

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Омский государственный технический университет»

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЭНЕРГЕТИКИ

Материалы
Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием
(Омск, 17 мая 2018 года)

Омск
Издательство ОмГТУ
2018

УДК 621.3:620.9:62-83:697

ББК 31

А43

Редакционная коллегия:

А. В. Косых, ректор ОмГТУ;

В. В. Шалай, президент ОмГТУ;

Б. Д. Женатов, проректор по НР ОмГТУ;

Л. О. Штриплинг, проректор по УМР ОмГТУ;

А. А. Татевосян, декан ЭНИ ОмГТУ;

А. В. Бубнов, зав. каф. «Электрическая техника» ОмГТУ;

В. Н. Горюнов, зав. каф. «Электроснабжение
промышленных предприятий» ОмГТУ;

А. Г. Михайлов, зав. каф. «Теплоэнергетика» ОмГТУ;

П. А. Батраков, доц. каф. «Теплоэнергетика» ОмГТУ (отв. редактор)

Актуальные вопросы энергетики : материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Омск, 17 мая 2018 г.) / Минобрнауки России, ОмГТУ ; [редкол.: П. А. Батраков (отв. ред.) и др.]. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2018. – 400 с. : ил.

ISBN 978-5-8149-2629-6

Представлены результаты выполненных в вузах научно-исследовательских, опытно-конструкторских и внедренческих работ, отражающие проблемы энергоэффективности, генерации, трансформации и потребления электрической энергии, построения теплоэнергетических систем, электротехнических комплексов и систем.

Издание предназначено для научных и инженерно-технических работников, аспирантов и студентов технических вузов.

УДК 621.3:620.9:62-83:697

ББК 31

ISBN 978-5-8149-2629-6

© ОмГТУ, 2018



СОДЕРЖАНИЕ

Секция I. Энергетика.

- С. А. Чспрасов, Е. Г. Зенина
Филиал «НИУ «МЭИ» в г. Волжском, Россия
Математическая модель цифровых и электромеханических устройств релейной
защиты эксплуатируемых на Волжских ТЭЦ..... 14
- Д. В. Толмачев, Р. И. Хамитов, А. С. Гришай, О. П. Шафеева, М. С. Дорошенко
ОмГТУ, ОмГТУ, г. Омск, Россия
Характеристика и возможности аналитических систем для построения
прогностических моделей электропотребления предприятий..... 18
- В. А. Кихтенко, И. А. Степашкин, А. Г. Михайлов, Е. Н. Слободина,
ОмГТУ, г. Омск, Россия
Расчетные исследования сложного теплообмена в топке жаротрубного котла... 26
- А. М. Парамонов¹, Е. М. Резанов²
¹ОмГТУ, г. Омск, Россия
²ОмГУПС, г. Омск, Россия
Влияния температуры подогрева воздуха на эффективность работы
термического агрегата..... 30
- Е. Г. Пошлюжная, О. А. Федяева, М. В. Тренкин, Э. М. Рахматулина, В. А. Захаров
ОмГТУ, г. Омск, Россия
Исследование химического состава фракций пеплофер Омской ТЭЦ-5..... 34
- Е. М. Резанов, А. С. Попова
ОмГУПС, г. Омск, Россия
О выборе способа получения топлива из отходов агрокультур, для сжигания в
котельных агрегатах малой мощности..... 37
- В. В. Сушков, С. В. Сидоров, И. С. Сухачев, А. М. Гаязов, В. Е. Кармазина
ТНУ, г. Тюмень, Россия
НГУ, г. Нижневартовск, Россия
Определение места обрыва линейных проводов воздушной линии по вторичному
напряжению трансформаторных подстанций..... 41
- П. В. Петров, Е. М. Резанов
ООО «Сибирская проектная компания», г. Омск, Россия
ОмГУПС, г. Омск, Россия
Оптимизация затрат на утепления тепловой изоляцией наружных стен зданий
при проведении капитального ремонта..... 45



АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЭНЕРГЕТИКИ
ACTUAL ISSUES OF ENERGY



