше сила сжатия в нем будет возникать.

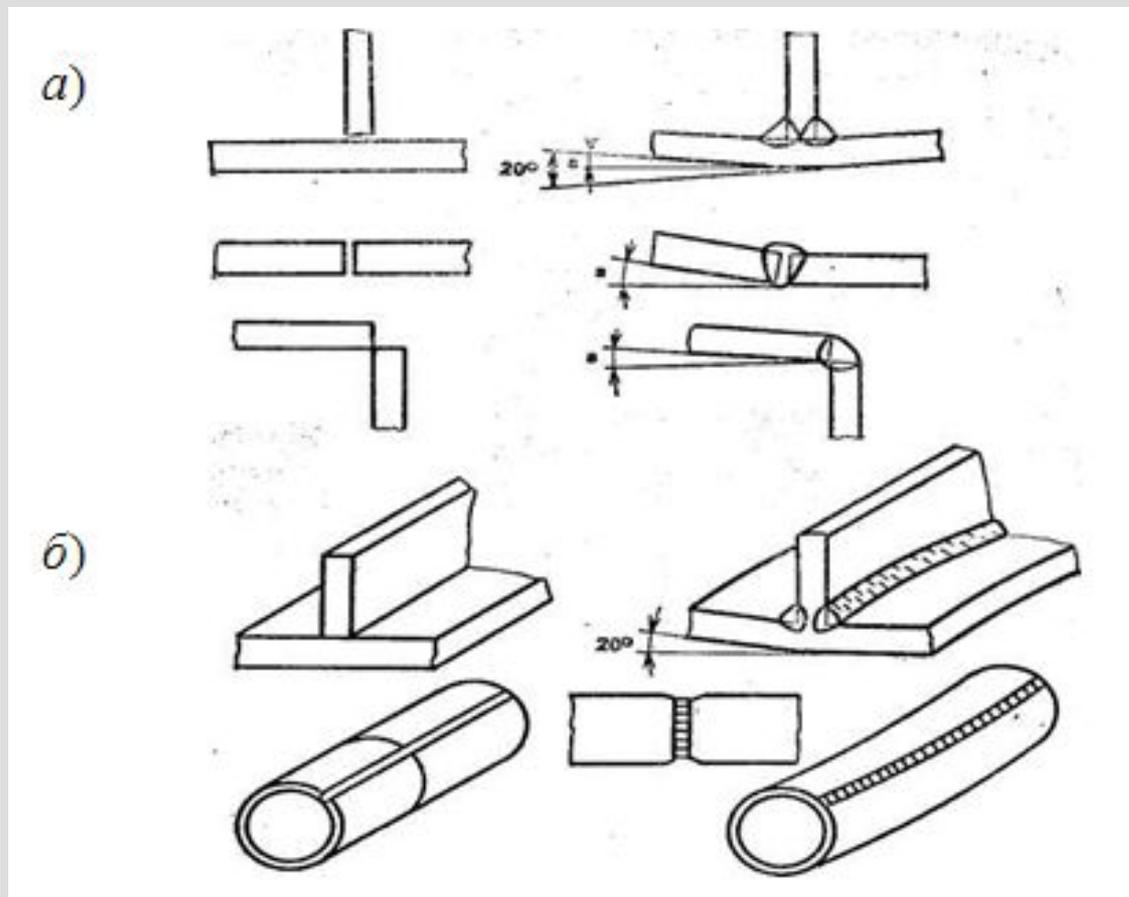
При остывании детали в ней возникают силы растяжения, которые при определенных условиях могут разорвать ее. При нагреве металл меняет свою внутреннюю структуру, что влечет за собой изменение объема. Это изменение объема создает в сварном соединении дополнительные силы сжатия, если объем увеличивается, или дополнительные силы растяжения, если он уменьшается. Подобное явление наиболее часто наблюдается при сварке специальных сталей.

Напряженное состояние (растяжения или сжатия) часто наблюдается при сварке изделий большой толщины, жестких по конструкции. Оно не приводит к разрушению металла и с течением времени уменьшается.

При сварке мало пластичных или склонных к закалке металлов напряженное состояние в изделии проявляется в виде трещин, возникающих как в шве, так и в основном металле, прилегающем к сварному шву.

