

## ОСТАТОЧНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ СВАРКЕ

Зайцева Н.А,

научный руководитель проф. Емельянов Р.Т

*Сибирский федеральный университет*

Широкое применение сварки во всех отраслях современной промышленности, в том числе и в строительстве, обусловлено целым рядом ее преимуществ по сравнению с другими технологическими процессами получения неразъемных соединений. К таким преимуществам относятся простота соединения, уменьшение веса конструкции, большие возможности для механизации и автоматизации процесса, оздоровление условий труда, уменьшение трудоемкости и сокращение сроков изготовления сложных конструкций и др.

Однако, наряду с преимуществами, сварка обладает и некоторыми недостатками, своего рода "болезнями", которые часто снижают ее эффективность. К ним относится, например, изменение физико-механических свойств в зоне термического влияния. Одним из существенных недостатков является возникновение сварочных напряжений и деформаций вследствие неравномерного нагрева конструкции при сварке.

Появляющиеся в результате сварки остаточные напряжения, прежде всего, затрудняют процесс сборки крупногабаритных конструкций из отдельных сварных блоков, узлов и секций. Остаточные сварочные деформации ухудшают внешний вид и эксплуатационные характеристики конструкции.

В некоторых случаях, особенно в сочетании с другими неблагоприятными факторами, такими, как низкая температура, неудачная форма узла или соединения, пониженные пластические свойства и т.п., остаточные сварочные напряжения снижают прочность и работоспособность конструкций и даже вызывают разрушение при отсутствии рабочих нагрузок.

Напряжения, возникающие в процессе нагрева и расплавления металла при сварке, могут вызвать разрушение (горячие трещины).

Эти и другие вредные проявления сварочных деформаций и напряжений ставят перед сварщиками одну из наиболее важных проблем.

Остаточные напряжения классифицируют по протяженности силового поля. Такая классификация была сформулирована впервые Н. Н. Давиденковым и представлена в следующей форме:

- напряжения I рода или уравнивающиеся в пределах областей, размеры которых одного порядка с размерами тела. Они вызваны неоднородностью силового, температурного или материального поля внутри тела (в зависимости от своей природы) и характеризуются при их обнаружении по способу разрезки – деформацией (короблением) отрезанных элементов, по рентгенографическому способу – изменением параметров решетки. Эти напряжения определяют расчетом исходя из теории упругости и пластичности, а также экспериментально.

- напряжения II рода (их можно было бы назвать кристаллитными) уравниваются в объемах одного порядка с размерами зерен и выражаются в размытии линий на рентгенограммах. Эти напряжения не имеют определенной направленности и не зависят от формы изделий. Находят эти напряжения опытным путем.

- напряжения III рода (их можно назвать элементарными) уравниваются в объемах одного порядка с элементарной кристаллической ячейкой и

выражаются в ослаблении интенсивности линий высших. Они также не имеют определенной направленности и определяются экспериментально по степени изменения интенсивности линий на рентгенограммах.

Температурные остаточные напряжения появляются в случае неравномерного распределения температуры по сечению детали. Величина и характер температурных напряжений зависят от скорости нагрева и охлаждения, от размеров и формы металла, от коэффициентов теплопроводности и теплопередачи. Особенно большое значение имеет скорость охлаждения и температура, с которой начинается охлаждение.

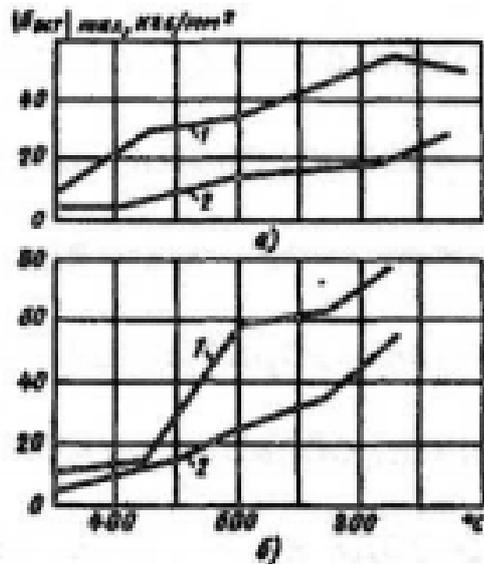


Рис. 1 Зависимость максимальных тепловых остаточных напряжений от начальной температуры.

Скорость охлаждения зависит от теплопроводности охлаждающей среды. На рисунке показана зависимость величины температурных напряжений от охлаждающей среды по данным И. Е. Конторовича и Л. С. Лившица.

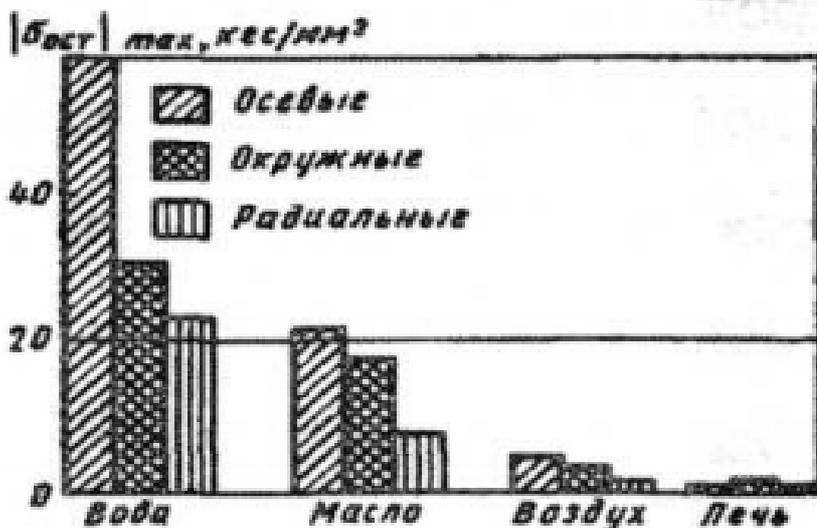


Рис. 2. Зависимость максимальных остаточных напряжений в цилиндрах (диаметр 50 мм) из углеродистой

### 1. Остаточные напряжения после и во время сварки.

Основными причинами образования остаточных напряжений после и во время сварки являются: температурные напряжения при нагреве до расплавления и последующем остывании материала, неоднородные структурные превращения в шве и зонах термического влияния, изменение растворимости газов, окружающих сварной шов.

### 2. Остаточные напряжения после закалки.

Появление остаточных напряжений после закалки вызывается двумя основными причинами: термическими напряжениями при неоднородном температурном поле и структурными превращениями. Образование остаточных напряжений обусловлено главным образом скоростью охлаждения, кроме того, на образование остаточных напряжений влияет химический состав металла, условия закалки, начальная температура и скорость охлаждения, а также исходное состояние поверхностного слоя.

Снятие остаточных сварочных напряжений с целью повышения прочности и долговечности сварных конструкций должно подтверждаться действительной необходимостью операции, так как во многих случаях остаточные сварочные напряжения не влияют на прочность сварных конструкций.