

Беспалов А.Д.¹, Новожилов М.В.², Аглиулин С.Г.³, Чистяков Е.В.⁴, Трусов И.Н.⁵©

¹Эксперт лаборатории ОАО «НИИК»; ²начальник отдела котлонадзора «НО НОЧУ ДПО Инженерно-технический центр»; ³генеральный директор Открытого акционерного общества «Сибтехэнерго» - инженерная фирма по наладке, совершенствованию технологий и эксплуатации электро-энергооборудования предприятий и систем; ⁴начальник ПО НТО Открытого акционерного общества «Сибтехэнерго» - инженерная фирма по наладке, совершенствованию технологий и эксплуатации электро-энергооборудования предприятий и систем; ⁵ведущий инженер ПО НТО Открытого акционерного общества «Сибтехэнерго» - инженерная фирма по наладке, совершенствованию технологий и эксплуатации электро-энергооборудования предприятий и систем.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА - ГЛАВНОГО ПАРОПРОВОДА КОТЛА ТИПА ТП-81

Аннотация

В данной статье авторами рассмотрено техническое диагностирование технического устройства - главного паропровода котла типа ТП-81, с целью определения соответствия технического устройства предъявляемым к нему требованиям промышленной безопасности.

Ключевые слова: техническое устройство, техническое диагностирование, паропровод.
Keywords: technical device, technical diagnosis, steam line.

Заключение экспертизы по результатам технического диагностирования главного паропровода котла составлено в соответствии с требованиями следующих основных нормативных документов:

- Федерального Закона № 116 от 20.06.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 20.06.1997 г. [1];

- Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности», утвержденных приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 14.11. 2013 г. № 538 [2];

- Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением», утвержденных приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 25.03.2014г. №116 [3];

Главный паропровод предназначен для подачи пара от котла ст. № 9 на коллектор. Дата изготовления - ноябрь 1965г., дата ввода в эксплуатацию - сентябрь 1966г, рабочая среда – пар, расчетные параметры: давление - 140 кгс/см² температура - 570°С.

Основные размеры и материал элементов паропровода представлены в Таблице 1.

Таблица 1

Наименование элемента	Марка стали	Типоразмер		Радиус гиба
		D, мм	S, мм	
Прямые трубы, 27 шт	12Х1МФ	273	32	
Гибы труб, 12 шт	15Х1 М1 Ф	273	36	1000

© Беспалов А.Д., Новожилов М.В., Аглиулин С.Г., Чистяков Е.В., Трусов И.Н., 2015 г.

Колена штампованные, 2 шт.	15X1M1Ф	Ду200	
Задвижки №№ 91, 93, 90, 92	15X1M1ФЛ	Ду225	
Тройники переходные между сварными соединениями №№ 938- 938а-940, 937-937а-939	15X1M1ФЛ	Ду200/150	
Переходы между сварными соединениями №№ 938а-938бв, 937а- 937б	20ХМФЛ	Ду 150/100	

Наработка главного паропровода на момент обследования составляет 197 251 часов. Количество пусков - 607. Количество гидравлических испытаний пробным давлением - 7. Эквивалентная температура - 547,7°С. Эквивалентная наработка (приведенная к температуре - 550°С) - 192 026,9 часов. Парковый ресурс гибов 273х36 мм, сталь 15X1M1Ф - 250 тыс. часов, сварных соединений тип 1 - 300 тыс. часов. Парковый ресурс прямых труб и сварных соединений тип 1 273х32 мм, сталь 12X1MФ - 200 тыс. часов (РД 10-577-03) [4]. Парковый ресурс задвижек, штампованных колен, тройников, сварных соединений тип 2 - 250 тыс. часов (РД 10-577-03) [4]. На момент проведения экспертизы промышленной безопасности парковый ресурс выработали прямые трубы 273х32 мм и сварные соединения тип 1. Остальные элементы главного паропровода парковый ресурс не выработали.

Остаточная деформация ползучести на прямых участках труб составила 0,2-0,35 % не превышает половину допустимого значения 1,5 % и соответствует требованиям п.п. 6.2.1 РД 10-577-03[4], п.п. 8.3.2 СО 153-34.17.470-2003[5].

Остаточная деформация ползучести на прямых участках гибов - 0,24-0,31 % не превышает половину допустимого значения 0,8 % и соответствует требованиям п.п. 6.2.1 РД 10-577-03[4], п.п. 8.3.2 СО 153-34.17.470-2003[5].

ВК, МПД, УЗК прямых участков труб между сварными соединениями №№ 912-914, 9036-905 дефектов не обнаружено. Состояние прямых труб соответствует требованиям п.п. 8.3.1 СО 153-34.17.470-2003[5].

Толщина стенки прямых труб 273х32 мм между сварными соединениями №№ 912-914, 9036-905, 911-911а, 9046-906, 915-917 составила 33,5-39,8 мм.

Согласно расчету, выполненному в соответствии с п.п. 3.3.1 РД 10-249-98[6], условие прочности прямых труб 0 273х32 мм с минимальной толщиной стенки ($S_r = 33,5$ мм) сохраняется на базе 250 тыс. часов при 14 МПа и 550°С - приведенные напряжения не превышают допускаемые.

Проведен контроль методом реплик металла прямых труб главного паропровода 273х32 мм (между сварными соединениями М» 910-912, 909-911). Установлено:

- микроструктура всех труб феррито-карбидная. Степень сфероидизации перлита соответствует баллу 5 Приложения Е ОСТ 34-70-690-96.

