Гр. МД-18 22.05.20 Основы технической механики и гидравлики Захаров Г,П.

**Лекция-2 :** Факторы, влияющие на прочность сварных узлов, способы их устранения

В инженерной практике справедливы два принципа: местная непрочность (незаваренные щели, отверстия, вырезы и т.п.) и местная прочность, так называемые жесткие точки (приварка ребер, накладок, косынок, бонок и т.п.) приводят к общей непрочности. Причина заключается в следующем: силовой поток "притягивается" к более жестким местам и "отталкивается" от мест с меньшей жесткостью, поэтому любой участок конструкции, отличающийся жесткостью, вызывает концентрацию напряжений и опасен.

Рациональное конструктивное оформление сварных узлов позволяет равномерно распределить силовой поток по сечениям элементов, т.е. устранить или снизить влияние на прочность концентраторов, а также остаточных напряжений и термического воздействия сварочной дуги и этим повысить сопротивляемость образованию хрупких и усталостных трещин.

Появлению трещин способствует снижение пластичности стали вследствие старения, т.е. одновременного воздействия на ее свойства старения и пластических (термопластических) деформаций.

Старение - снижение пластичности стали, вызываемое распадом остаточного аустенита, которое при обычных температурах может длиться годами, а при 100...500 °С - несколько минут. Пластические деформации при изготовлении конструкций вызываются гибкой, правкой, вальцовкой, резкой на ножницах, прошивкой отверстий, вырубкой в штампах, расширением и последующей усадкой металла вследствие местного нагрева сварочной дугой или газокислородным пламенем. Во всех случаях значения пластических деформаций в зонах залегания концентраторов напряжений значительно больше (концентрация деформаций), а следовательно, больше и охрупчивание стали. При эксплуатации концентрация деформаций происходит в местах расположения конструктивных и технологических концентраторов под действием рабочих напряжений.

Различают три вида деформационного старения: динамическое, когда пластические деформации и старение металла протекают одновременно при 100...500 °С (нагрев и охлаждение металла сварных соединений вблизи различных концентраторов при сварке), когда свободная усадка в процессе остывания затруднена, при правке и гибке элементов конструкций в интервале 100...500 °С; искусственное, когда пластические деформации происходят при обычных температурах, а старение - при последующем нагреве до 100...500 °С (правка, гибка, резка на ножницах, пробивка отверстий и последующий нагрев деформированных мест сваркой или газокислородным пламенем); естественное, когда пластические деформации и последующее старение происходят при естественных (правка, гибка, резка на ножницах, пробивка отверстий без последующего нагрева).

Охрупчивание наиболее значительно при динамическом старении, ниже - при искусственном, еще ниже - при естественном.

Особенно резко падает пластичность у вершин концентраторов, где деформации (и старение) наибольшие, поэтому в сварных соединениях трещины появляются в зоне расположения различных технологических дефектов или конструктивных концентраторов. В практике встречается много различных типов сварных узлов, которые в зависимости от условий эксплуатации приводят к ускоренному появлению трещин или серьезным авариям.

Технологические дефекты (непровары, трещины, надрывы, расслоения и подрезы) при сварке могут стать концентраторами термопластических деформаций в тех случаях, когда металл вблизи дефекта подвергается повторно местному нагреву; когда свободная усадка шва, имеющего дефект, затруднена или происходит усадка в жестком контуре.

Это может иметь место, если дефект расположен:

* а) на участке замыкания кольцевых швов при сварке встык труб или других замкнутых сечений;
* б) на участке замыкания ступеней при обратно- ступенчатом способе сварки;
* в) э пересекающихся швах (в том случае, когда дефект расположен в шве, выполненном в первую очередь);
* г) в металле кромок соединяемых швом элементов, имеющих надрывы, трещины, расслоения;
* д) в местах некачественной подварки дефектных участков;
* е) в соединениях, выполняемых в жестком контуре и в других случаях

На практике встречаются сварные узлы, в которых термопластические деформации вызываются конструктивными концентраторами напряжений. В соединениях необходимо увеличить зазор между торцами элементов не менее чем на 50 мм, недоваривать швы до щели не менее чем на 30 мм или предварительно заваривать щель с полным проваром.

При выполнении приварки диафрагм и ребер жесткости рекомендуется на деталях делать скосы или вырезы. В таких случаях устраняется возможность наплавки шва на узкую щель. В других конструкциях местное охрупчивание стали вызывается объемным напряженным состоянием, которое возникает при наложении пересекающихся швов, направленных по трем (или более) пространственным осям. Для устранения подобных случаев рекомендуется сделать вырез или скос в одном или нескольких элементах.

Деформационное охрупчивание металла шва усугубляется попаданием в него водорода или углерода. Интенсивное насыщение, шва водородом при сварке происходит, если используются влажный флюс, электроды с увлажненным покрытием или если на свариваемых кромках имеется влага, ржавчина, окалина. Науглероживание металла шва возможно при разделке кромок под сварку угольным электродом (воздушно-дуговой резкой) без последующего удаления с поверхности науглероженного слоя толщиной 1 мм, а также при наличии на поверхности разделки масла или краски.

Пластичность стали зависит от температуры: чем она ниже, тем меньше пластичность стали. Если металл сварного соединения был охрупчен вследствие термопластических деформаций, насыщения водородом и углеродом, то в некоторых случаях достаточно понизить температуру конструкции без приложения внешней нагрузки, чтобы в шве под действием остаточных напряжений образовалась трещина (так называемое самопроизвольное разрушение).

Вопросы для самопроверки:

1.Что называется старением стали?

2.В чем различии деформационного старения стали?

3.Какие бывают технологическте дефекты?

4.Для чего при прварке диафрагм и ребер жесткости делают скосы или вырезы?

5.От чего зависит пластичность стали?