

ПРИМЕНЕНИЕ ВИХРЕТОКОВОГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ОБОРУДОВАНИЯ ИЗ КРИОГЕННЫХ СТАЛЕЙ

©2022г. Владимир Анатольевич Захаров^{1*}, К.В.Захаров^{2**}

¹РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 119991, Москва, Ленинский пр-т, д. 65

²ИСМАН имени А.Г.Мержанова РАН, 142432, Черноголовка, ул. Академика Осипьяна, 8

* - v.a.zaharov@inbox.ru

** - zakharov@ism.ac.ru

Криогенная сталь - сталь, предназначенная для работы при температурах ниже минус 70 °С до минус 269 °С [1]. В зависимости от химического состава и диапазона рабочих температур согласно ГОСТ Р 58915 криогенные стали подразделяют на:

- стали легированные специальные (экономнолегированные никелем) марок 0Н6Б, 0Н9, 0Н9Б;

- стали нержавеющие аустенитного класса, имеющие структуру аустенита:

а) хромоникелевые стали марок 08Х18Н10Т и 12Х18Н10Т;

б) хромомарганцевые стали марки 10Х14Г14Н4Т;

в) сложнолегированные стали повышенной прочности марок: 03Х17Н14М3, 03Х20Н16АГ6, 07Х21Г7АН5.

Техническими условиями на указанный стандарт предусматривается, что остаточная магнитная индукция листов в состоянии поставки не должна превышать 0,005 Тл, а стали марок 03Х17Н14М3, 03Х20Н16АГ6, 07Х21Г7АН5, 08Х18Н10Т, 10Х14Г14Н4Т и 12Х18Н10Т следует контролировать на содержание ферритной фазы.

В качестве материалов для оборудования сжиженного природного газа при температуре -163°С авторами работы [2] рекомендуется использовать стали с содержанием 5–9% (по массе) никеля (хромоникелевые и хромомарганцевые стали). При этом, для обеспечения надежности, долговечности и безопасной эксплуатации технических устройств важнейшими критериями являются стабильность фазового состава, ударная вязкость при рабочих температурах, технологичность в процессе производства оборудования.

По требованиям ASME B31.3 для материалов из аустенитных нержавеющих сталей (AISI типа 304, 316) указывается, что регистрационные записи сварочных процедур должны включать измерения ферритной фазы, содержание феррита должно находиться в диапазоне 3-15 FA.

Таким образом, для правильного выбора материального исполнения, выбора и коррекции технологических процессов изготовления криогенного оборудования,

вызывающих изменения структуры аустенитных нержавеющей сталей (в том числе фазового состава), требуется соответствующее конструкторско-технологическое обеспечение на всех этапах технологической цепочки: от исходных элементов к узлам и готовому изделию.

Исследования, выполненные в ИФМ УрО РАН, показали возможность использования российских ферритометров как для контроля фазы феррита, так и для определения ферритного числа на изделиях из аустенитных и аустенитно-ферритных сталей [3].

Объектом исследования выбран змеевик из хромоникелевой аустенитной стали, предназначенный для замены иностранного аналога в составе установки подготовки и сжижения попутного нефтяного газа. Обследование объекта включало анализ технической и эксплуатационной документации, визуально-измерительный контроль и идентификацию, особое внимание уделялось вихретоковому контролю ферритной фазы сварных соединений. Установлено, что в процессе изготовления и при эксплуатации необходим контроль над изменениями структуры и фазового состава металла, поскольку они могут претерпевать заметные изменения под воздействием различных триботехнических факторов, соблюдение и контроль заданного содержания ферритной фазы может обеспечить требуемый уровень технологических и эксплуатационных свойств оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 58915-2020. Прокат толстолистовой из криогенных сталей. Технические условия.
2. Вознесенская Н. М., Тоньшева О. А., Елисеев Э. А.. Современные конструкционные стали криогенного назначения и влияние некоторых легирующих элементов на их свойства (обзор) // Труды ВИАМ, 2020, №1 (85).
3. Ригмант М.Б., Ничипурук А.П., Худяков Б.А., Пономарев В.С., Терещенко Н.А., Корх М.К. Приборы для магнитного фазового анализа изделий из аустенитных коррозионно-стойких сталей // Дефектоскопия, 2005, № 11, с. 3—14.