

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ГОМЕЛЬСКИЙ**  
**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ**  
**П.О. СУХОГО**

Машиностроительный факультет

Кафедра «Материаловедение в машиностроении»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10

ИЗУЧЕНИЕ СВАРОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ И НАПРЯЖЕНИЙ

Выполнил: студент гр. ТМ -11

Акунец Е.Г.

Принял: преподаватель

Грудина Н.В.

Гомель 2022

**Цель работы:** ознакомиться с процессом возникновения сварочных деформаций и напряжений.

### Теоретические аспекты процесса возникновения сварочных деформаций и напряжений

Термин «деформация» определяется как изменение формы и геометрических размеров тела под действием приложенных сил. В большинстве случаев тела подвергаются воздействию внешних сил. В тоже время в деталях, подвергнутых сварке, возникают внутренние силы и соответственно напряжения. Для пояснения процессов, возникающих при нанесении сварного шва и его последующего охлаждения, рассмотрим схему на рис. 8.1.

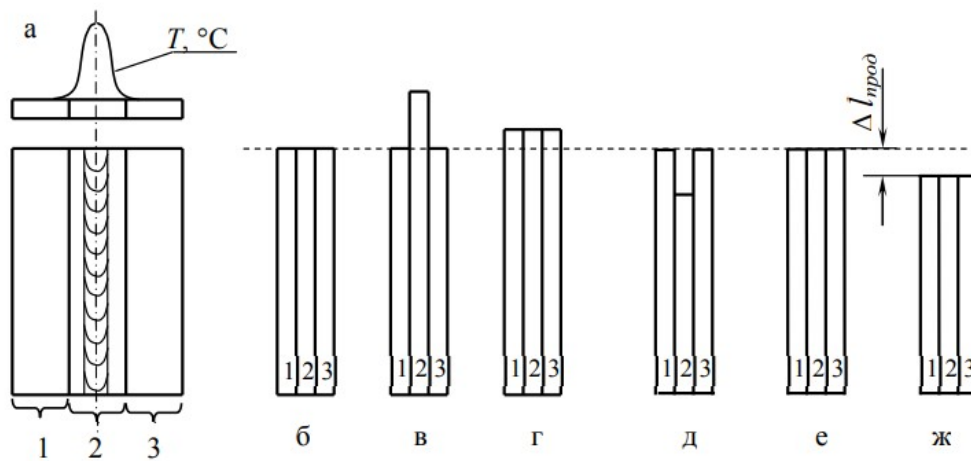


Рис. 8.1. Схема возникновения деформаций в сварном стыковом соединении

При соединении двух заготовок, как показано на рис. 8.1а, выделяющееся тепло локализуется в сварном шве и околошовной зоне (слой 2).

Периферийные слои пластины (1 и 3) не подвергаются нагреву до высоких температур. Допустим, что центральный слой 2 не связан с крайними слоями 1 и 3. Тогда в результате термического расширения он значительно удлинится по отношению к соседним слоям (рис. 8.1в) и по сравнению с первоначальной длиной пластины (рис. 8.1б). Его относительная деформация может быть описана законом термического расширения твердых тел.

В действительности центральный слой 2 связан с остальной частью пластины и деформируется вместе с ней в соответствии с соблюдением закона плоских сечений. Вся пластина равномерно удлиняется (рис. 8.1г). При этом термическое расширение центрального слоя (околошовной зоны) вызывает возникновение растягивающих механических напряжений в крайних слоях (1

и 3) и их упругую деформацию. В соответствии с третьим законом Ньютона со стороны крайних слоев пластины возникает реакция, препятствующая удлинению центрального слоя 2. В нем возникают напряжения сжатия.

