

## БЕЗОПАСНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

**Кустубаев Салават Ануварович**

*Генеральный директор ООО «ИТЦ «Промтехаудит», г.Москва*

**Липатов Александр Владимирович**

*Технический директор ООО «ИТЦ «Промтехаудит», г.Москва*

**Алексеева Лидия Юрьевна**

*Начальник отдела экспертизы комплексной безопасности  
ООО «ИТЦ «Промтехаудит», г.Москва*

**Мартыненко Владимир Владимирович**

*Инженер I-й категории ООО «ИТЦ «Промтехаудит», г.Москва*

**Корнилов Максим Федорович**

*Инженер II-й категории ООО «ИТЦ «Промтехаудит», г.Москва*

Сварные соединения нефтехимического оборудования из двухслойных сталей, не подвергнутые термообработке по режиму высокого отпуска и эксплуатирующиеся во влажных сероводородосодержащих средах, представляют потенциальную опасность и тем самым резко снижают уровень надежности оборудования.

Рост цен на нержавеющие стали обуславливает стремление нефтехимических производств к уменьшению цены заказываемого ими оборудования, в частности, изготовлению его из двухслойных сталей, т.е., когда наружный слой стенки аппарата, несущий все прочностные нагрузки, выполняется из низколегированной углеродистой стали, а внутренний (плакирующий) слой, который воспринимает на себя всю коррозионную и эрозионную нагрузку от воздействия нефтехимического продукта, – из нержавеющей стали небольшой толщины (от 0,7 до 6,0 мм).

В связи с уменьшением запасов нефти остро встал вопрос о ее более глубокой переработке. Это возможно при повышении параметров проведения технологических процессов (температуры, давления), что приводит к увеличению коррозионной активности сред. Резко возросли объемы переработки нефти с повышенным содержанием сероводорода и минеральных солей, а также газоконденсатов с повышенным содержанием коррозионно-активных компонентов. Все это, а также неизбежное старение производственного оборудования и экономические факторы, препятствующие его замене, создают условия, при которых понижается уровень надежности и безопасной эксплуатации оборудования и, как следствие, повышается вероятность аварий.

Растрескивание металла – опаснейший вид коррозии нефтяного оборудования, тем более что разрушение металла происходит внезапно и носит ярко выраженный локальный характер. Весьма сложно предугадать возможность и место возникновения этого вида коррозии и принять меры, чтобы предотвратить разрушение и связанные с ним опасные последствия.

Растрескивание происходит в том случае, если в металле имеются твердые включения, зоны напряженности, участки повышенной прочности и твердости. По этой причине все устремления металлургов имеют одно направление: не создавать в металле зон напряженности.

Зоны максимальной напряженности и высокой твердости – места образования мартенсита. Чаще всего они образуются именно в сварных соединениях из-за нарушений режимов сварки и термообработки.

Влияние мартенсита проявляется в усилении склонности к растрескиванию при относительно малой нагрузке.

Сварное соединение могло благополучно работать в сероводородосодержащих средах долгие годы. Таким образом, нормативная документация исходила из требований физики металлов.

Однако согласно ГОСТ Р52630-2006 отменяется необходимость выполнения термообработки по признаку коррозионной агрессивности перерабатываемой среды: т.е. какой бы коррозионно агрессивной рабочей среда ни была, производить термообработку сварных соединений двухслойных сталей не требуется. Также данное требование отсутствует в ПБ 03-584-03.

Гарантированно определить наличие мартенсита в переходном слое сварного шва можно только путем обеспечения эффективного металлографического контроля образцов-свидетелей каждого сварного соединения, выполненного автоматической сваркой. Однако если идентичность образцов-свидетелей продольных сварных соединений можно гарантировать, поскольку каждый образец-свидетель при выполнении автоматической сварки является продолжением шва свариваемого изделия, то при выполнении автоматической сварки кольцевых сварных соединений образец-свидетель не может быть сварен заодно со сварным швом свариваемого изделия, и поэтому идентичность его не гарантируется. Контроль же по твердости на наличие мартенсита малоэффективен, т.к. сварному шву плакирующего слоя принято придавать товарный вид, накладывая на него облицовочный валик. Особенно этот валик стремятся выполнить в тех случаях, когда предыдущий валик (или слой шва) выполнен небрежно или с нарушением режима. Контроль твердости только переходного слоя после его выполнения также не представляется воз-

возможным, т.к. требует невысокой температуры замеряемой поверхности (от  $+5^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ ), а это будет приводить к значительным перерывам в работе при сварке конкретного аппарата. Таким образом, реального надежного способа контроля металла переходного слоя на наличие мартенсита нет. Выявить трещины, возникающие в процессе эксплуатации под воздействием влажного сероводорода, возможно только с помощью АЭ-контроля. Но охватить каждую единицу оборудования АЭ-мониторингом – это очень дорогое «удовольствие». Значительно дешевле обойдется изготовление ее из нержавеющей стали аустенитного класса безо всяких последующих мониторингов.

Применение двухслойных сталей для изготовления аппаратов нефтехимического производства, эксплуатирующихся в сероводородосодержащих средах, возможно при выполнении следующих условий, направленных на предотвращение образования мартенсита в переходном слое его сварных соединений:

- повышенные требования к соблюдению технологии сварки: недопущение высокого тепловложения в сварочную ванну;
- достаточный уровень и объем выполнения контрольных операций после сварки: недопущение мартенсита сварных соединений;
- обеспечение необходимых требований эксплуатации аппаратов из биметаллов: снижение содержания сероводорода и влаги в рабочей среде;
- высокий уровень технического контроля состояния основного металла и сварных швов при эксплуатации аппаратов из биметаллов.

При этом для справки необходимо отметить, что в условиях аналогичных нефтехимических производств в течение многих лет для хранения пропана безаварийно эксплуатируются такие же по объему емкости, изготовленные из нержавеющей стали аустенитного класса. И никаких вышеперечисленных дополнительных видов и объемов контроля при изготовлении и эксплуатации для них не применялось.

Итак, чтобы в полной мере убедиться в экономической целесообразности и достаточности уровня надежности и безопасности применения двухслойной стали при изготовлении нефтехимического оборудования для последующей эксплуатации в сероводородосодержащих средах, необходимо суммировать затраты на все вышеуказанные виды контроля при его изготовлении и эксплуатации, учесть уровень гарантии безопасности при эксплуатации оборудования из этой стали и сравнить с экономическим выигрышем по стоимости металла, полученным от отказа применения нержавеющей стали. Однозначно можно утверждать, что экономический выигрыш будет далеко не в пользу биметалла.

### Библиографический список

1. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» № 116-ФЗ от 27.07.97г.
2. Приказ Ростехнадзора №538 «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности», 14.11.2013 г.
3. ГОСТ Р 52630-2006. Сосуды и аппараты сварные. Общие технические условия.
4. ПБ 03-584-03. Правила проектирования, изготовления сосудов и аппаратов стальных сварных.