

ТЕХНАДЗОР

A portrait of Vadim Tkachenko, a man with glasses, wearing a dark pinstriped suit, a white shirt, and a blue striped tie. He is looking directly at the camera. In the background, there are flags, including the Russian national flag and a blue flag with a gold emblem.

*Вадим ТКАЧЕНКО,
руководитель Уральского управления Федеральной службы
по экологическому, технологическому и атомному надзору:*

**«Большинство предприятий
настроено на конструктивную
работу и воспринимают Ростехнадзор
как организацию, осуществляющую
бесплатный технический аудит»**



Журнал «ТехНАДЗОР» –
лауреат II Всероссийского конкурса публикаций
в СМИ по машиностроительной тематике

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

ГУТЕНЕВ Владимир Владимирович
Союз машиностроителей России,
вице-президент, председатель комиссии по вопросам
модернизации промышленности Общественной палаты РФ,
д.т.н.

ЗУБИХИН Антон Владимирович
Российский союз промышленников и предпринимателей,
заместитель руководителя Комитета по техническому
регулированию, стандартизации и оценке соответствия, к.т.н.

КЕРШЕНБАУМ Всеволод Яковлевич
Национальный институт нефти и газа,
генеральный директор, профессор, д.т.н., действительный
член Российской и Международной инженерных академий

КОРНИЛКОВ Сергей Викторович
Институт горного дела УрО РАН, директор, д.т.н.

КОТЕЛЬНИКОВ Владимир Семенович
ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность»,
генеральный директор, д.т.н.

КУКУШКИН Игорь Григорьевич
Российский союз химиков, исполнительный директор, к.э.н.

МАХУТОВ Николай Андреевич,
доктор технических наук, профессор, член-корреспондент
РАН, главный научный сотрудник ИМАШ РАН, председатель
рабочей группы при президенте РАН по анализу риска и проблем
безопасности «Риск и безопасность», советник РАН, председатель
Научного совета по проблемам предупреждения и ликвидации
чрезвычайных ситуаций при МГС по ЧС, председатель Научного
совета РАН по проблеме «Надежность, ресурс и безопасность
технических систем», член Экспертного совета МЧС России;
член Общественного совета, заместитель председателя секции
научно-технического совета Ростехнадзора

ШМАЛЬ Геннадий Иосифович
Союз нефтегазопромышленников России, президент, к.э.н.

Издатель ООО «ТехНадзор»

620012 Екатеринбург, ул. Машиностроителей, 19, оф. 229

Редакция журнала «ТехНАДЗОР»

121099 Москва, Смоленская площадь, 3
Тел. 8 (800)-700-35-84; e-mail: moscow@tnadzor.ru

620017 Екатеринбург, а/я 797
Тел./факсы: (343) 253-89-89; e-mail: tnadzor@tnadzor.ru
www.tnadzor.ru

Шеф-редактор Группы изданий «ТехНАДЗОР»
Екатерина ЧЕРЕМНЫХ

Главный редактор Ольга Витальевна ИВАНОВА

Выпускающий редактор Татьяна РУБЦОВА

Обозреватели Ольга ПАЛАСТРОВА, Любовь ПЕРЕВАЛОВА,
Юлия РАМИЛЬЦЕВА, Лилия СОКОЛОВА

Дизайн и верстка Владимир МИХАЛИЦЫН

Корректур Лилия КОРОБКО, Мария ПАЗДНИКОВА

Руководители проектов Анастасия БУШМЕЛЕВА,
Ирина КРАСНОВА, Ирина МАРКОВА, Ирина МОРОЗОВА,
Анастасия МОСЕЕВА, Елена ЧАПЛЫГИНА

Коммерческая служба (e-mail: tnadzor@tnadzor.ru)
Ксения АВДАШКИНА, Клара АЛЛАБЕРДИНА, Полина БОГДАНОВА,
Елена БРАЦЛАВСКАЯ, Светлана БУРЦЕВА, Екатерина
ДЕМЕНТЬЕВА, Юлия ИШТИМИРОВА, Татьяна КАДНИКОВА,
Ольга КАЗЕННОВА, Галина КОРЗНИКОВА, Анна КУЛИЧИХИНА,
Инна КУШНИР, Елена МАЛЫШЕВА, Лия МУХАМЕТШИНА,
Светлана НОСЕНКО, Софья ПАНИНА, Елена ПЕРМЯКОВА,
Екатерина РАДИОНИК, Наталья РЮМИНА, Ольга РЯПОСОВА,
Андрей СИВКОВ, Эльвира ХАЙБУЛИНА, Екатерина ШЛЯПНИКОВА

Региональные представители

Вера ЕРЕМИНА, Владимир ШУНЯКОВ

Отдел подписки +7 (343) 253-16-08, 253-89-89

Евгения БОЙКО, Елена КОНОНОВА, Наталья КОРОЛЕВА,
Татьяна КУПРЕНКОВА, Галина МЕЗЮХА

Использованы фотографии авторов.