- микроповрежденность металла прямых труб соответствует 2 баллу приложения Ж ОСТ 34-70-690-96 и удовлетворяет требованиям п.п. 6.2.5 РД 10-577-03[4], п.п. 8.3.7. СО 153-34.17.470-2003[5].

ВК, УЗК, МПД стыковых сварных соединений тип 1 273х32мм (10 %), сварных соединений тип 2 (40 %) недопустимых дефектов не обнаружено. Сварные соединения удовлетворяют требованиям п. 6.12.1. 6.12.4 РД 10-577-03[4], п.п. 8.4.1, 8.4.4 СО 153-34.17.470-2003[5].

Толщина стенки сварных соединений в пришовной зоне (в проточке) с каждой стороны сварных соединений 273х32 мм тип 1 составила 30,0-34,6 мм, тип 2 составила 29,9-34,9 мм, сварных соединений 133х16 мм тип 2 составила 15,7-16,6 мм.

Согласно расчету, выполненному в соответствии с п.п. 3.3.1 РД 10-249-98 и с учетом п.3.3.1.4 РД 10-249-98 [6], (толщина стенки на концах прямых труб, растачиваемых под сварку, должна быть не менее 0,95 S_0 : для труб 273х32мм - не менее 29,7 мм) условие прочности

сварных соединений в пришовной зоне (в проточке) сохраняется. Выполнен контроль методом реплик сварных соединений 2 типа №№ 938, 938а. Результаты контроля сварных соединений 2 типа методом реплик представлены в Таблице 2

Таблица 2

Номер и тип сварного соединения	Микроструктура		Микроповрежденность	
	Структурные составляющие	Балл приложение К ОСТ 34-70-690-96	Характер микроповрежденности ЗТВ	Балл приложение Л ОСТ 34-70-690-96
№938 стыковое сварное соединение трубы 273х32 мм с тройником	Феррит и карбиды в наплавленном металле и ЗТВ; Степень сфероидизации перлита соответствует 5 баллу.	111м	ЗТВ - единичные поры размером 3-5 мкм в сочетании с порами размером 1-2 мкм по границам зерен, в количестве 5-8 пор в поле зрения, х500	111п
№ 938а стыковое сварное соединение труб 273х32 мм с тройником	Феррит и карбиды в наплавленном металле и ЗТВ; Степень сфероидизации перлита соответствует 5 баллу.	111м	ЗТВ - единичные поры размером 3-5 мкм в сочетании с порами размером 1-2 мкм по границам зерен, в количестве 5-8 пор в поле зрения, х500	111п

Микроповрежденность металла зон сварного соединения по результатам металлографического анализа реплик находится в пределах требований п. 6.12.4 РД 10- 577-03[4].

ВК, МПД радиусных переходов тройников между сварными соединениями №№ 937-939-937а, 938-940-938а, переходов между сварными соединениями №№ 937а-937б, 938а-938б недопустимых дефектов согласно п. 6.6.1 РД 10-577-03[4], п.п. 8.3.1 СО 153- 34.17.470-2003[5], не обнаружено.

ВК, МПД, УЗК колена штампованного между сварными соединениями №№ 904а-904б п.п. 8.3.1, 8.3.3 СО 153-34.17.470-2003[5], дефектов не обнаружено.

Толщина стенки колена составила 47,0-48,8 мм.

Согласно расчету, выполненному в соответствии с п.п. 3.3.2 РД 10-249-98 [6], условие прочности колена штампованного с минимальной толщиной стенки ($S_f = 47,0$ мм) сохраняется на базе 250 тыс. часов при 14 МПа и 550°С - приведенные напряжения не превышают допускаемые.

В результате обследования опорно-подвесной системы главного паропровода дефектов не выявлено.

Расчеты на прочность главного паропровода показали, что ОПС находится в работоспособном состоянии и удовлетворяет условиям прочности для расчетного ресурса 247 тыс. часов на параметры $P=140$ кгс/см², $T=550^{\circ}\text{C}$ - во всех сечениях эквивалентные напряжения, посчитанные от совместного действия всех нагружающих факторов, менее допускаемых значений.

На основании технического обследования и данных владельца оборудования проведен анализ состояния длительно работающего металла. По результатам анализа установлено, что качество металла главного паропровода котла типа ТП-81 удовлетворяет требованиям НД и обеспечивает безопасную эксплуатацию.

Техническое состояние главного паропровода котла типа ТП-81 соответствует требованиям промышленной безопасности, дальнейшая эксплуатация возможна при рабочих параметрах пара 140 кгс/см², 550°С - до суммарной наработки 250 000 часов, но не более, чем на 9 (девять) лет с момента проведения контроля. Срок следующего технического диагностирования главного паропровода котла при наработке не более 250 тыс. часов. Осуществлять эксплуатацию главного паропровода котла типа ТП-81 в соответствии с требованиями ФНП «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением», утвержденные приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 25.03.2014г. № 116 [3].

Литература

1. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.97 г. № 116-ФЗ;
2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности», утвержденные Приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 14.11.2013 г. № 538;
3. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением», утвержденных приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 25.03.2014г. №116;
4. РД 10-577-03 «Типовая инструкция по контролю металла и продлению срока службы основных элементов котлов, турбин и трубопроводов тепловых электростанций»;
5. СО 153-34.17.470-2003 СО 153-34.17.470-2003 «Инструкция о порядке обследования и продления срока службы паропроводов сверх паркового ресурса».
6. РД 10-249-98 «Нормы расчета на прочность стационарных котлов и трубопроводов пара и горячей воды».