

УДК 621.791.052

КОНЦЕПЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА ПО ДИАГНОСТИКЕ СВАРНЫХ СУДОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Погодаев В.П., Погодаев А.В., Гридасов А.В.

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток
Владивосток, Россия (690000, г. Владивосток, ул. Суханова, 8) pogodaev-av@mail.ru*

Разработана физическая модель накопления поврежденности и роста усталостной трещины в сварных металлоконструкциях объектов при вполне определенном состоянии металла, сформированном технологической и эксплуатационной наследственностью и характерных для данного объекта условиях эксплуатации, позволяет рассчитывать остаточный ресурс.

Ключевые слова: физическая модель, накопление поврежденности, усталостная трещина, сварные металлоконструкции, остаточный ресурс

THE CONCEPT OF AUTOMATED WORKPLACE FOR DIAGNOSIS WELDED SHIP CONSTRUCTION

Pogodaev V.P., Pogodaev A.V., Gridasov A.V.

*Far Eastern Federal University, Vladivostok
Vladivostok, Russia (690000, Vladivostok, Suhanova st., 8) pogodaev-av@mail.ru*

Developed a physical model of damage accumulation and growth of fatigue cracks in welded metal objects at a quite definite state of the metal formed by technological and operational characteristics and family history for a given object conditions, allows the calculation of residual life.

Keywords: physical model of damage accumulation, fatigue crack, weld metal, residual life

Обеспечение эксплуатационной надежности судов является важной задачей. Основная черта разработанной модели заключается в объединении априорной информации об объекте, имеющейся на стадии проектирования, и апостериорных данных, получаемых в ходе технического диагностирования в любой момент эксплуатации. Исходя из анализа современного состояния исследований в данной области, была сформулирована следующая цель- разработка методики испытаний для изучения особенности зарождения и развития разрушения на нано- и микроуровне в сварных конструкциях из феррито-перлитных сталей. Для достижения этой цели предложен метод, совмещающий следующие испытания:

1. Испытание сварных образцов при статическом нагружении на универсальной машине УН-1000кНІ (Shimadzu, Япония).

2. Измерение микротвердости и микропрочности характеристик по зонам сварного соединения с использованием динамического супермикротвердомера ДУН-211S (Shimadzu, Япония).

3. Исследование рельефа и морфологии поверхности на оптическом микроскопе и атомно – силовом микроскопе SPM-9600 (Shimadzu, Япония) [6].

При этом достоверность и корректность окончательных выводов при оценке эксплуатационной надежности во многом определяется достоверностью апостериорных данных и результатов их обработки. Кроме того, длительный простой оборудования при проведении экспертных работ по экономическим причинам нецелесообразен, а процесс разрушения на определенных стадиях его развития достаточно динамичен, и в этом случае минимизация продолжительности экспертных оценок однозначно актуальна, при этом процесс прогнозирования в отношении применения работ в конкретных условиях производства определяется не только техническими характеристиками, но и наличием (или отсутствием) у исполнителя этих средств [2].

Одним из путей устранения обозначенных проблем является комплексная автоматизация процедуры оценки эксплуатационной надежности [4, 5].

В общем случае процедуру оценки эксплуатационной надежности судовых сварных конструкций можно разбить на несколько условных этапов [3]. На первом - выполняется общий анализ технической документации и непосредственно объекта. Определяются особенности изготовления, монтажа, ремонтов и эксплуатации объекта. Устанавливается номенклатура технических параметров, предельных состояний, выявляются наиболее вероятные отказы и повреждения, а также элементы металлоконструкции объекта, поврежденность которых наиболее вероятна. Повышения достоверности и обеспечения полноты информационных данных по этому этапу, сокращения его продолжительности можно достичь за счет обобщения накопленной статистической информации, сведенной в банки данных, с определенной процедурой поиска и анализа информации.

