

УДК 620.179.14

ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ТЕРМООБРАБОТКИ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ОСНОВНОГО МЕТАЛЛА ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Завсеголов Антон Андреевич, аспирант, I курс
Научный руководитель: Абабков Н. В., к.т.н., доц.
ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева», 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

В теплоэнергетике, также как и в других отраслях народного хозяйства основная часть оборудования была введена в строй еще в прошлом веке. Изначально, для определения срока службы оборудования использовалось понятие расчетного ресурса (продолжительность эксплуатации оборудования в часах, в течение которого изготовитель гарантирует надежность его работы при условии соблюдения режима эксплуатации, указанного в инструкции предприятия изготовителя [1]). Основная часть оборудования, выработала свой расчетный ресурс еще в 80-х годах XXв. на смену пришли расчеты паркового ресурса (наработка однотипных по конструкции, маркам стали и условиям эксплуатации элементов теплоэнергетического оборудования, в пределах которой обеспечивается их безаварийная работа при соблюдении требований действующей нормативной документации [1]). Безболезненный переход от расчетного ресурса к парковому оказался возможен, благодаря серьезному запасу прочности заложенному при проектировании. В конце 1990-х – начале 2000-х парковый ресурс начал заканчиваться, но из-за тяжелой экономической ситуации и невозможности замены старого оборудования новым - вводится индивидуальный ресурс (назначенный ресурс конкретных узлов и элементов, установленный расчетно-опытным путём с учетом фактических размеров, состояния металла и условий эксплуатации [1]). В настоящее время 85-90% оборудования отработало свой ресурс и нуждается в полной или частичной замене.

В качестве примера, можно рассмотреть энергооборудование Ново-Кемеровской ТЭЦ, входящей в состав Сибирской Генерирующей Компании. В настоящее время, находятся в эксплуатации 8 котлоагрегатов типа ТП-87. Сроки ввода в эксплуатацию приведены ниже в таблице:

Табл. №1

№ к\а	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ГОД ввода	1964	1966	1968	1972	1975	1978	1981	1989	1999

Мы видим, что срок эксплуатации самого нового котлоагрегата – уже 20 лет, а возраст основной части котлоагрегатов колеблется от 40 до 55 лет.

Такая же ситуация и с турбоагрегатами:

Табл. №2

№ т\а	7	9	10	11	12	13	14	15
ГОД ВВОДА	1995	1966	1967	1972	1973	1977	1981	2009

Срок эксплуатации самого нового турбоагрегата – 10 лет, возраст основной части турбоагрегатов 35-40 лет.

И подобная ситуация характерна для всей энергосистемы в целом. Рано или поздно наступит ситуация, когда оборудование окончательно выработает свой ресурс, не только материальный, но и моральный. В нынешних условиях рыночных отношений, ни одна электростанция не сможет себе позволить полностью заменить устаревшее оборудование новым.

И здесь мы сталкиваемся с проблемой: оборудование с каждым годом устаревает все сильнее, вероятность аварийных ситуаций растет, а замену в полном объеме провести нет возможности. Единственный выход - своевременное проведение диагностики эксплуатируемого оборудования, с целью выявления его повреждения на ранних стадиях, с последующей точечной заменой поврежденного оборудования.

Объективной заменой такому подходу, является восстановление работоспособности металла длительно работающего оборудования, до состояния приближенного к свойствам металла не бывшего в эксплуатации. Эту задачу можно решить двумя способами:

1. Проведение восстановительной термической (термоциклической) обработки (когда имеются изменения микроструктуры, в том числе микродефекты (микропоры), но не микротрещины);

2. Проведение ремонтно-восстановительных работ с помощью сварки и наплавки, с последующей восстановительной термической (термоциклической) обработкой (когда имеются изменения структуры, в том числе микродефекты, в том числе и микротрещины).

Сам вопрос, возможности проведения восстановительной термической обработки, не является чем-то новым. Большое внимание этому вопросу, еще с конца XXв. уделяли следующие ученые: Антикайн П.А., Куманин В.И Злепко В.Ф., Швецова Т.А. и многие другие. Основная задача перенести процесс восстановительной термообработки из лаборатории на производство.

В результате длительной эксплуатации паропроводов (более 250 тыс. ч.) работающих при высоких температурах, давлениях, в условиях ползучести - происходят глубокие структурные изменения, приводящие к снижению прочностных характеристик, в частности длительной прочности. Исходная структура металла превращается в ферритно-карбидную смесь, начинают зарождаться поры по границам зерен, которые в процессе ползучести превращаются сначала в микротрещины, с последующим ростом до макротрещин. В зависимости от степени поврежденности металла, ему присваивается балл поврежденности – от 1 (исходная структура) до 7 (наличие макротрещин глубиной более 0,2мм.).

