

Комплекс нормативных документов по применению материалов в арматуростроении

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

В системе стандартизации в области трубопроводной арматуры особое место занимает комплекс нормативных документов по материалам, применяемым в арматуростроении.

От правильного выбора материалов основных деталей арматуры зависит надежная и безопасная эксплуатация арматуры в течение срока службы, указанного в ТУ и эксплуатационной документации. Основные требования к выбору материалов сформулированы в проектах **технического регламента «О безопасности трубопроводной арматуры»** и **национального стандарта «Арматура трубопроводная. Общие требования безопасности»**.

При проектировании арматуры необходимо учитывать основные характеристики материала:

- механические характеристики (в т.ч. ударная вязкость, критическая температура хрупкости);
- коррозионная и эрозионная стойкость;
- характеристики структуры в соответствии с НД;
- свариваемость (углеродный эквивалент);
- технологичность.

При выборе материалов для основных деталей арматуры должны учитываться:

- заданные условия эксплуатации:
 - а) давление рабочее;
 - б) температура стенки (минимальная отрицательная и максимальная расчетная);
 - в) химический состав и свойства рабочей среды (коррозионность, степень опасности — токсичность, взрыво- и пожароопасность, наличие примесей, приводящих к эрозионному износу);
 - г) для жидкой среды — сочетание параметров (давления, температуры и скорости потока), приводящее к кавитационному разрушению.
- свойства материала для требуемых условий эксплуатации и испытаний:
 - а) пластичность, прочность и плотность;
 - б) химическая стойкость к рабочей среде;
 - в) взаимное химическое воздействие при соприкосновении деталей из различных материалов.



Елена Сергеевна Семенова



Семен Наумович Дунаевский

Материал деталей арматуры, находящихся под давлением и соприкасающихся с рабочей средой, для обеспечения допустимых запасов прочности в пределах принятых показателей долговечности и назначенных показателей должен выбираться с учетом скорости коррозии (эрозии) в соответствии с ГОСТ 9.908.

Уплотнительные материалы для подвижных и неподвижных соединений должны быть устойчивы к рабочим средам и внешним воздействиям окружающей среды (климатическим, огневым и др.).

При выборе материалов для различных деталей арматуры необходимо ориентироваться на апробированные и разрешенные надзорными органами материалы, которые приведены в целом ряде нормативных документов различного уровня. Прежде всего, это документы Ростехнадзора: ПБ 10-573 «Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды», ПБ 03-585 «Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов».

Учитывая, что в конструкции любого вида и типа трубопроводной арматуры имеются детали с различным функциональным назначением, которое обеспечивается применением соответствующих материалов, в системе нормативной документации трубопроводной арматуры имеются более двух десятков стандартов, устанавливающих требования к материалам, которые можно разделить на группы:

- основные стандарты, устанавливающие общие требования к выбору и параметры применения материалов;
- стандарты на заготовки, устанавливающие требования к отливкам, поковкам, штамповкам, прокату;
- стандарты на термическую обработку различных групп металлов;
- стандарты на сварку и наплавку деталей арматуры;
- стандарты на объемы и методы контроля заготовок для арматуры отдельных отраслей;
- стандарты на титановые сплавы.

К первой (основной) группе относятся:

Стандарт СТ ЦКБА 005, который состоит из трех частей:

- 1-я часть — СТ ЦКБА 005.1-2003 «Арматура трубопроводная. Металлы, применяемые в арматуростроении. Основные требования к выбору материалов»;

- 2-я часть – СТ ЦКБА 005.2-2004 «Арматура трубопроводная. Металлы, применяемые в арматуростроении. Справочные данные о свойствах материалов»;
- 3-я часть – СТ ЦКБА 005.3-2009 «Арматура трубопроводная. Металлы, применяемые в арматуростроении. Зарубежные материалы и их отечественные аналоги».

1 часть этого документа, как наиболее важная и нормативная, согласована Ростехнадзором, а также институтами «НИИХИММАШ», «ВНИИГАЗ», «ВНИИНЕФТЕМАШ». Она содержит:

- требования к выбору материала основных деталей арматуры в зависимости от условий эксплуатации;
- режимы и основные технологические требования по термической обработке и окислению заготовок и деталей;
- перечни марок чугунов и сталей для литых корпусов, крышек, дисков, и деталей узла затвора;
- перечни металлов для корпусов, крышек, фланцев и узлов затвора, изготавливаемых из проката, поковок и штамповок;
- перечни металлов для шпинделей, штоков, направляющих и резьбовых втулок, пружин, шайб и прокладок.

Стандарт устанавливает порядок выбора конструктивных материалов с учетом таких параметров эксплуатации, как рабочее давление; температура стенки (минимальная отрицательная и максимальная расчетная); химический состав и свойства рабочей среды (агрессивность, взрывобезопасность, наличие примесей, приводящих к эрозионному износу).