На втором - выполняется оценка технического состояния объекта. В качестве определяющих параметров принимаются параметры, изменение которых в отдельности или совокупности может привести объект в неработоспособное (предельное) состояние. Выполняется визуально-оптический контроль и прямые инструментальные измерения, дефектоскопия, механические испытания и металлография. Результаты контрольно-диагностических операций следует сводить в один информационный блок и исследовать аппаратно-программными средствами в полной взаимосвязи. Наиболее трудоемким процессом в составе работ по оценке параметров технического состояния являются металлографические количественные исследования, характеризующиеся низкой производительностью ручной обработки и субъективной операторской оценкой параметров структуры, что в конечном итоге влияет на достоверность результатов структурного анализа и приводит к некорректным ресурсным оценкам. В этом случае повышение достоверности данных и сокращение продолжительности металлографических исследований достигается за счет автоматизации процесса исследования микроструктуры элементов металлоконструкций объекта на базе методов оптической и цифровой обработки изображений.

На третьем - на базе параметров технического состояния рассчитываются характеристики эксплуатационной надежности, и осуществляется принятие решения по условиям дальнейшей эксплуатации объекта. Расчет должен выполняться с использованием средств вычислительной техники по оригинальным специальным программам в реальном режиме времени.

Поставленная задача автоматизации процедуры оценки эксплуатационной надежности объекта должна решаться комплексно, за счет разработки экспертной системы (рис.1.) в виде совокупности программно-аппаратных средств, составляющих основу автоматизированного рабочего места (АРМ) эксперта, и комплекса технических средств диагностики (ТСД). АРМ и комплекс ТСД должны быть объединены программным обеспечением анализа диагностической информации и расчета показателей надежности объекта. И если к настоящему времени комплексы ТСД достаточно развиты и оптимизированы, то АРМ эксперта требует дополнительной проработки.

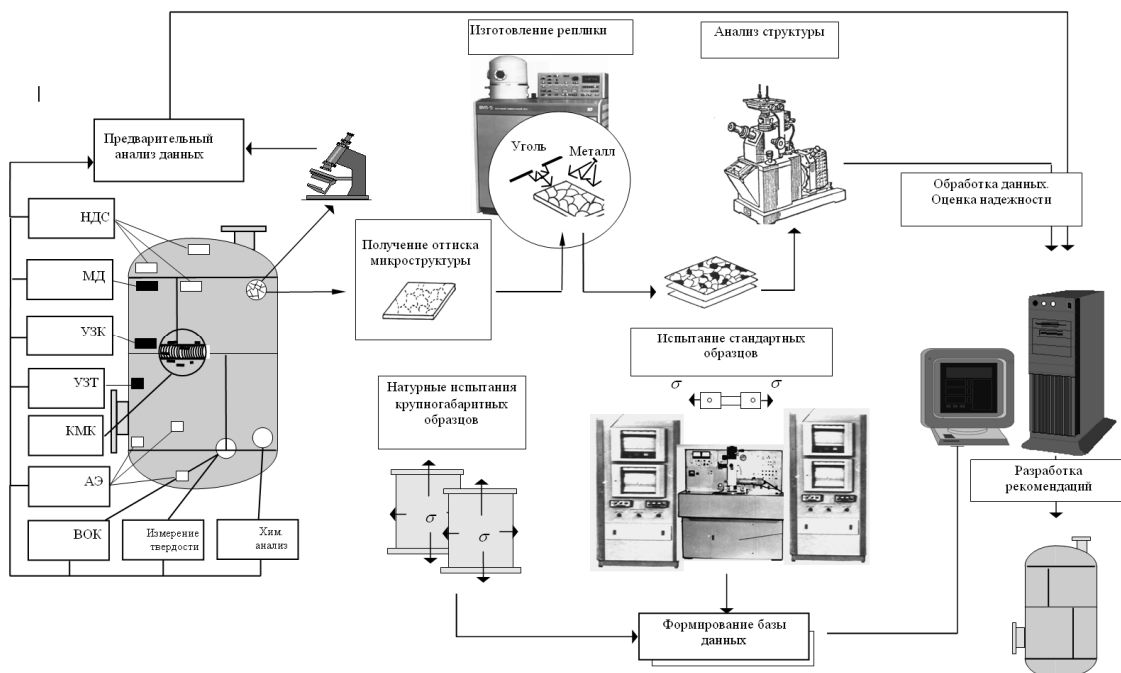


Рис.1. Комплекс технических средств оценки эксплуатационной надежности.

