

Памятка

Уважаемые студенты! Вам необходимо:

1. Внимательно прочитайте данную лекцию;
2. Выполнить все требования;
3. ответить на контрольные вопросы письменно в рабочей тетради.
4. Выполненную работу - прислать фото отчет на электронную почту преподавателю, (с 03.04.2023 по 04.04.2023).
5. В дальнейшем по окончании семестра принести для проверки.

С уважением **Андрощук Ольга Владимировна**, по вопросам к заданию, обращаться по номеру тел. +380721273299 или по электронной почте e-mail: Olga8122@yandex.ru

Лекция

Тема: Напряжения и деформации при сварке соединений различных видов на автоматически и полуавтоматических машинах

ЦЕЛЬ РАБОТЫ:


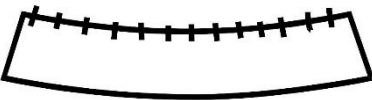
1. Изучить напряжения и деформации при сварке соединений различных видов на автоматически и полуавтоматических машинах

План

1. Основные понятия и определения.
2. Причины возникновения и методы предупреждения.

1. Основные понятия и определения

При дуговой сварке возникают продольные и поперечные деформации.

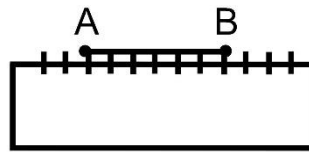
	
поперечные	продольные

Деформации при сварке вызываются:

- приложением внешней нагрузки (при зажатии в сварочном приспособлении; при специальном приложении нагрузки перед сваркой и во время сварки с помощью растягивающих машин для формирования требуемого вида остаточных напряжений в шве; под действием собственного веса массивного изделия);
- неравномерным термическим расширением и сжатием при воздействии источника нагрева.
- в результате структурных превращений в металле, сопровождающихся изменением объема металла. Это происходит, например, при закалке металла.
- в результате усадочных явлений (усадка – это уменьшение объема металла при его кристаллизации).

2. Причины возникновения и методы предупреждения

Продольная деформация. Для иллюстрации механизма образования продольной деформации выделим в сварном шве столбик металла АВ с



малым поперечным сечением

Рассмотрим столбик АВ отдельно, вне сварного шва:

	<ul style="list-style-type: none"> – начальное состояние; – термическое расширение; – охлаждение
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Теперь рассмотрим тот же столбик АВ в металле сварного шва:

	<ul style="list-style-type: none"> – начальное состояние; – термическое расширение, сопровождающееся пластической деформацией (термическому расширению столбика АВ мешает окружающий его металл); – охлаждение (термическому сжатию столбика АВ мешает окружающий его металл)
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

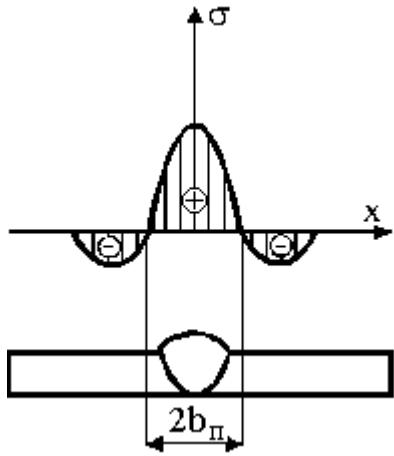
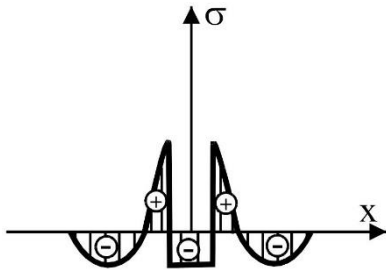
В результате изделие при сварке деформируется:

<p>начало сварки</p>	<p>середина процесса сварки</p>	<p>окончание сварки (остаточные деформации)</p>

Поперечная деформация. Механизм образования поперечных деформаций аналогичен изложенному, но в данном случае поперечному изгибу изделия дополнительно способствует усадка металла.