а – деформации в результате поперечной усадки
б – деформации от поперечной и продольной усадки наплавленного металла

Рисунок 13.2 – Виды деформаций сварных соединений



Наиболее часто внутренние напряжения проявляются в сварной конструкции в виде различных короблений, которые деформируют конструкцию и делают ее непригодной для нормальной эксплуатации без правки. Величина внутренних напряжений и короблений в большой степени зависит от способа сварки. Чем медленнее выполняется процесс сварки, чем больше зона разогрева основного металла, тем сильнее будет коробление, рисунок 13.2, 13.3

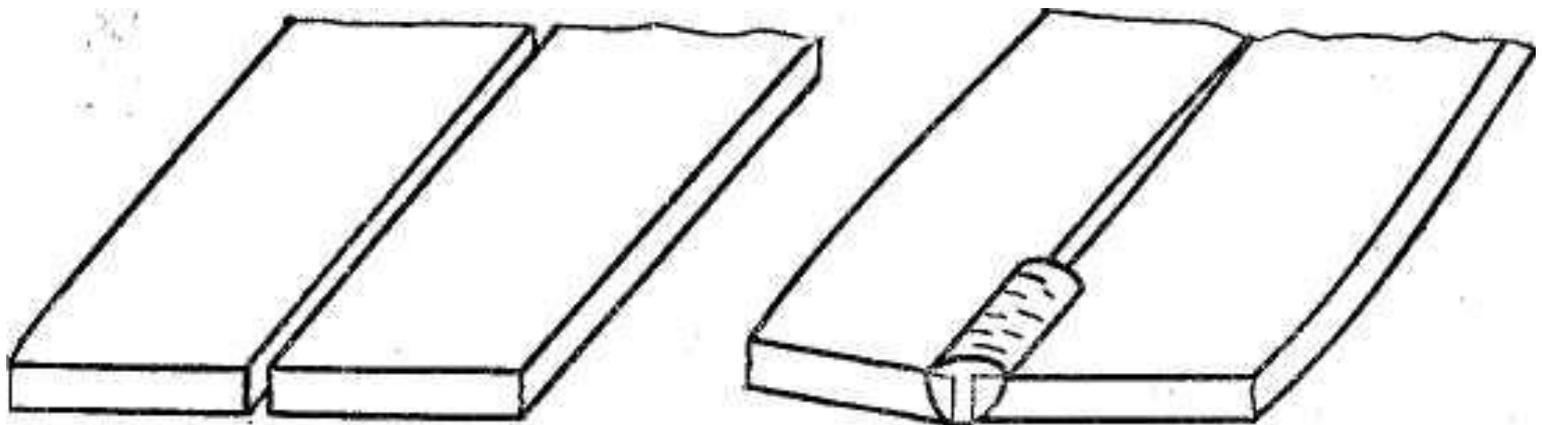


Рисунок 13.3 - Деформации от поперечной и продольной усадки наплавленного металла

Борьба с внутренними напряжениями и деформациями является важнейшей задачей сварщика. Существует несколько способов уменьшения внутренних напряжений и деформаций в сварных конструкциях. К этим способам относятся:

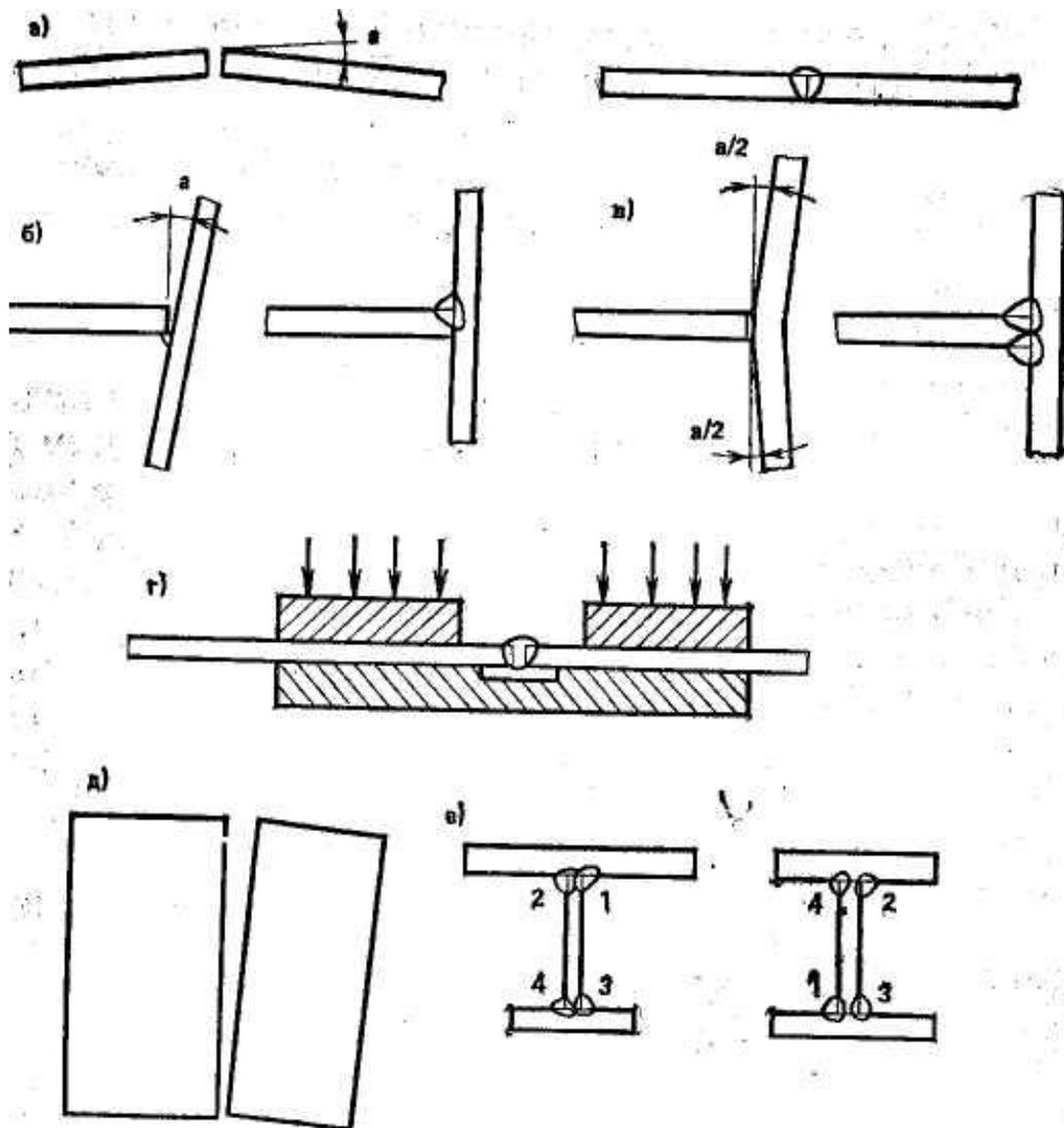
- уменьшение массы наплавленного металла,**
- правильный порядок наложения швов,**
- выполнение длинных швов обратноступенчатым способом и применение многослойных швов,**
- послойная их проковка,**
- применение обратной деформации**