<u>О. А. Федяева, Е. Г. Пошелюжная, Э. М. Рахматулина, В. А. Захаров</u> <u>ОмГТУ, г. Омск, Россия</u> <u>Пути утилизации отходов тепловых электростанций.....</u>	<u>49</u>
<u>Е. В. Приходько, А. К. Кинжибекова, А. Т. Кажобаева, М. Г. Увайсова</u> <u>ПГУ им. С.Торайгырова, г.Павлодар, Казахстан</u> <u>Прогнозирование срока службы энергетического оборудования по результатам</u> <u>его обследования.....</u>	<u>52</u>
<u>Ш. М. Шупеева, М. К. Имангазин</u> <u>ПГУ им. С.Торайгырова, г.Павлодар, Казахстан</u> <u>Тепловизионный контроль как инструмент энергетического обследования</u> <u>жилых и общественно-административных зданий.....</u>	<u>55</u>
<u>Д. В. Жуков</u> <u>АО «Омские распределительные тепловые сети», г. Омск, Россия</u> <u>Перевод системы теплоснабжения на качественно-количественное регулирование с</u> <u>установкой групповых ТПНС.....</u>	<u>59</u>
<u>А. К. Кинжибекова, О. В. Карпицкий</u> <u>ПГУ им. С.Торайгырова, г.Павлодар, Казахстан.</u> <u>Анализ энергетического обследования установки прокатки нефтяного кокса.....</u>	<u>63</u>
<u>С. П. Сикорский, А. В. Дед, П. С. Смирнов</u> <u>ОмГТУ, г. Омск, Россия</u> <u>К вопросу о создании многоканального анализатора качества электроэнергии.....</u>	<u>68</u>
<u>А. В. Бондаренко, А. В. Стрижиченко</u> <u>Филиал «НИУ «МЭИ» в г. Волжском, Россия</u> <u>Влияние теплового состояния грунта на работу теплонаносной системы при</u> <u>многолетней эксплуатации.....</u>	<u>75</u>
<u>Е. В. Безфамильная, И. А. Кабанова</u> <u>Филиал «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, Россия</u> <u>Рециркуляция в системах вентиляции и кондиционирования воздуха.....</u>	<u>79</u>
<u>С. А. Тугульбаев, А. В. Варганова</u> <u>МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск, Россия</u> <u>Влияние соединительных муфт на потери электрической энергии в кабельных</u> <u>линиях.....</u>	<u>83</u>
<u>А. А. Колесников</u> <u>Филиал «СамГТУ» в г. Сызрани, Россия</u> <u>Нечеткий регулятор для управляемой плавки отложений на воздушных линиях</u> <u>электропередач.....</u>	<u>87</u>



УДК 62-533.6

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЕГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

Е.В. Приходько, А.К. Кинжибекова, А.Т. Кажыбаева, М.Г. Увайсова
*Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова, г.Павлодар,
Казахстан*

Аннотация В статье приведены описание расчёта значений среднего ресурса работы деаэратора ДП-500/120, основанного на результатах его обследования. Данный параметр имеет важное значение при продлении срока службы оборудования, вышедшего за предельные сроки эксплуатации. Обработка результатов обследования (остаточной толщины стенки деаэратора) позволила провести расчёт среднего ресурса работы деаэратора. Проведено сравнение с расчётом по традиционным показателям, исходя из средней скорости коррозии. Полученные результаты в практике эксплуатации деаэраторов позволяют сделать вывод о том, что рассматриваемая методика даёт более точные значения.

Ключевые слова – надёжность, средний ресурс, деаэратор.

I. ВВЕДЕНИЕ

Деаэратор ДП-500/120, эксплуатирующийся на ТЭЦ-3 АО «Павлодарэнерго», подвергается коррозионному изнашиванию в процессе эксплуатации. Он предназначен для удаления коррозионно-агрессивных газов (кислорода и свободной углекислоты) из питательной воды паровых котлов и подпиточной воды при давлении до 0,6 МПа и температуре 164–168 °С.

При этих параметрах он является опасным производственным объектом и на него распространяются «Правила обеспечения промышленной безопасности при эксплуатации оборудования, работающего под давлением» [1].

II. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

С целью продления срока службы было проведено техническое диагностирование, включающее измерение остаточной толщины стенок обечайки и днищ корпуса деаэратора. Было принято решение по результатам диагностического исследования произвести расчёт среднего ресурса работы деаэратора согласно методике [2].

III. ТЕОРИЯ

Техническое диагностирование включает разбивку внутренней поверхности деаэратора на участки и измерение остаточной толщины стенки толщиномером (в нашем случае – ультразвуковым толщиномером DM5E).