Остаточные напряжения. Внутренняя сила в металле, вызывающие остаточные деформации, приводят к появлению остаточных напряжений в

сварном соединении ($\sigma = \frac{P}{F}$):

	<p>Эпюра продольных остаточных напряжений в малоуглеродистой стали; □ — сжатие; ⊕ - растяжение</p> <p>Такие стали закалкой не упрочняются; наиболее опасное, растянутое внутренними силами, место сварного соединения – сварной шов.</p>
	<p>Эпюра продольных остаточных напряжений в среднеуглеродистой стали (сварка без подогрева)</p>

Среднеуглеродистые стали при сварке без подогрева закаливаются. В данном случае наиболее опасное, растянутое внутренними силами, место сварного соединения – зона термического влияния. При значительной величине остаточных растягивающих напряжений в зоне термического влияния возникают холодные трещины. При сварке среднеуглеродистых сталей с предварительным подогревом распределение продольных остаточных напряжений такое же, как и при сварке малоуглеродистых сталей.

При сварке в сварочных приспособлениях, по сравнению со сваркой навесу, остаточные деформации уменьшаются, а остаточные напряжения растут.

Меры борьбы со сварочными деформациями:

- использование рациональной последовательности наложения сварных швов и применение рекомендуемых режимов сварки;
- сварка в приспособлении;
- обратный прогиб.

Меры борьбы с остаточными напряжениями:

- термическая обработка после сварки (высокий отпуск или нормализация) ;
- прочие разновидности: проковка шва, вибрационная обработка (на нашем предприятии ранее велись исследовательские работы в этом направлении), сварка в предварительно напряженном состоянии (применяется при изготовлении элементов строительных конструкций, в основном стоек) и т.д.

Деформацией называется изменение формы и размеров твердого тела под действием усилия. Если форма тела восстанавливается после

прекращения действия силы, то **деформация является упругой**. Если тело не принимает первоначальной формы, то оно получило **остаточную, или пластическую деформацию**.

Напряжением называется сила, отнесенная к единице поверхности или к единице площади поперечного сечения тела. В зависимости от направления действующих усилий могут возникать напряжения растяжения, сжатия, изгиба, среза и кручения. Напряжение, при котором происходит разрушение, называется пределом усталости. Главной причиной пониженной усталостной прочности сварных соединений является сосредоточение напряжений. Причинами концентрации напряжений являются:

1. Дефекты швов – острый надрез, непровар, трещина и другие, расположенные поперек действия растягивающих напряжений.

2. Неправильные очертания сварного шва, например, швы с большой выпуклостью и неплавным переходом от наплавленного металла к основному.

3. Нерациональная конструкция сварных соединений

Меры борьбы с деформациями

Мероприятия, выполняемые до сварки

Рациональное конструирование сварных изделий. В процессе конструирования необходимо: ограничивать количество наплавленного металла уменьшением катетов швов или угла скоса кромок; не допускать пересечения большого количества швов; не располагать сварные швы там, где действуют максимальные напряжения от внешних нагрузок, и размещать их симметрично; применять преимущественно стыковые швы и т. п.

Правильная сборка деталей с учетом возможных деформаций.

При этом наиболее часто применяют метод обратных деформаций (рис.29). Зная, что шов после охлаждения всегда сокращается в размерах, можно заранее предугадать характер возможных напряжений и деформаций и произвести предварительный выгиб свариваемых деталей и противоположную сторону. Величина обратного выгиба определяется расчетным или опытным путем.

При сборке деталей следует избегать прихваток, которые создают жесткое закрепление деталей и способствуют возникновению значительных остаточных напряжений. Лучше, применять сборочные приспособления, допускающие некоторое перемещение деталей при усадке металла.

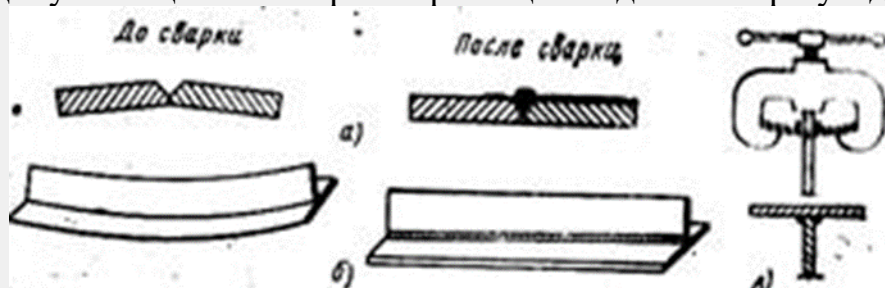


Рис. 1 Обратные деформации и положения элементов изделия после сварки А – стыковое соединение двух пластин, б- тавровая балка, в – полка таврового соединения

Мероприятия, выполняемые в процессе сварки

Рациональная последовательность наложения сварных швов

Сварные конструкции следует изготавливать так, чтобы замыкающие швы, создающие жесткий контур, заваривались в последнюю очередь. Сварку нужно вести от середины конструкции к ее краям, как бы сгоня при этом внутренние напряжения наружу. Каждый последующий шов при многослойной сварке рекомендуется накладывать в направлении, обратном направлению предыдущего шва.