Уменьшение массы наплавленного металла на единицу массы конструкции достигается правильным конструированием изделия, применением листов и заготовок наиболее крупных размеров, сокращением сечения швов за счет уменьшения угла скоса кромок, использования технологии сварки с глубоким проплавлением и сварки на форсированных режимах.

Применение многослойных швов позволяет уменьшить внутренние напряжения и коробление, улучшить структуру и качество наплавленного металла, обеспечить послойную термическую обработку швов.

Послойная проковка швов применяется при сварке металлов больших толщин и специальных жаропрочных сталей. Проковку производят после наложения каждого слоя частыми легкими ударами пневматического зубила с закругленным бойком. Частота и интенсивность проковки выбираются опытным путем в зависимости от толщины металла, состава стали, температуры нагрева, при которой ведется сварка, и ряда других факторов и условий. Проковку ведут до уничтожения рисунка шва. Обычно первый и последний слои металла не подвергаются проковке, так как она может вызвать в них появление трещин и надрывов.

Обратная деформация свариваемых элементов может выполняться по схемам, показанным на рисунке 13.4.



а - угловой излом до сварки;

б - сборка с расчетным отклонением от заданного положения;

в — предварительный изгиб;

г - механический зажим;

д - сборка с переменным зазором;

е - технически обоснованный выбор последовательности наложения швов (1-4)

Рисунок 13.4 – Приемы снижения деформаций от сварки

С целью уменьшения деформации конструкций, изготовляемых из вязких материалов, несклонных к трещинообразованию, может применяться жесткое закрепление отдельных элементов перед сваркой.

Для закрепления используют специальные кондукторы, плиты и другие приспособления, обладающие большой жесткостью. В них собирают, сваривают и охлаждают конструкцию. Этот способ позволяет уменьшить или полностью избежать деформацию конструкции, но увеличивает внутренние напряжения в ней.

Для частичного или полного устранения внутренних напряжений применяют **предварительный подогрев** свариваемого металла, термическую обработку швов и околошовной зоны после окончания сварочных работ, иногда применяют полную термическую обработку изделия.

Исправление различных деформаций и местных искривлений, возникающих в процессе сварки, выполняют механической и термической правкой. Для механической правки применяют прессы, домкраты, правильные вальцы, ударные приспособления. Термическая правка выполняется путем воздействия местного источника тепла на деформированный участок (газовой горелкой, угольной дугой прямого или косвенного действия, наплавкой валика и т. п.).

Термическая правка широко используется в производстве, так как она проста, удобна, дешева, позволяет исправлять общие и местные деформации.

Подвергать термической правке можно металлы, обладающие достаточной пластичностью и не меняющие своих свойств в интервалах температур правки.

При правке деформированную поверхность нагревают до **300—650 °C** со стороны выпуклой части (горба).

В зависимости от величины деформации нагрев производят несколько раз, начиная с максимальной точки прогиба и постепенно переходя к краю исправляемого участка.

Местным нагревом можно править сложные, механически обработанные детали.