Исходя из процедуры оценки эксплуатационной надежности судовых конструкций, сформулируем основные функции АРМ. По назначению их можно разделить на следующие основные группы.

1. Функции, связанные с вводом и предварительным анализом исходной диагностической информации.
2. Функции, связанные с оценкой технического состояния объекта.
3. Функции, связанные с расчетной оценкой критериев эксплуатационной надежности.
4. Создание и сопровождение информационных банков данных.

Определим архитектуру АРМ, позволяющую реализовать указанные функции в полевых и стационарных условиях. Как уже указывалось, в процессе визуально-оптического контроля, прямых инструментальных измерений, дефектоскопии, механических испытаний и металлографии оцениваются параметры, определяющие техническое состояние объекта, изменение которых в отдельности или совокупности может привести объект в неработоспособное (предельное) состояние. Для выполнения предварительного анализа исходной диагностической информации и оценки технического состояния объекта

требуется обеспечить ввод этой информации в ЭВМ. Следует отметить, что используемые в настоящее время стандартные ТСД (УЗ дефектоскопы, УЗ толщиномеры, магнитные дефектоскопы, приборы акустической эмиссии и т.п.) имеют определенную возможность накопления информации, снимаемой с объекта. И в этом случае в АРМ должны быть предусмотрены лишь средства сопряжения ТСД с ЭВМ с учетом удаленности аналитического центра от объекта исследований и программное обеспечение (ПО), осуществляющее поддержку данного сопряжения. В связи с высокой стоимостью, уникальностью и сложностью оборудования актуальным является обеспечение дистанционного доступа исследователей к комплексу аналитического оборудования.

Для этого реализованы следующие основные составляющие удаленного доступа:

1. Сервер, соединяющий оборудование с компьютерами удаленных пользователей через сети Internet.
2. Видеонаблюдение за экспериментом.
3. Аудиосвязь между оператором и удаленными пользователями [1].

Другого уровня сложности задача выполнения металлографических количественных исследований. Для ее решения в составе АРМ эксперта спроектирована подсистема наблюдения, фиксации и обработки зеренных изображений. Подсистема состоит из двух блоков: блок первичного экспресс анализа и блок полного анализа в стационарных условиях аналитического центра. Первичный экспресс анализ выполняется непосредственно на объекте по следующей последовательности:

- подготовка микрошлифа в выбранном районе элемента металлоконструкции объекта;
- съём зеренной информации с использованием системы “металлографический микроскоп (ММУ-3) - цифровая камера”;
- ввод оцифрованного изображения в мобильную ЭВМ и первичная обработка данных;
- передача данных на стационарную ЭВМ с использованием модемной связи.

Полный анализ выполняется в стационарных условиях аналитического центра по следующей последовательности:

- подготовка микрошлифа в выбранном районе элемента металлоконструкции объекта и получение оттиска микроструктуры;
- изготовление реплики с использованием вакуумного поста (ВУП-5);
- получение изображения структуры с использованием металлографического и просвечивающего микроскопов (в зависимости от уровня задачи);
- оцифровка изображения (цифровая камера или сканер) и передача информации в ЭВМ для окончательного анализа.

