Особенности диагностирования сварных соединений сталей типа 15Х5М, 12Х2М1, заваренных однородными со сталью электродами. Основные причины повышения твердости сварных соединений.

Стародубцев Алексей Егорович/ Starodubcev Aleksej Egorovich – генеральный директор ООО «ЦДКНХО», г.Москва;
Арчаков Сергей Викторович/ Archakov Sergej Viktorovich – директор, г.Москва.

Ключевые слова: экспертиза промышленной безопасности, техническое диагностирование, хромомолибденовые стали, разрушение, повышенная твердость, эксплуатация, нефтехимия, нефтепереработка.

Keywords: examination of industrial safety, technical diagnosing, hromomolibdenovy became, destruction, the increased hardness, operation, petrochemistry, oil processing.

Износ оборудования ТЭК составляет 60 – 80 %. Поэтому надежность работы данного оборудования выходит на первый план в вопросе промышленной безопасности предприятия. Основой для продления остаточного ресурса данного оборудования служит грамотно проведенная экспертиза промышленной безопасности технологического оборудования, зданий и сооружений. В настоящий момент существуют различные методики и нормативы по проведению диагностирования. Остановимся на частных случаях диагностирования технологического оборудования. А именно рассмотрим подход к диагностированию сварных соединений технологического оборудования из хромомолибденовых теплоустойчивых сталей типа 15Х5М, 12Х2М1, заваренных однородными со сталью электродами. Сварка технологического оборудования нефтеперерабатывающих и нефтехимических установок, изготовленных из хромомолибденовых теплоустойчивых сталей типа 15Х5М и 12Х2М1, электродами одинакового состава со сталью, производится только при строгом соблюдением специальных термических условий: предварительным и сопутствующим подогревом и термической обработкой сварных соединений, выполняемой непосредственно после сварки на строго определённых режимах [1], [2].

При проведении технического диагностирования оборудования нефтеперерабатывающих и нефтехимических установок, изготовленных из хромомолибденовых теплоустойчивых сталей типа 15Х5М и 12Х2М1, электродами одинакового состава со сталью, одним из видов неразрушающего контроля является замер твердости основного металла и металла сварных соединений. Верхние предельные значения твёрдости для сталей 15Х5М, 12Х2М1 не должна превышать 240 ед. НВ, для сварных соединений не должна превышать 270 ед. НВ [3].

В этой статье рассмотрим основные причины повышения твердости сварных соединений технологического оборудования из хромомолибденовых теплоустойчивых сталей типа 15Х5М, 12Х2М1, заваренных однородными со сталью электродами.

Повышение твёрдости сварных соединений сталей 15Х5М и 12Х2М1 (т.е. подверженных в процессе изготовления элементов оборудования закалке с отпуском или нормализации с отпуском) в процессе выдержки этих соединений при обычной или повышенной (при эксплуатации) температуре является следствием образования неблагоприятной структуры на уровне кристаллической решётки из-за случайных нарушений термического режима цикла «прихватка – сварка – термическая обработка» при температуре наименьшей устойчивости аустенита.

Такая структура является термодинамически неустойчивой и с течением времени должна приходить в более равновесное состояние.

Время приведения системы в равновесное состояние зависит от температуры. При температуре ниже +5оС такая система с течением времени находится практически без изменения, т.е. имеет термодинамическую неустойчивость. При более высокой температуре структура постепенно повышает свою термодинамическую устойчивость.

Внешним проявлением этого процесса является изменение твёрдости.

При определённых температурных условиях твёрдость сварных соединений в процессе выдержки будет сохраняться сколь угодно долго, а при других условиях, например при эксплуатационном нагреве трубных элементов, твёрдость в первый период будет даже повышаться, после чего начинает снижаться или оставаться на одном уровне (в зависимости от температуры).

Это приведение системы в равновесное состояние может сопровождаться увеличением прочностных (твердость) и уменьшением пластических свойств сварных соединений вплоть до появления трещин.

Степень неравновесности структуры является величиной случайной, обусловленной произвольными нарушениями термического режима (небольшой сквозняк, плохо закрыты торцы труб при сварке и термообработке, малый слой теплоизоляции, малая площадь теплоизоляции поверхности, низкая температура термообработки, недостаточное время выдержки при термообработке и т.д.).

По этой причине, когда сокращено время ремонта или необходимо продлить срок эксплуатации элементов технологического оборудования до его полной замены, можно прибегнуть к некоторым техническим решениям по уменьшению твердости на выявленных участках сварных соединений технологического оборудования из хромомолибденовых теплоустойчивых сталей типа 15Х5М, 12Х2М1, заваренных однородными со сталью электродами без переварки всего стыка.

Выводы и рекомендации:

При проведении технического освидетельствования (ревизии), техническом диагностировании и экспертизы промышленной безопасности, с определением срока дальнейшей безопасной эксплуатации технологического оборудования из хромомолибденовых теплоустойчивых сталей типа 15Х5М и 12Х2М1, заваренных однородными со сталью электродами, необходимо одним из обязательных видов неразрушающего контроля применять контроль замера твердости. Это позволит при проведении неразрушающего контроля процессе технического диагностирования в полной мере оценить техническое состояния обследуемого технического устройства.

Список литературы

1. В.Н.Земзин, Р.З.Шрон. Термическая обработка и свойства сварных соединений. Л., Машиностроение, 1978.
2. Л.С.Лившиц, А.Н.Хакимов. Металловедение сварки и термическая обработка сварных соединений. М, Машиностроение, 1989.
3. Трубчатые печи, резервуары, сосуды и аппараты нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств. Требования к техническому надзору, ревизии и отбраковке. СТО-СА-03-004-2009 / ассоциация «Ростехэкспертиза»; ОАО «ВНИКТинефтехимобору-дование». – Волгоград: Изд-во ВГПУ «Перемена», 2010. – 156с.