

Комплекс нормативных документов по применению деталей из титановых сплавов в арматуростроении

С.Н. Дунаевский, Е.С. Семенова, ЗАО «НПФ «ЦКБА»

Титановые сплавы получают все большее применение. Арматура из титановых сплавов пригодна для работы в коррозионных средах, при низких и повышенных температурах. Титан имеет плотность $\rho = 4,5 \text{ г/см}^3$, стоек в атмосферных условиях, в пресной и морской воде, в горячих минеральных маслах, в щелочах калия и натрия, пищевых продуктах, в ряде кислот и в других средах. Титан является хорошим коррозионностойким материалом для работы в сильно агрессивных средах в присутствии следов окислителей. Титан имеет низкие антифрикционные свойства и склонность к задиранию при трении скольжения, поэтому рабочие поверхности, работающие на трение, должны подвергаться соответствующей обработке или наплавке.

Благодаря высокой удельной прочности, коррозионной стойкости в морской воде и других агрессивных средах, хладостойкости, хорошей свариваемости, усталостной прочности при высоких температурах, малому коэффициенту линейного расширения конструкции из титановых сплавов могут работать в любых природных условиях без ограничения ресурса.

Арматура из титановых сплавов пригодна для работы при низких и повышенных температурах, она обычно выполняется сварной, сварка производится в среде инертного газа – аргона, гелия или их смеси, под слоем специального бескислородного флюса. Из титановых сплавов изготавливаются также силфоны.

Специфический комплекс свойств выдвигает титан и его сплавы в разряд перспективных материалов для создания трубопроводной арматуры с высокими техническими показателями, характеристиками долговечности и надежности, удовлетворяющими требованиям по охране окружающей среды.

Целесообразно использование титана взамен традиционных материалов для повышения надежности и экономичности АЭС, оборудования для нефтеперерабатывающей и нефтедобывающей промышленности.

За последние годы ЗАО «НПФ «ЦКБА» разработаны следующие стандарты на титановые сплавы:

СТ ЦКБА 018-2007 «Арматура трубопроводная. Термическая обработка заготовок (деталей) из титана и титановых сплавов. Типовой технологический процесс»;

СТ ЦКБА 045-2009 «Арматура трубопроводная. Сварка и наплавка деталей из титановых сплавов. Технические требования и контроль качества»;



Елена Сергеевна Семенова



Семен Наумович Дунаевский

СТ ЦКБА 051-2008 «Арматура трубопроводная. Отливки из цветных сплавов. Технические требования»;

СТ ЦКБА 084-2010 «Элементы трубопроводов. Детали и сборочные единицы из титановых сплавов для трубопроводов атомных станций. Общие технические условия»;

СТ ЦКБА 085-2010 «Элементы трубопроводов. Детали и сборочные единицы из титановых сплавов для трубопроводов атомных станций. Типы и размеры».

Последние два стандарта распространяются на детали и сборочные единицы из титановых сплавов, предназначенные для трубопроводов, эксплуатируемых в системах, важных для безопасности атомных станций, а также во вспомогательных системах нормальной эксплуатации с давлением среды $P \leq 2,2 \text{ МПа}$ (22 кгс/см^2) второго и третьего классов безопасности атомных станций по классификации ОПБ-88/97 НП-001-97 (ПНАЭ Г-01-011-97) групп В и С по ПНАЭ Г-7-008.

Стандарт СТ ЦКБА 018-2007 устанавливает режимы и основные технологические требования к термической обработке заготовок (деталей) трубопроводной арматуры из титана и его сплавов марок: ВТ1-00, ВТ1-0, ОТ4, ОТ4-0, ПТ-3В, ВТ5-1 (α -сплавы) по ГОСТ 19807; 3М, 5В (α -сплавы) по ОСТ 192077 и ВТ 16 ($\alpha + \beta$ сплав) по ТУ 1825-582-07510017.

Необходимость проведения термической обработки и ее режимы определяются конкретными условиями изготовления и эксплуатации арматуры и должны оговариваться в конструкторской документации.

В соответствии с требованиями стандарта и конструкторской документации изготовителям арматуры следует разрабатывать производственно-технологическую документацию (ПТД) на термическую обработку конкретных деталей применительно к имеющемуся оборудованию. Для заготовок (деталей) арматуры атомных станций ПТД на термическую обработку следует разрабатывать в соответствии с требованиями настоящего стандарта и ПНАЭГ-7-008 (Правил АЭУ).

Для титановых α -сплавов применяется два вида термической обработки: полный отжиг и неполный отжиг.

Полный отжиг проводится с целью завершения формирования структуры сплавов в результате процесса рекристаллизации, выравнивания структурной неоднородности, механических свойств сплавов, а также снятия внутренних напряжений.

Полный отжиг состоит из нагрева до температуры выше температуры начала рекристаллизации, но ниже

температуры полиморфного превращения, выдержки при указанной температуре и последующего охлаждения на спокойном воздухе. Заготовки (полуфабрикаты) и детали из титана и его сплавов следует подвергать полному отжигу, в следующих случаях:

- полуфабрикаты не подвергались термообработке на предприятии-изготовителе;
- заготовки (детали) после горячей гибки и штамповки.