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-63379
от 16 октября 2015 г. выдано Федеральной службой
по надзору в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций.

Учредитель ООО «ТехНадзор»

Журнал «ТехНАДЗОР» №12 (109), части 1, 2, 3

Подписано в печать 25 декабря 2015 года

Выход из печати 29 декабря 2015 года

Отпечатано в ООО «Астер-Ек»

г. Екатеринбург, ул. Черкасская, 10ф; Тел. +7 (343) 310-19-00

Заказ № 28795 от 25 декабря 2015 года. Тираж 8 000 экз.

Редакция не несет ответственности

за содержание рекламных материалов

Мнение авторов может не совпадать с мнением редакции.

Подписной индекс

Почта России – 80198, Пресса России – 42028,

Урал-Пресс – 99878

Свободная цена

18+



В рамках рубрики «Экспертное сообщество: научные подходы» журнал «ТехНАДЗОР» публикует статьи в области промышленной безопасности сотрудников экспертных организаций, осуществляющих деятельность в области ПБ



эксплуатации сосуда не изменились и не выходят за пределы допустимых значений для применяемой марки стали и сварочных материалов.

Необратимых изменений физико-механических свойств основного металла и металла сварных швов в процессе эксплуатации сосуда не выявлено. В связи с отсутствием изменений механических свойств металла в процессе эксплуатации при проведении прочностного расчета сосуда можно использовать справочные значения механических свойств используемой стали.

7. Магнитопорошковый контроль. Недопустимых дефектов на поверхности сварных соединений и околошовных зонах не обнаружено.

8. Поверочный прочностной расчет и определение расчетного остаточного ресурса. Условия прочности сосуда выполняются. Минимальная расчетная допустимая толщина стенки обечайки – 12,9 мм, днищ – 12,6 мм. Расчетный остаточный ресурс сосуда – 10 лет.

Сосуд соответствует требованиям промышленной безопасности, действующих ФНП и других документов по промышленной безопасности. Фактические условия эксплуатации сосуда не превышают паспортные характеристики. Сосуд допущен к дальнейшей безопасной эксплуатации при условии соблюдения следующих разрешенных технологических параметров: давление рабочее – 7,5 МПа; температура рабочая, °С – от -40 до +80; рабочая среда – импульсный газ.

Назначенный срок дальнейшей безопасной эксплуатации сосуда 8 лет (поэтапное продление срока эксплуатации в пределах расчетного остаточного ресурса).

Литература

1. *Федеральный закон от 21 июля 1997 года №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».*

2. *Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности» (утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 14 ноября 2013 года № 538).*

3. *Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением» (утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 25 марта 2014 года № 116).*

Техническое диагностирование котла типа ПК-10Ш

с целью определения возможности, сроков и условий дальнейшей его эксплуатации

Анатолий БЕСПАЛОВ,

эксперт лаборатории ОАО «НИИК»

Максим НОВОЖИЛОВ,

начальник отдела котлонадзора НО НОЧУ ДПО «Инженерно-технический центр»

Салих АГЛИУЛИН,

генеральный директор ОАО «Сибтехэнерго»

Евгений ЧИСТЯКОВ,

начальник ПО НТО ОАО «Сибтехэнерго»

Илья ТРУСОВ,

ведущий инженер ПО НТО ОАО «Сибтехэнерго»

Целью технического диагностирования котла типа ПК-10Ш является определение возможности, сроков и условий дальнейшей его эксплуатации.

Ключевые слова: *техническое устройство, техническое диагностирование, котел.*

Заключение экспертизы по результатам технического диагностирования котла типа ПК-10Ш составлено в соответствии с требованиями следующих основных нормативных документов:

■ Федерального Закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 20 июня 1997 года № 116 [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 ноября 2013 года № 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 марта 2014 года № 116 [3].