Архитектура ПО АРМ эксперта разработана в виде совокупности следующих блоков: “Администратор” - управляющая программа, обеспечивающая ввод исходной информации и координацию подсистем; “Структура” - ПО, обеспечивающее ввод, трансформацию и коррекцию зеренной информации и установление зависимостей “параметры структуры - свойства металла”; “Банк данных” - ПО, позволяющее ведение и актуализацию банков данных типа “Объект”, “Материалы”, “Сварные соединения”, “НТД” и др.; “Ресурс” - программа выполняющая расчет долговечности исследуемого объекта; “Отчет” - программа формирования заключения и отчетной документации. В

программном обеспечении АРМ реализованы принципы “дружественного интерфейса” с пользователем, не имеющим специальной подготовки в области вычислительной техники. В качестве сервисной основы ПО выбраны стандартные приложения MSOffice для Windows`95: Word 7.0, Excel 7.0, Access 7.0. В качестве базовых языков программирования использовались C, Borland Pascal, Access-Basic.

Для автоматизации ресурсных расчетов в среде Access на языке Access-Basic выполнена программа “Ресурс”, позволяющая рассчитать полный и остаточный ресурс исследуемого объекта и оценить влияние технологической наследственности, уровня текущей поврежденности и параметров эксплуатации на его эксплуатационную надежность. Центральным элементом является администрирующая подпрограмма “Вводимые параметры”, выполняющая функции ввода исходных данных и осуществляющая связи со стандартными Windows-приложениями для обработки результатов расчетов.

В качестве исходных данных принимаются:

- параметры объекта (по результатам прямого анализа и с подключением БД “Объект” и “НТД”);

- параметры эксплуатационного двухчастотного цикла нагружения (по результатам прямого анализа и с подключением БД “Объект”);

- параметры технологической наследственности - уровень ОСН, структурная неоднородность, уровень концентрации напряжений (по результатам прямого анализа и с подключением результатов работы подпрограмм “ОСН”, “Структура”, “Коэффициент концентрации напряжений”, и БД “Объект”, “Материалы”, “Сварные соединения”);

- механические характеристики материала (по результатам механических испытаний и химического анализа и с подключением БД “Материалы”, “Сварные соединения”);

- характеристики эксплуатационной поврежденности (по результатам технического диагностирования и с подключением результатов работы подсистемы наблюдения, фиксации и обработки зеренных изображений).

Окончательные результаты работы программы “Ресурс” используются для оптимизации эксплуатационных режимов объектов, имеющих определенный уровень технологической и эксплуатационной поврежденности, и корректировки технологических процессов изготовления, монтажа и ремонта, с позиций эксплуатационной надежности.

Работа выполнена в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг. Проект: П933 «Исследование технологической надежности сварных соединений стальных судовых конструкций с усталостными трещинами».

Список литературы

1. Гридасов А.В., Погодаев А.В., Погодаева Л.Ф. Лабораторный комплекс для исследований физико-механических характеристик поверхности металла сварных соединений // Современные наукоемкие технологии. 2010. № 1. С. 91-92.

2. Корниенко В.М., Погодаев А.В. Достижение универсальности ряда мобильных технологических процессов разделения металла // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2010. № 8. С. 40-43.

3. Матохин Г.В., Гридасов А.В., Погодаев В.П., Краснов Е.Г. Состояние и проблемы развития системы сертификации потенциально опасных промышленных объектов // Вестник ДВГАЭиУ. № 3. 1997.

4. Матохин Г.В., Матохин А.В., Гридасов А.В. Диагностика и оценка остаточного ресурса элементов конструкций из низколегированных сталей // Техническая диагностика и неразрушающий контроль.- 1991.- №3.- С. 28-35.

5. Матохин Г.В., Погодаев В.П., Гридасов А.В. Оценка эксплуатационной пригодности сварных соединений с учетом остаточных напряжений при двухчастотном нагружении // Состояние и перспективы развития электротехнологии: Тез.докл. Всесоюз. научн-техн.конф.- Иваново, 1987.- С.59.

6. Погодаев В.П., Лаптев С.В., Погодаев М.В. Специальный практикум для лабораторных исследований по НИРС // Современные наукоемкие технологии. 2010. № 1. С. 96-97.