Неполный отжиг производится для снятия внутренних напряжений, образовавшихся в процессе механической обработки: правки, шлифовки и т.д. при температуре ниже температуры рекристаллизации.

Неполному отжигу следует подвергать заготовки (детали) при наличии указаний в технологической документации.

В стандарте приведены рекомендуемые параметры термической обработки (температура, время выдержки, скорость охлаждения), общие технологические указания по термообработке (в том числе время прогрева заготовок до заданной температуры отжига), а также требования по контролю термической обработки. В стандарте даны требования по оформлению конструкторской и технологической документации в части термической обработки и приведены примеры записей требований в чертежах деталей.

Стандарт СТ ЦКБА 045-2009 распространяется на ручную аргонодуговую сварку неплавящимся вольфрамовым электродом деталей трубопроводной арматуры из титана и титановых сплавов, а также на наплавку их окисленным титановым сплавом марки ПТ-7М; электронно-лучевую сварку; сварку по узкому (шелевому) зазору, автоматическую сварку по отработанной технологии предприятия-изготовителя арматуры.

Стандарт разработан с учетом требований ПБ 03-576-03, ПБ 03-585-03, ПБ 10-574-03, ПБ 10-573-03, ПБ 03-273-99, РД 03-613-03, РД 03-614-03, РД 03-615-03.

Стандарт устанавливает требования к условиям выполнения сварки и наплавки, сварочному оборудованию, требования к подготовке кромок под сварку, сборке, сварке и термической обработке сварных соединений и наплавленных, а также устанавливает методы, объем контроля и нормы оценки качества сварных соединений и наплавки.

В стандарте установлены требования к производственным помещениям, предназначенным для сварки титановых сплавов, сварочным материалам, проверке качества газовой защиты, к основному оборудованию и инструменту, необходимому при сварке, а также к квалификации сварщиков, инженерно-технических работников и контролеров.

Разработанным стандартом необходимо руководствоваться технологам при разработке технологических процессов (карт), производственным мастерам и рабочим при выполнении сварных соединений и наплавки, а также работникам отдела технического контроля при соблюдении технологии сварки и выполнении требований к сварным соединениям.

В стандарте также приведены рекомендации по исправлению дефектов сварных швов и наплавленного металла.

СТ ЦКБА 051-2008 распространяется на отливки из цветных сплавов и устанавливает требования к проектированию, изготовлению и поставке отливок из бронзы,

латуни, алюминиевых и титановых сплавов для трубопроводной арматуры и приводных устройств к ней. Стандарт устанавливает требования к качеству отливок, методам контроля, испытаний и правилам приемки.

Марки титановых сплавов, предусмотренные в стандарте, — ТЛ 3, ТЛ 5 по ОСТ 5.9071-79 «Отливки фасонные из сплавов марок ТЛ. Общие технические условия».

Стандарт СТ ЦКБА 084-2010 устанавливает требования к деталям и сборочным единицам из титановых сплавов, в том числе поставляемых на экспорт, по следующей номенклатуре:

- трубы прямые и гнутые, отводы крутоизогнутые;
- колена, тройники и коллекторы с вытянутыми горловинами;
- диафрагмы, сопла и патрубки измерительных устройств;
- дросселирующие устройства ограничители течи;
- выпуклые и плоские днища, заглушки;
- конические переходные участки, бобышки;
- штуцеры, фланцы, шпильки, болты, гайки;
- колена, патрубки, переходы;
- компенсаторы штампосварные, тройники сварные и штампосварные;
- встроенные сужающие устройства (ВСУ);
- другие изделия, изготовленные из цельных заготовок без применения сборочных операций; а также сваренные из одного куска листового материала (цилиндрические обечайки, конические переходы и др.), а также изделия, состоящие из деталей и сборочных единиц (трубопроводные блоки), которые подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе с помощью сварки.

Стандарт СТ ЦКБА 085-2010 распространяется на детали и сборочные единицы их титановых сплавов, предназначенные для трубопроводов, эксплуатируемых в системах, важных для безопасности атомных станций, а также во вспомогательных системах нормальной эксплуатации второго, третьего и четвертого классов безопасности атомных станций по классификации ОПБ-88/97 НП-001-97 (ПНАЭ Г-01-011-97), групп В и С по ПНАЭ Г-7-008.

Стандарт устанавливает требования к деталям и сборочным единицам, в том числе поставляемым на экспорт.

Стандарт устанавливает типы и размеры фланцев, отводов, переходов и тройников из титановых сплавов и порядок заказа этих элементов. Приведены рисунки с размерами 10-ти типов фланцев, 4-х типов отводов (гнутые и сварные), 3-х типов переходов и 3-х типов тройников. В стандарте даны примеры условного обозначения при заказе элементов.

Стандарты рекомендуется применять предприятиями и организациями при:

- изготовлении деталей и сборочных единиц;
- разработке проектной документации на трубопроводы и конструкторскую документацию на детали и сборочные единицы;
- выполнении монтажа и эксплуатации трубопроводов.

Применение стандартов при изготовлении деталей и сборочных единиц, предназначенных для трубопроводов, не указанных в области распространения, должно указываться в проектной документации разработчиком трубопровода по согласованию с предприятием-изготовителем.