Результаты проведённых замеров сведены в таблицу 1. Коэффициент вариации V_h для участков внутренней поверхности был определён в соответствии с [2].

Результаты замеров показывают неравномерность разрушения стенки деаэратора, как по окружности, так и по длине обечайки корпуса деаэратора. Эта неравномерность объясняется тем, что при ручном ведении режимов может происходить резкое изменение уровня деаэрированной воды в деаэраторном баке. При повышении уровня выше допустимого происходит недогрев воды. Даже при незначительном недогреве воды до температуры кипения остаточное содержание кислорода в воде резко



возрастает, что делает опасным применение такой воды для питания котлов и приводит к коррозионным процессами внутри корпуса бака.

ТАБЛИЦА I
ХАРАКТЕРИСТИКИ ГЛУБИН ПОВРЕЖДЕНИЙ ОБЕЧАЙКИ

Номер участка	Число измерений на участке, N	Среднее значение глубины коррозионных повреждений h , мм	Коэффициент вариации V_h
1	2	1,8	0,35
2	6	1,9	0,42
3	6	1,7	0,33
4	6	1,8	0,35
5	6	1,4	0,29
6	2	1,6	0,30

Количество выделившихся при термической деаэрации из воды газов за определенный промежуток времени прямо пропорционально поверхности и времени соприкосновения воды с паром, и зависит от физических свойств растворенных в воде газов. Поддержание достаточного количества выпара является одним из основных условий для эффективной работы деаэратора. С понижением расхода выпара остаточное содержание кислорода в деаэрированной воде быстро возрастает, что также способствует возникновению коррозионных разрушений.

IV. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Для выяснения значимости различий в глубине повреждений (коррозии) корпуса деаэратора на разных расстояниях от подачи пара поверхность развертки была разбита на шесть смежных участков.

В результате исследований установлено, что на части рассматриваемых участков (№ 1-6) различия в глубине повреждений стенок не является статистически значимыми, и могут быть объединены в одну выборку. После объединения результаты измерений глубины повреждений были нанесены на вероятностную бумагу Вейбулла.

Расположение точек на одной прямой линии свидетельствует о соответствии полученного эмпирического распределения теоретическому распределению Вейбулла и о правомерности применения для прогнозирования ресурса деаэратора методики [2].

Для выполнения расчета необходимо определить критерии предельного состояния оборудования и параметры распределения глубин повреждений, приведенные к моменту наступления предельного состояния.

Критерием предельного состояния корпуса деаэратора является уменьшение толщины стенки до 7 мм (при первоначальной толщине 12 мм) на внутренней поверхности, составляющей от общей площади 5 %.

Расчетный средний ресурс деаэратора, выполненный по этой методике, равен значению в 29,2 года, что соответствует реальным условиям эксплуатации (при значении средней скорости коррозии 0,2 мм/год).

V. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Проведём сравнение полученных результатов с результатами расчёта традиционным методом. Для оценки срока службы деаэратора T_D используем значение минимальной толщины стенки (при переходе её в предельное состояние) и средней скорости коррозии [3]:

$$T_D = \frac{h_n}{c} = \frac{7}{0,2} = 35 \text{ лет.}$$



VI. ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, значение среднего ресурса, рассчитанного по рассматриваемой методике, составляет 29,2 года, при расчёте традиционным показателем (по средней скорости коррозии) – 35 лет. Исходя из полученных результатов и практики эксплуатации деаэраторов, можно сделать вывод, что рассматриваемая методика даёт более точные значения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Правила обеспечения промышленной безопасности при эксплуатации оборудования, работающего под давлением: утверждены приказом Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 30 декабря 2014 года №358.
- [2] РД 26.260.004-91 «Прогнозирование остаточного ресурса оборудования по изменению параметров его технического состояния при эксплуатации». Изд-во НИИХИММАШ, М., 1992. – 50 с.
- [3] РД 03-421-01 Методические указания по проведению диагностирования технического состояния и определению остаточного срока службы сосудов и аппаратов: утверждены постановлением Госгортехнадзора России от 06.09.01 № 39

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Е.В. Приходько, к.т.н., доцент, профессор, john1380@mail.ru
А.К. Кинжибекова, к.т.н., и.о. профессора, akmaral70@mail.ru
А.Т. Кажыбаева, магистрант, dilva_880420@mail.ru
М.Г. Увайсова, магистрант, m.uvaissova@vandex.ru