

УТВЕРЖДАЮ:

Заместитель генерального директора
ОАО «Всероссийский Теплотехнический
научно-исследовательский институт»
(ОАО ВТИ), к.т.н.

В.В. Мартынов
« 02» апреля 2018 года.

ОТЗЫВ

ведущей организации ОАО «Всероссийский теплотехнический научно-исследовательский институт» на диссертационную работу Савостьяновой Людмилы Викторовны **«Прогнозирование технического состояния паровых турбин для повышения эффективности ремонтной деятельности»**, представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.14.14 – «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты».

1. Актуальность диссертационной работы.

Энергетическая стратегия России на длительную перспективу вместе с созданием новых энергоэффективных парогазовых, газотурбинных электростанций и разработкой оборудования на суперкритические параметры пара предусматривает создание условий для продления срока эксплуатации действующего энергетического оборудования.

Учитывая, что значительная часть генерирующего оборудования на тепловых электростанциях отработала свой назначенный ресурс можно констатировать, что износ паротурбинных установок многих электростанций достиг уровня, при котором дальнейшая эксплуатация становится опасной.

Наиболее частыми причинами повреждений являются недостатки в организации эксплуатации и технического обслуживания, ремонтных и диагностических работ.

Существует объективная необходимость совершенствования технологии ремонтно-эксплуатационного обслуживания паровых турбин, отработавших большой срок, для обеспечения условий дальнейшей безаварийной работы.

Тема диссертации актуальна с научной точки зрения и имеет прикладное значение, дает основания для перехода на новую систему ремонтного обслуживания турбин по фактическому состоянию и позволяет уточнить ресурс длительно работающих турбин.

2. Научная новизна, обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, изложенных в работе.

Научная новизна диссертационной работы заключается в разработанных автором методических подходах прогнозирования и оценки индивидуального срока службы длительно работающего оборудования на основе ремонтной документации, что позволяет совершенствовать регламент и технологию ремонтных кампаний.

В основе такого подхода лежит формирование для электростанции базы данных индивидуально для каждой турбины, ее узлов, деталей, элементам на основе ремонтной истории.

Достижениями работы является:

- использование ремонтной документации для создания массива данных об образовании дефектов. В настоящее время после прекращения выпусков обзоров ОРГРЭС ремонтная документация фактически не используется;
- разработка методики сбора и обработки информации по эксплуатации и ремонтам;
- разработка алгоритма и методики расчета процесса образования дефектов;
- разработка методики расчета для прогнозирования остаточного ресурса паровых турбин.

На защиту выносятся:

- методика сбора и анализа информации по эксплуатации и ремонтам;
- методика определения показателей производственных циклов турбины;
- методика расчета остаточного ресурса по материалам ремонтной истории.

Достоверность результатов и выводов обеспечена применением разработанных методик (основанных на экспериментальных данных и нормативных методах), фундаментальных закономерностей технической термодинамики, гидрогазодинамики, теплопередачи. Основные результаты диссертации неоднократно обсуждались на профильных конференциях и были опубликованы в рецензируемых технических журналах.

3. Практическая значимость полученных результатов.

Практическая значимость и использование результатов работы заключается:

- в создании макета информационной модели в виде базы данных по ремонтной истории турбин;

- в создании и апробации на тепловой электростанции программного продукта по учету ресурсных характеристик и расчету показателей производственных циклов.

Автором проверена вариативность применения разработанных методик. Результаты диссертационной работы являются значимым вкладом в повышение эффективности ремонтной деятельности и могут быть использованы на стадии подготовки объемов капитальных ремонтов.

4. Структура и содержание работы.

Диссертация Л.В. Савостьяновой имеет традиционную структуру и состоит из введения, четырех глав, заключения, пяти приложений, терминов и определений, списка литературы из 138 наименований, содержит 45 иллюстраций и пояснительных таблиц.

Основной текст диссертации изложен на 125 страницах, 28 таблиц общий объем диссертации составляет 143 страницы.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, указана степень проработки темы исследования. На этой основе сформулированы цели и основные задачи исследования, выносимые на защиту положения, характеризующие научную новизну, практическую значимость. Обозначены методы исследования и направления по реализации результатов работы.

В первой главе выполнен обзор работ по теме диссертации. Показано что этой проблемой пытались заниматься в ЦКТИ, ВТИ, МЭИ и на Украине. На основании анализа сформулированы задачи исследования.

Во второй главе представлен анализ неисправностей элементов турбоустановки и причин отказов. Показано, что наиболее повреждаемыми системами являются системы регулирования и парораспределения, а причинами отказов – недостатки эксплуатации и дефекты ремонта. Базовым понятием надежности принимается вероятностный назначенный ресурс (ВРН) и плотность вероятности нарастания дефекта до критического уровня.

Из этих понятий вычисляется назначенный межремонтный ресурс (НМР) и другие показатели надежности. НМР учитывает изменения всех дефектов установки и позволяет устанавливать момент следующего капитального ремонта

В третьей главе приведены результаты разработки методики. Проведена классификация блоков узлов и деталей паровых турбин, что позволило создать программный продукт «База данных ремонтной истории турбоустановки», позволяющий обеспечить сбор, хранение, структурирование данных ранее проведенных ремонтных работ на паро-

вой турбине и число пусков-остановов, что влияет на продолжительность межремонтного периода.