При охлаждении сформированного сварного шва металл слоя 2 испытывает потребность в термической усадке. Если бы силы сцепления между слоями отсутствовали, то центральный слой, представляющий в данный момент сформированный сварной шов и околошовную зону, значительно сократил бы свои линейные размеры (рис. 8.1д). Но поскольку центральный слой связан с периферийными частями пластины, его деформация вместе со слоями 1 и 3 подчиняется закону плоских сечений. Поэтому в начальный момент остывания вся пластина приобретает первоначальную длину (рис. 8.1е). Затем проявляется усадка металла сварного шва, который в момент сварки находился в жидком состоянии и не оказывал механического воздействия на околошовную зону. Этот слой металла остывает с максимально высокой температуры и, следовательно, испытывает наибольшую потребность в усадке. В результате вся пластина сокращает свои размеры на величину продольной усадки  $\Delta l_{\text{поп}}$ . Усадка центрального слоя 2 вызывает возникновение сжимающих механических напряжений в крайних слоях (1 и 3) и их упругую деформацию. В соответствии с третьим законом Ньютона со стороны крайних слоев пластины возникает реакция, препятствующая укорочению центрального слоя 2. В нем возникают напряжения растяжения.

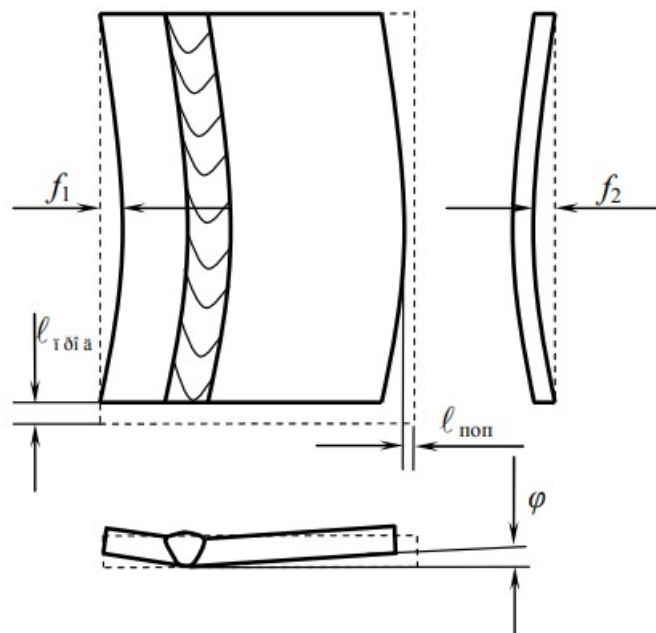


Рис. 8.2. Виды деформаций

Кроме продольной  $\sigma_{\text{дл}}$  усадки в рассматриваемой пластине могут возникнуть: поперечная  $\sigma_{\text{пп}}$  усадка; изгиб в плоскости пластины (f1); коробление (f2); угловая деформация  $\varphi$  (рис. 8.2). Причиной возникновения поперечной деформации  $\sigma_{\text{пп}}$  является усадка сварного шва в поперечном направлении. Изгиб пластины (f1) возникает в случае несимметричного расположения сварного шва. Боковые слои пластины имеют различную толщину и соответственно с разной реакцией противодействуют усадке шва. Коробление (f2) и угловая деформация  $\varphi$  возникают вследствие неодинакового разогрева поверхностей пластины. Так со стороны сварного шва температура металла достигает температуры плавления и более, в то время как с обратной стороны металл не плавится и температура его несколько меньше. В результате на поверхности пластины с стороны сварного шва усадка имеет большую величину, чем с обратной стороны.

Снижение внутренних напряжений и деформаций – один из путей предупреждения трещин. Для этого необходимо уменьшить реакцию основного металла на разогреваемые до высоких температур шов и зону термического влияния. Следует уменьшить геометрическую жесткость свариваемых заготовок, исключить их закрепление при сварке, а также применить предварительный подогрев для выравнивания температур по объему заготовки. Сварочные напряжения снимаются также немедленным после сварки высоким отпуском. В тоже время методы снижения внутренних деформаций и напряжений (кроме отпуска) приводят к увеличению внешних деформаций сварной заготовки. Для устранения последних, наоборот, необходимо увеличение жесткости заготовок (постановка ребер, мембран и т. п.) или закрепление их при сварке. Выбор условий сварки определяется тем, что в данном случае опасней – трещины или коробление заготовки.