Котел типа ПК-10Ш – водотрубный, вертикальный, с естественной циркуляцией,

с камерной топкой. Расчетное давление в барабанах – 11 Мпа, расчетная температура в барабанах – 316 °С, расчетное давление на выходе из пароперегревателя – 10 МПа, расчетная температура на выходе из пароперегревателя – 510 °С. Нарботка котла составляет 369 584 ч, количество пусков – 311.

За период эксплуатации котла проведено 17 технических освидетельствований, в том числе 12 гидравлических испытаний пробным давлением 136,2 кгс/см².

На момент проведения экспертизы индивидуальный ресурс выработали основной и предвключенный барабаны, главные предохранительные клапаны, остальные элементы котла парковый или индивидуальный ресурсы не выработали.

Техническое диагностирование основного барабана установило следующее.

1. При проведении визуального и измерительного контроля:

■ на внутренней поверхности обечайек и днищ (100%), на участках наружной поверхности в местах приварки опор – дефектов не обнаружено;

■ на поверхности лазов на расстоянии 100 мм от кромок с уплотнительной по-



На момент проведения экспертизы индивидуальный ресурс выработали основной и предвключенный барабаны, главные предохранительные клапаны, остальные элементы котла парковый или индивидуальный ресурсы не выработали

верхностью затворов (100%) – дефектов не обнаружено;

- в металле основных сварных соединений № 1–3 с околшовной зоной 60 мм с внутренней поверхности (100%) – дефектов не обнаружено;

- в сварных соединениях приварки внутрибарабанных устройств с околшовной зоной 30 мм (100% длины) – дефектов не обнаружено;

- в отверстиях и штуцерах труб с примыкающими участками внутренней поверхности барабана – 100% в водяном и паровом объемах (пароперепускных, паропроводящих, подвода питательной воды, водоопрессных, водоперепускных, водоуказательных приборов, рециркуляции) – дефектов не обнаружено;

- в угловых сварных соединениях приварки штуцеров водоперепускных труб с внутренней стороны барабана, водоопрессных, водоуказательных приборов, рециркуляции, пароперепускных, паропроводящих, подвода питательной воды с наружной стороны барабана – дефектов не обнаружено.

2. При проведении цветной дефектоскопии перечисленных ниже элементов барабана установлено:

- на продольных и поперечных мостиках в водяном объеме – между отверстиями для водоперепускных труб № 17–26, 49–58, 81–90, 113–122, 145–154, водоопрессных труб № 12–18, 34–40, 56–62, водоуказательных приборов № 1, 2, подвода питательной воды № 5–8 а также в паровом объеме – между отверстиями для пароперепускных труб № 20–29, 54–62, 88–97, паропроводящих труб № 27–51, 78–103, – дефектов не обнаружено;

- на полосе металла шириной 200 мм в каждую сторону от границы кольцевого шва в водяном объеме в предполагаемых местах приварки монтажных скоб – дефектов не обнаружено;

- на внутренней поверхности днищ с зоной перехода к сферической части (25%), в местах приварки опор (100%) – дефектов не обнаружено;

- на поверхности лазов на расстоянии 100 мм от кромок с уплотнительной поверхностью затворов (100%) – дефектов не обнаружено;

- в металле основных сварных соединений № 1–3 с околшовной зоной 60 мм

(30% длины каждого сварного соединения) – дефектов не обнаружено;

- в сварных соединениях приварки внутрибарабанных устройств с околшовной зоной 30 мм (100% длины каждого шва) – дефектов не обнаружено;

- в угловых сварных соединениях приварки штуцеров труб с наружной стороны барабана паропроводящих (№ 27–51, 71–103), пароперепускных (№ 20–29, 49–62, 88–97), водоопрессных (№ 12–18, 34–40, 56–62), водоуказательных приборов (№ 1, 2), подвода питательной воды (№ 5–8) и с внутренней стороны барабана водоперепускных труб № 17–26, 49–58, 81–90, 113–122, 145–154) с околшовной зоной 30 мм – дефектов не обнаружено;

- при контроле отверстий и штуцеров труб с примыкающими участками внутренней поверхности барабана – 30% каждой группы труб (водоперепускных № 17–26, 49–58, 81–90, 113–122, 145–154; водоопрессных № 12–18, 34–40, 56–62; водоуказательных приборов № 1, 2; подвода питательной воды № 5–8; пароперепускных № 20–29, 49–62, 88–97 и паропроводящих № 27–51, 71–103) – дефектов не обнаружено.