Для жидких сред учитывается сочетание параметров (давление, температура, скорость потока), которые могут привести к кавитационному износу.

Для каждой марки материала даны диапазоны рекомендуемых рабочих давлений, температур рабочей и окружающей среды.

Приведены также рекомендации по выбору и применению сталей для деталей арматуры и пневмоприводов, не работающих под давлением и не подлежащих сварке, а также для деталей электроприводов, предназначенных для эксплуатации в условиях низких температур.

Во второй части стандарта приведен большой объем справочных данных о химическом составе, механических, физических и технологических свойствах более 160 марок материалов, рекомендованных для применения в арматуростроении. Механические и физические свойства приведены при нормальной и высоких температурах (кратковременные и длительные). Ударная вязкость дана при нормальной и отрицательных температурах. Для отдельных сталей и сплавов приведены гарантированные значения характеристик, средние значения модуля нормальной упругости и коэффициента линейного расширения при высоких температурах, которые учитываются в прочностных расчетах арматуры. Характеристики материалов приведены из справочников, а также из научно-исследовательских

отчетов ряда организаций (НПФ «ЦКБА», ЦНИИ КМ «Прометей», ЦНИИТМАШ, ЦКТИ, НИИХИММАШ, ВНИИНЕФТЕМАШ, и др.).

В третьей части стандарта приведены зарубежные аналоги отечественных стандартных сталей, сплавов, чугунов. Приведены материалы по стандартам Германии (DIN), США (AISI, ASTM, UNS), Франции (AFNOR), Великобритании (BS), Японии (JIS), Чехии (CSN) и Польши (PN), а также аналоги сталей, содержащихся в широко известном стандарте API 6D. Аналоги подобраны по химическому составу сталей и сплавов, а для чугунов (марок СЧ, ВЧ, КЧ) – по механическим характеристикам. Этот материал будет полезен при проведении экспертизы промышленной безопасности импортной трубопроводной арматуры, сертификации, для проектирования и поставки арматуры взамен закупаемой по импорту, а также при проведении ремонта импортной арматуры.

ГОСТ 356 «Арматура и детали трубопроводов. Давления пробные, условные и рабочие. Ряды». В стандарте установлены параметрические ряды рабочих давлений в зависимости от температуры рабочей среды, при которой происходит длительная эксплуатация изделия, без учета кратковременных отклонений, допускаемых соответствующими нормативными документами. В стандарте приведены таблицы параметрических рядов для чугунов, углеродистых, легированных (хромомолибденовых, хромомолибденованадиевых, хромотитановых и др.), высоколегированных сталей, титановых и медных сплавов.

В развитие основного материаловедческого стандарта разработаны другие стандарты, определяющие требования, объем испытаний, критерии приемки отливок, поковок, штамповок, а также требования для отдельных узлов и деталей арматуры (крепежные детали, уплотнительные материалы, наплавки, сальниковые узлы, пружины, и др.) или для специальных условий применения. Вот краткий перечень этих нормативных документов:

- **стандарты на заготовки, устанавливающие требования к отливкам, поковкам, штамповкам, прокату:**
 - СТ ЦКБА 010-2004 «Арматура трубопроводная. Поковки, штамповки и заготовки из проката. Технические требования»;
 - СТ ЦКБА 014-2004 «Арматура трубопроводная. Отливки стальные. Общие технические условия»;
 - СТ ЦКБА 050-2008 «Арматура трубопроводная. Отливки из чугуна. Технические требования»;
 - СТ ЦКБА 051-2008 «Арматура трубопроводная. Отливки из цветных сплавов. Технические требования».
- **стандарты по выбору конструктивных материалов для арматуры, работающей в различных коррозионно-активных средах:**
 - СТ ЦКБА 052-2008 «Арматура трубопроводная. Требования к материалам арматуры, применяемой для сероводородсодержащих сред»;

- СТ ЦКБА 054-2008 «Арматура трубопроводная. Конструкционные материалы для деталей трубопроводной арматуры, работающей в коррозионно-активных средах. Технические требования»;
- СТ ЦКБА 056-2008 «Арматура трубопроводная. Виды и марки пластических масс, применяемых в арматуростроении».

Для достижения определенных механических свойств важно правильно назначить виды и режимы термической обработки. В комплекс стандартов входят соответствующие нормативные документы, определяющие типовые технологические процессы термической обработки заготовок, деталей и сварных сборок из различных металлов:

• **Стандарты на термическую обработку различных групп металлов:**

- СТ ЦКБА 016-2005 «Арматура трубопроводная. Термическая обработка деталей, заготовок и сварных сборок из высоколегированных сталей, коррозионностойких и жаропрочных сплавов»;
- СТ ЦКБА 026-2005 «Арматура трубопроводная. Термическая обработка заготовок из углеродистых и легированных конструкционных сталей. Типовой технологический процесс»;
- СТ ЦКБА 027-2006 «Арматура трубопроводная. Термическая обработка деталей из цветных сплавов на основе меди и никеля. Типовой технологический процесс».