При сварке полотнищ из отдельных листов (рис.30а) в первую очередь нужно выполнять поперечные швы отдельных поясов, чтобы обеспечить их свободную усадку, а затем сваривать пояса между собой продольными швами. В противном случае возможно образование трещин в местах пересечения поперечных и продольных швов.

При сварке двутавровых балок (рис.30 б) в первую очередь выполняют стыковые соединения стенок и полков, а затем — угловые поясные швы.

При сварке цилиндрических сосудов из нескольких обечаек (рис.30в) сначала выполняют продольные швы обечаек, а затем обечайки сваривают между собой кольцевыми швами. При ручной и механизированной сварке швы большой протяженности рекомендуется накладывать в обратноступенчатом порядке.

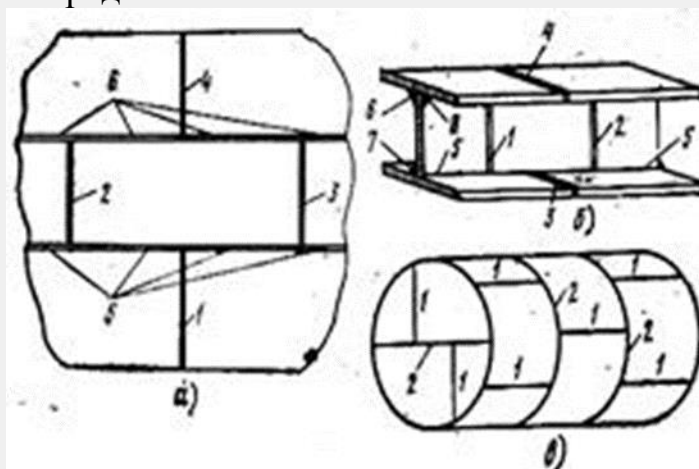


Рис. 2 Последовательность наложения швов (1 -8) при сварке:

А – полотнище из отдельных листов, б – двутавровой балки,

в – цилиндрического сосуда

Уравновешивание деформаций. В этом случае (рис.31) швы выполняют в такой последовательности, при которой последующий шов вызывает деформации обратного направления по сравнению с деформациями от предыдущего шва. Этот способ может быть использован при симметричном расположении швов.

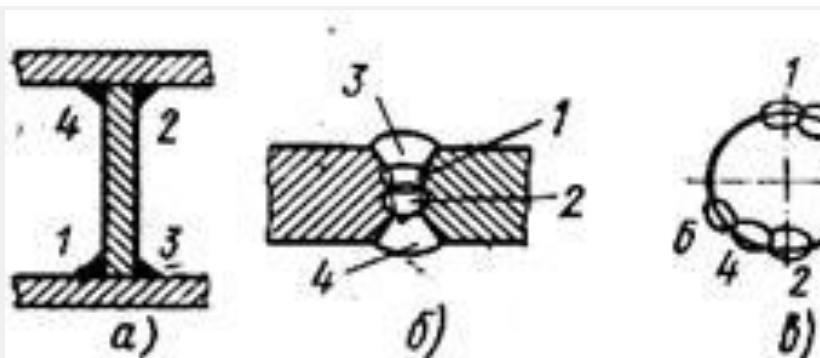


Рис.3 Уравновешивание деформации:

А – при изготовлении сварной двутавровой балки,

Б– при выполнении сварного стыкового многослойного шва, в – при наплавке валика продольными швами: 1 -6 последовательность наложения швов

Жесткое закрепление деталей при сварке. В этом случае детали закрепляют в сборочно-сварочных приспособлениях, обладающих значительной жесткостью. После сварки в таких приспособлениях короблений деталей почти не будет, но в сварных швах возрастут внутренние напряжения.