3. Овальность барабана составляет 0,37–0,45% при допустимой по СО 153-34.17.442-2003 [4] величине 1,0%.

Прогиб барабана не превышает требований СО 153-34.17.442-2003 [4].

4. Толщина стенки обечаек барабана находится в пределах 88,4–89,7 мм.

Толщина стенки левого днища – 89,4–90,0 мм.

Толщина стенки правого днища – 89,4–90,0 мм.

Фактическая минимальная толщина стенок обечаек и днищ барабана превышает номинальную паспортную.

5. Твердость металла барабана, замеренная в водяном объеме на мостиках между отверстиями для водоопрессных труб, составляет 149–168 НВ, металла днищ – 150–169 НВ, и соответствует требованиям СО 153-34.17.442-2003 [4] – 120–180 НВ.

6. УЗК сварных соединений барабана, включая места пересечения продольных и поперечных сварных соединений, – дефектов не обнаружено.

7. УЗК продольных и поперечных мостиков в водяном (30%) и паровом (25%) объемах, внутренней поверхности днищ

с зоной перехода к сферической части (25%), внутренней поверхности мест приварки опор (100%) – дефектов не зафиксировано.

При техническом диагностировании предвключенного барабана установлено следующее.

8. При проведении визуального и измерительного контроля:

- на внутренней поверхности обечаек и днищ (100%), на участках наружной поверхности в местах приварки опор – дефектов не обнаружено;

- на поверхности лазов на расстоянии 100 мм от кромок с уплотнительной поверхностью затворов (100%) – дефектов не обнаружено;

- в металле основных сварных соединений № 1, 2, 3 с околшовной зоной 60 мм с внутренней поверхности (100%) – дефектов не обнаружено;

- в сварных соединениях приварки внутрибарабанных устройств с околшовной зоной 30 мм (100% длины) – дефектов не обнаружено;

- на внутренней поверхности отверстий и штуцеров труб с примыкающими участками внутренней поверхности барабана – 100% в водяном и в паровом объеме – дефектов не обнаружено;

- на поверхности выступающих концов труб с внутренней стороны барабана в паровом и водяном объемах (100%) – дефектов не обнаружено;

- минимальные размеры выступающих концов труб вальцованных соединений водоперепускных, пароперепускных, паропроводящих труб и труб заднего экрана: высота – 20 мм, диаметр – 76 мм, толщина – 5,8 мм.

9. При проведении цветной дефектоскопии перечисленных ниже элементов барабана установлено:

- на продольных и поперечных мостиках в водяном объеме между отверстиями для водоперепускных труб № 341–363, 386–395, 418–427, 450–459, 480–489 – дефектов не обнаружено;

- на продольных и поперечных мостиках в паровом объеме между отверстиями для труб заднего экрана № 19–29, 56–66, 95–105, 133–143, 170–180, пароперепускных труб № 199–208, 230–239, 264–274, паропроводящих боковых экранов № 297–302, 229–235 – дефектов не обнаружено;

- на полосе металла шириной 200 мм в каждую сторону от границы кольцевого шва в водяном объеме в предполагаемых местах приварки монтажных скоб – дефектов не обнаружено;

- на внутренней поверхности днищ с зоной перехода к сферической части (25%), в местах приварки опор (100%) – дефектов не обнаружено;



■ на поверхности лазов на расстоянии 100 мм от кромок с уплотнительной поверхностью затворов (100%) – дефектов не обнаружено;

■ в металле основных сварных соединений № 1, 2, 3 с околшовной зоной 60 мм с внутренней поверхности (30% длины каждого сварного соединения) – дефектов не обнаружено;

■ в сварных швах приварки внутрибарабанных устройств с околшовной зоной 30 мм (100% длины каждого шва) – дефектов не обнаружено;

■ на поверхности выступающих концов труб с внутренней стороны барабана на пароперепускных трубах № 230–239, 264–274, на паропроводящих трубах боковых экранов № 297–302, 229–235, на водоперепускных трубах № 354–363, 378–395 – дефектов не обнаружено;

■ на участках внутренней поверхности барабана вокруг вальцованных соединений водоперепускных труб № 354–363, 386–395, 418–427, 450–459, 480–489, труб заднего экрана № 19–29, 56–66, 95–105, 133–143, 170–180, пароперепускных труб № 199–208, 230–239, 264–274, паропроводящих боковых экранов № 297–307, 229–235 – дефектов не обнаружено.