• **Стандарты на сварку и наплавку деталей арматуры:**

- СТ ЦКБА 025-2006 «Арматура трубопроводная. Сварка и контроль качества сварных соединений. Технические требования»;
- СТ ЦКБА 053-2008 «Арматура трубопроводная. Наплавка и контроль качества наплавленных поверхностей. Технические требования»;
- СТ ЦКБА 089 «Арматура трубопроводная. Заварка дефектов отливок» (проект).

• **Стандарты на объемы и методы контроля заготовок для арматуры отдельных отраслей:**

- СТ ЦКБА 015 «Арматура трубопроводная. Программа контроля арматуры для АЭС»;
- СТ ЦКБА 088 «Программа контроля арматуры, применяемой для сероводородсодержащих сред» (проект).

• **Стандарты на титановые сплавы:**

- СТ ЦКБА 018-2007 «Арматура трубопроводная. Термическая обработка заготовок (деталей) из титана и титановых сплавов. Типовой технологический процесс»;
- 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 $P \leq 2,2$ МПа (22 кгс/см²) второго и третьего классов безопасности атомных станций по классификации НП-001 (ПНАЭ Г-01-011) групп В и С по ПНАЭ Г-7-008.



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, штуцеры, переходы;
- компенсаторы штампованные, тройники сварные и штампованные;
- 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 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 конструкторской документации 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.

* * * * *

Перечни материалов, приведенные во всех материаловедческих стандартах, не являются закрытыми. Условиями для включения в стандарты ЦКБА других марок материалов, а также для расширения параметров применения для материалов, указанных в этих стандартах, являются проведение специальных исследований и испытаний, положительное заключение специализированной материаловедческой организации в соответствующей отрасли. Для получения заключения должны быть представлены данные о химическом составе, механических, физических и технологических свойствах материала. Заводами-изготовителями или соответствующими специализированными организациями должна быть подтверждена возможность изготовления трубопроводной арматуры из новой марки стали с соблюдением установленного уровня свойств.

В технически обоснованных случаях применение материалов в арматуре, не предназначенной для использования на опасных производственных объектах, допускается по заключению НПФ «ЦКБА». После проведения

целого ряда исследований и испытаний в 2008-2009 годах стандарт СТ ЦКБА 005 дополнен марками стали 02Х25Н22АМ2, 03Х17Н14МЗЛ, 03Х18Н3АГ5Л, уточнены требования к отливкам 20ГМЛ.

* * * * *

При выборе материала деталей арматуры должна учитываться степень опасности рабочей среды (транспортируемых веществ) по классификации рабочих сред по документам Ростехнадзора. При этом для деталей арматуры рекомендуется применять материалы, скорость коррозии которых составляет:

- для металла корпусных деталей – не более 0,5 мм/год; или более 0,5 мм/год – по рекомендациям специализированных научно-исследовательских организаций;
- для металлов и сплавов деталей с механически обработанными направляющими поверхностями – менее 0,05 мм/год.

Срок службы арматуры устанавливается в стандартах или ТУ на конкретную продукцию, с учетом скорости коррозии материалов.

Помимо технических требований к материалам все большее значение приобретают экономические требования. Проектировщику и изготовителю арматуры приходится эти вопросы также учитывать, так как стоимость металла иногда составляет до половины себестоимости арматуры. Экономия на стоимости материалов и применяемые при этом конструктивные и технологические решения не должны снижать надежность и безопасность арматуры. Все чаще используются футерованные детали и узлы, при которых «основа» изготавливается из недорогого материала, а «футеровка» – из материалов, стойких к агрессивным рабочим средам и другим условиям эксплуатации. Применение физических или химических методов осаждения паров металлов, а также электрохимических, химических, анодных и диффузионных покрытий хорошо известно и стандартизовано, в том числе и для трубопроводной арматуры (СТ ЦКБА 042-2008). Применяются и новые методы, так называемого «модифицирования» поверхности металла, – плазменное напыление порошкообразными материалами, которые резко повышают коррозионную стойкость и износостойкость материалов. Такие методы для трубопроводной арматуры еще нуждаются в нормативном оформлении.

* * * * *

Комплекс стандартов на материалы, применяемые в арматуростроении, постоянно дополняется и совершенствуется. В своей работе ЦКБА учитывает предложения специалистов ведущих изготовителей трубопроводной арматуры – «Пезтяжпромарматура», «Тяжпромарматура» (г. Алексин), «Сплав» (В. Новгород), «Благовещенский арматурный завод» и других. Все наши работы в этой области осуществляются с учетом научной поддержки ЦНИИ КМ «Прометей», ЦНИИТМАШ, ВНИИНЕФТЕМАШ и других материаловедческих институтов.