Мероприятия, выполняемые после сварки

В тех случаях, когда деформации все же произошли и величины их выходят за пределы допустимых, применяют правку сварных изделий различными способами.

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.

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.

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.

Методы уменьшения внутренних напряжений

Существует несколько методов уменьшения внутренних напряжений.

Наиболее часто применяют:

- предварительный или сопутствующий подогрев при сварке,
- проковку или прокатку сварных швов,
- статическое нагружение сварной конструкции,
- отпуск после сварки

Предварительный или сопутствующий подогрев применяют при сварке сталей, склонных к закалке и образованию трещин. Температуру подогрева выбирают в зависимости от марки стали и жесткости конструкции (обычно в пределах 100 - 600 °С). Подогрев, производимый многопламенными горелками, индукторами или в печах, уменьшает пластические деформации сжатия, что значительно снижает остаточные напряжения. Кроме того, в ряде случаев он благоприятно влияет на структуру металла шва и околошовной зоны.

Послойную проковку швов выполняют пневматическим зубилом с закругленным бойком непосредственно после сварки по горячему металлу (горячая проковка) или после полного его остывания (холодная проковка). Благодаря осадке металла в направлении удара происходит его раздача в разные стороны, что снижает растягивающие напряжения. Проковка рекомендуется при многослойной сварке металла большой толщины, причем во избежание трещин и надрывов первый и последний слои многослойного шва не проковывают. Швы на металле, склонном к закалке, проковывать нельзя. Преимущество проковки состоит в ее простоте и маневренности.

Прокатку шва выполняют при сварке тонколистового металла.

В процессе прокатки растягивающие напряжения уменьшаются. Преимущество ее перед проковкой состоит в статическом характере приложения давления и возможности плавного его регулирования.

Статическое нагружение элементов сварной конструкции возможно в процессе сварки или чаще всего после полного остывания шва. В качестве такого нагружения применяют растяжение или изгиб с образованием растягивающих напряжений в зонах, где остаточные напряжения максимальны. Это приводит к пластическим деформациям и значительному уменьшению остаточных напряжений.

Отпуск после сварки, обычно применяемый для выравнивания структуры шва и околошовной зоны, также снижает внутренние напряжения. Отпуск может быть общим, когда нагревается все изделие, и местным, когда нагревается лишь часть его в зоне сварного соединения. Преимущество общего отпуска состоит в том, что снижение напряжений происходит во всей сварной конструкции независимо от ее сложности.

Наиболее часто применяют высокий отпуск при температуре нагрева 550—680°С. Операция отпуска состоит из четырех стадий: нагрев; выравнивание температуры по длине и сечению изделия; выдержка при температуре отпуска; охлаждение. Выдержка независимо от толщины металла обычно составляет около 3 ч, после чего происходит естественное охлаждение. По частоте применения отпуск сварных конструкций значительно превосходит все методы снятия внутренних напряжений. (рис.4)

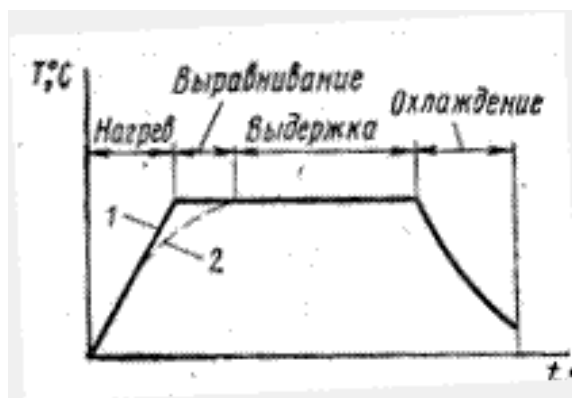


Рис. 4 Стадии отпуска сварных конструкций
Поверхность изделия. 2 - внутренние зоны металла

Контрольные вопросы

1. **Задание:** Проверить на прочность стыковой шов и угловой шов опорной плиты, если известна нагрузка 3000 Н. Материалом для пластин служит сталь Ст3. Нагрузка статическая. Сделать вывод о прочности сварных швов.
2. Что делать, если листы толщиной до и более 20 мм.?
3. А как же с листами толщиной до 6 мм?
4. Как правильно нанести сварные швы при сварке обечаек?
5. Мы с вами рассмотрели способы уменьшения остаточных напряжений, а что вы расскажите об уменьшении сварочных деформаций в сварных швах?