10. Овальность барабана составляет 0,43–0,54% при допустимой по СО 153-34.17.442-2003 величине 1,0%.

Прогиб барабана не превышает требований СО 153-34.17.442-2003.

11. Толщина стенки обечаек барабана находится в пределах 65,0–4–66,1 мм.

Толщина стенки левого днища – 66,0–67,8 мм.

Толщина стенки правого днища – 65,9–67,8 мм.

Фактическая минимальная толщина стенок обечаек и днищ барабана превышает номинальную паспортную.

12. Твердость металла барабана, замеренная в водяном объеме на мостиках между отверстиями для водоопускных труб, составляет 142–158 НВ, металла днищ – 142–158 НВ, и соответствует требованиям СО 153-34.17.442-2003 – 120–180 НВ.

13. УЗК сварных соединений барабана, включая места пересечения сварных соединений, – дефектов не обнаружено.

14. УЗК продольных и поперечных мостиков в водяном (30%) и паровом (25%)

объемах, внутренней поверхности днищ с зоной перехода к сферической части (25%), мест приварки опор (100%) – дефектов не зафиксировано.

15. Расчет на прочность барабанов не проводился, так как фактическая толщина стенки барабанов превышает номинальную толщину.

16. Расчет циклической долговечности выполнен для предвключенного барабана, так как на основном барабане был выполнен восстановительный ремонт. Значение накопленной поврежденности металла незначительное и составило 0,26.

При техническом диагностировании главных предохранительных клапанов установлено:

17. ВИК 100% наружной поверхности радиусных переходов недопустимых дефектов не обнаружено.

18. ЦЦ 100% наружной поверхности радиусных переходов недопустимых дефектов не обнаружено.

19. Твердость металла клапанов – 166–169 НВ, и соответствует требованиям НД – 159–223 НВ.

20. В результате исследования методом реплик микроструктуры металла клапанов установлено:

■ микроструктура металла – феррит и перлит. Балл ферритного зерна – 6–7 баллов. Местами ферритная составляющая имеет игольчатое строение;

■ микроповрежденность металла соответствует одному баллу стандартной шкалы Прилютеню «Ж» ОСТ 34-70-690-96.

21. Гидравлическое испытание котла выполнено пробным давлением 136,2 кгс/см², температурой воды 60 °С, время выдержки под пробным давлением – 10 мин.

После выдержки под пробным давлением и снижения давления до рабочего был произведен осмотр котла.

По результатам гидравлического испытания остаточной деформации, течей, трещин, потения в сварных соединениях и в основном металле, признаков разрывов и других дефектов не обнаружено.

Котел ПК-10Ш выдержал гидравлическое испытание пробным давлением. Учитывая фактическое состояние ме-

талла барабанов и предохранительных клапанов, данные расчета накопленной поврежденности, считаем возможным продлить срок эксплуатации котла на 35 тыс. часов.

По результатам обследования и анализа состояния длительно работающего металла в условиях высоких эксплуатационных температур установлено, что качество металла котла типа ПК-10Ш удовлетворяет требованиям НД и обеспечивает безопасную эксплуатацию.

На основании экспертизы промышленной безопасности возможно продлить дальнейшую эксплуатацию котла на 35 тыс. часов при расчетных параметрах среды на выходе из котла: Р = 10 МПа, Т = 510 °С до суммарной наработки 404 584 часов при условии выполнения рекомендаций:

■ осуществлять эксплуатацию котла типа ПК-10Ш при строгом соблюдении требований 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 марта 2014 года № 116 [3];

■ очередное техническое диагностирование элементов котла выполнить в объеме действующих НД;

■ гидравлические испытания котла после очередного технического диагностирования производить при пробном давлении 1,25 Р_{раб} и температуре среды не ниже 60 °С.

Литература

1. Федеральный закон от 21 июля 1997 года № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности» (утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 14 ноября 2013 года № 538).

3. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением» (утверждены Приказом Ростехнадзора от 25 марта 2014 года № 116).

4. СО 153-34.17.442-2003 «Инструкция по порядку продления срока службы барабанов котлов высокого давления».

Котел ПК-10Ш выдержал гидравлическое испытание пробным давлением. Учитывая фактическое состояние металла барабанов и предохранительных клапанов, данные расчета накопленной поврежденности, считаем возможным продлить срок эксплуатации котла на 35 тыс. часов