В производственных условиях, наибольший интерес представляет восстановление структуры металла, с поврежденностью 4-5 балла. Это связано с тем, что энергооборудование с 2-3 баллом поврежденности получает продление срока эксплуатации, согласно действующей нормативной документации [1]. И здесь мы сталкиваемся, в первую очередь, с экономическим фактором. Ни один собственник не согласится тратить такие денежные и людские ресурсы, чтобы восстановить структуру металла оборудования, которое и так получит продление.

Помимо самой возможности проведения ВТО, для металла с поврежденностью 4-5 балла, внедрение ее на производстве потребует решения нескольких глобальных задач:

1. Экономичность – в условиях ориентированности на получение прибыли и отсутствия государственной поддержки, разница в стоимости между новым оборудованием и проведением ВТО будет являться ключевым фактором. При небольшой разнице в цене, логичным выбором любого собственника станет приобретение нового оборудования.
2. Технологичность – проведение ВТО в производственных условиях, будет значительно отличаться от лабораторных. Большая плотность размещения теплоэнергетического оборудования, наличие опорно-подвесной системы и пр. будет предъявлять требования к компактности оборудования для проведения ВТО.
3. Разработка нормативно-технологической документации – эксплуатация элементов технических устройств опасных производственных объектов (ТУОПО) энергетической промышленности строго регламентирована. Поэтому применение ВТО на производстве потребует разработки соответствующих нормативных документов.

Таким образом, цель работы заключается в разработке технологии восстановительной термообработки сварных соединений и основного металла теплоэнергетического оборудования.

Требуется уточнения проведения высокотемпературной циклической термической обработки (ВЦТО), предусматривающей многократный циклический нагрев выше температуры полиморфного превращения и последующее охлаждение. Целесообразно также изучить особенности заживления пор, расположенных по телу и по границам зерен α -фазы, а также уточнить, как заживление пор связано с сегрегацией хрома и молибдена [3].

Ход проведения практических и экспериментальных работ:

Основной задачей эксперимента, будет исследование возможности восстановления структуры металла с 4-5 баллом поврежденности. Будет проведен ряд экспериментов, с целью поиска оптимального режима ВТО.

Одним из направлений, представляющих интерес для применения на производстве – является разработка и внедрение методик экспресс-контроля

микроструктуры металла, эксплуатируемого теплоэнергетического оборудования. В условиях сжатых сроков проведения капитальных ремонтов на производстве, обусловленных в первую очередь экономическими показателями и трудозатратами, проведение металлографического контроля для всех элементов оборудования идущих в ремонт – физически невозможно. Авторами рассматриваются различные варианты методик неразрушающего контроля, которые могли бы заменить металлографический контроль, для выявления элементов оборудования, которым требуется ВТО и контроля микроструктуры после проведения ВТО.

Список литературы:

1. (2003) Типовая инструкция по контролю металла и продлению срока службы металла основных элементов котлов, турбин и трубопроводов тепловых электростанций (РД-10-577-03). Москва, ГУП НТИЦ по безопасности промышленности Ростехнадзора России.
2. ОСТ 34-70-960-96. Металл паросилового оборудования электростанций. Методы металлографического анализа в условиях эксплуатации
3. Смирнов А. Н., Муравьев В. В., Абабков Н. В. Разрушение и диагностика металлов. – Москва-Кемерово: Инновационное машиностроение. 2016. – 479 с.
4. Дмитрик В. В., Гаращенко Е. С., Глушко А. В., Соколова В. Н., Сыренко Т. А. Восстановительная термообработка паропроводов и их сварных соединений (обзор) // Автоматическая сварка - 2019, №1. – С. 18-21.
5. Смирнов, А. Н., Абабков Н. В., Завсеголов А. А. Исследование металла эксплуатируемых и поврежденных гибов паропроводящих труб акустическими и магнитными методами // Инновации в машиностроении: материалы VII МНПК / под ред. В.Ю. Блюменштейна. – Кемерово : КузГТУ, 2015. – С. 229–232.
6. Смирнов А. Н., Абабков Н. В., Данилов В.И. Особенности деформации Чернова – Людерса в металле длительно работающего теплоэнергетического оборудования // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2018. – Т. 23. – № 122р. – С. 262–266.
7. Злепко В.Ф., Линкевич К.Р. и Швецова Т.А. Влияние восстановительной термической обработки на свойства стали 12Х1МФ / Теплоэнергетика. – 2001. – № 6. – С. 68–70.
8. Резинских В.Ф., Антикайн П.А., Зислин Г.С., Швецова Т.А., Крейцер К.К. Восстановительная термическая обработка тепломеханического оборудования ТЭС – важный резерв энергообеспечения / Теплоэнергетика. – 2006. – № 7. – С. 50–54.
9. Попов А.Б. Сохранение работоспособности паропроводов с помощью проведения частичной восстановительной термообработки / Теплоэнергетика. 2002. – № 5. – С. 60–62.
10. Федюкин В.К., Смагоринский М.Е. Термоциклическая обработка металлов и деталей машин. – Л.: Машиностроение, 1989. – 255 с.