В четвертой главе выполнены исследования по определению индивидуального срока службы паровой турбины, как элемента новой ремонтно-эксплуатационной технологии турбины. Для расчета индивидуального ресурса турбины была применена модель оценки дефектообразования в подшипниках турбоагрегата на основе измерения вибрации с расчетом остаточного ресурса, как суммарной наработки объекта от момента контроля технического состояния до перехода объекта в предельное состояние. Для расчета характеристик дефектообразования подшипников использованы массивы данных из ремонтной документации прошлых лет, что позволило вычислить расчетные эквивалентные характеристики динамики уровней вибрации опор. Показано, что знание среднего прироста виброскорости позволяет оценить остаточный ресурс паровой турбины по пускам. Достоверность разработанной математической модели расчета остаточного ресурса подтверждена проведенными расчетами погрешностей расчета.

В приложениях представлены:

- копия свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ;
- фотографии с повреждениями и дефектами агрегатов, узлов, деталей турбоагрегатов;
- на примере турбины Т-175/210-130 ст.№4 Омской ТЭЦ-5 описана история ремонтов турбины, рассчитаны ресурсные характеристики и определен остаточный ресурс работы;
- копии документов об использовании результатов работы в учебной работе и на энергетических предприятиях.

В заключении сформулированы основные результаты работы.

Результаты работы изложены в 15 печатных изданиях: из них 1 – монография, 2 – статьи в изданиях, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных журналах, в которых должны быть опубликованы научные результаты на соискание ученой степени кандидата наук, 12 – докладов на Всероссийских и международных научно-технических конференциях, 1 – зарегистрированный программный продукт.

Название, форма и содержание диссертационной работы полностью соответствуют специальности 05.14.14 – «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты». Содержание автореферата в сжатом виде полностью отражает основное содержание диссертации.

Замечания по диссертации и автореферату

1. Из анализа повреждаемости турбин следует, что наиболее повреждаемыми системами являются система регулирования и парораспределения. Но как эта повреждаемость связана с вибрацией неясно.

2. В начале диссертации проводится классификация основных узлов турбины (проточная часть, маслосистема, система регулирования, подшипники и т.д.), когда в работе должным образом уделяется внимание только дефектам подшипников. В диссертации отмечается, что по каждой турбине формируется база данных по её узлам, деталям и элементам на основе ремонтной истории. Однако в работе рассматривается только три аспекта – вибрация, наработка и количество пусков. Спорным выглядит критерий выбора вибрации как параметра определяющего срок службы турбоагрегата в целом. По нашему мнению, такой выбор является необходимым, но не достаточным.

3. В работе не в полной мере использован математический аппарат теории надёжности с использованием теории вероятности и математической статистики. Все расчёты проводятся по среднему значению. Таким образом, на основании работы нельзя сделать вывод об эффективности используемого метода. Иными словами не понятно, в каком количестве случаев предсказанный межремонтный период больше или меньше фактического периода до возникновения дефекта. Вопрос является достаточно ответственным, чтобы определять межремонтный интервал только по среднему значению и только по параметру вибрации. Вместе с тем представляется, что решение такой сложной задачи как прогнозирование ресурса паровой турбины, в условиях недостаточности исходных данных, возможен только с использованием статистики.

Заключение

Указанные замечания не снижают общего благоприятного впечатления о работе как о целостном, комплексном исследовании индивидуального ресурса паровой турбины.

Диссертационная работа Савостьяновой Людмилы Викторовны **«Прогнозирование технического состояния паровых турбин для повышения эффективности ремонтной деятельности»** представляет собой научно-квалификационную работу на актуальную тему и по содержанию, форме и полученным результатам соответствует критериям п.п. 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней, утверждённым постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842. Автореферат диссертации содержит основную информацию и выводы по работе.

Автор работы Савостьянова Людмила Викторовна заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.14.14 – «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты».

Диссертационная работа и отзыв на нее обсуждены на расширенном заседании НТС отделения турбинных установок ОАО «ВТИ» (протокол № 03/02 от 02 апреля 2018 года). Присутствовали: докторов технических наук – 6, кандидатов технических наук – 5.

Председатель НТС:

Заведующий отделением турбинных
установок ОАО «ВТИ», к.т.н.

Тарадай Дмитрий Вадимович

Научный руководитель, председатель
ученого совета ОАО «ВТИ», д.т.н.

Тумановский Анатолий Григорьевич

Подписи Тарадая Дмитрия Вадимовича и Тумановского Анатолия Григорьевича заверяю:

Руководитель отдела управления кадрами ОАО «ВТИ»

Белова Е.Ю.

Сведения о ведущей организации:

Открытое акционерное общества «Всероссийский дважды ордена Трудового Красного Знамени Теплотехнический научно-исследовательский институт» (ОАО «ВТИ»)

Р.Ф., 115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 14.

E-mail: vti@vti.ru.

Факс: (495) 234-74-25; 679-59-24.

Телефоны: (495) 234-74-27; 234-74-30.