

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛА ДЛИТЕЛЬНО РАБОТАЮЩИХ ОБЪЕКТОВ

Абабков Николай Викторович, доцент каф. ТМС, к.т.н., доц.

Научный консультант: Смирнов А. Н., д.т.н., проф.

ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева», 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

В процессе эксплуатации элементов технических устройств опасных производственных объектов (ТУ ОПО) энергетической промышленности возникает целый ряд проблем, которые могут привести к техногенным катастрофам и человеческим жертвам. В первую очередь, это связано с тем, что большая часть оборудования (85–90%) выработала свой ресурс и нуждается в полной или частичной замене. Однако современное состояние экономики в теплоэнергетической промышленности не позволяет достичь поставленных целей. Поэтому весьма актуальным становится вопрос разработки новых, эффективных технологий, методов и способов оценки работоспособности и восстановления ресурса элементов технических устройств. И для обеспечения безопасной эксплуатации ответственных конструкций все более широкое распространение получает концепция, основанная на «прогнозировании и предупреждении» вместо используемой старой концепции «обнаружение и устранение»

Ранее авторами [1] разработана методология оценки предельного состояния и ресурса длительно работающего оборудования ТЭС, основанная на выявлении закономерностей изменения структурно-фазового состояний и полей внутренних напряжений в основном металле, в сварных соединениях с использованием методов структуроскопии. В рамках настоящей работы рассмотрен программный комплекс для оценки состояния металла длительно работающих объектов, основанный на применении критериев предельного состояния и оценки ресурса сварных соединений и основного металла длительно работающего оборудования [1].

Для необходимого функционирования программного комплекса были подготовлены исходные массивы данных для разработки базы данных и отдельных модулей комплекса, включающие как характеристики НК, так и значения параметров структурно-фазового состояния (фрагмент представлен в табл. 1 и 2). Алгоритм работы комплекса основан на использовании закономерностей изменения структурно-фазового состояний и полей внутренних напряжений в основном металле, в сварных соединениях с использованием методов структуроскопии и расчета комплексного критерия предельного состояния длительно работающего металла [7], который определяется по формуле

$$K_f = \frac{W_\tau - W_0}{W_f - W_0} \frac{W_f}{W_\tau} \gamma, \quad (1)$$

где γ – коэффициент, учитывающий материал контролируемого элемента; $\gamma = 1,0 \dots 1,1$; W_τ – время задержки ПАВ в металле в момент контроля; W_0 – время

задержки ПАВ в металле с исходным состоянием структуры; W_f – время задержки ПАВ в металле, исчерпавшем свой ресурс работоспособности.

Разработанный программный комплекс позволит быстро и своевременно проводить оценку состояния технических устройств опасных производственных объектов.

На рис. 1 и 2 представлена вкладка «Длительно работающий металл», предназначенная для оценки состояния основного металла различных типов оборудования, эксплуатируемых длительное время в сложных напряженных условиях. На рис. 3 и 4 показаны примеры расчета комплексного критерия предельного состояния для разных образцов длительно работающего металла.

Таблица 1. Значения времени задержки ПАВ в металле, исчерпавшем свой ресурс работоспособности – W_f и в металле с исходным состоянием структуры – W_0 . Сталь 12Х1МФ, датчик 6 МГц

Параметр	1	2	3	4	5	Среднее
W_0	4966	4967	4969	4968	4965	4967
W_f	5191	5196	5207	5209	5204	5201

Таблица 2. Значения времени задержки ПАВ в металле, исчерпавшем свой ресурс работоспособности – W_f и в металле с исходным состоянием структуры – W_0 . Сталь 12Х1МФ, датчик 6 МГц

Параметр	1	2	3	4	5	Среднее
W_0	5131	5133	5135	5136	5134	5134
W_f	5223	5215	5221	5211	5224	5218

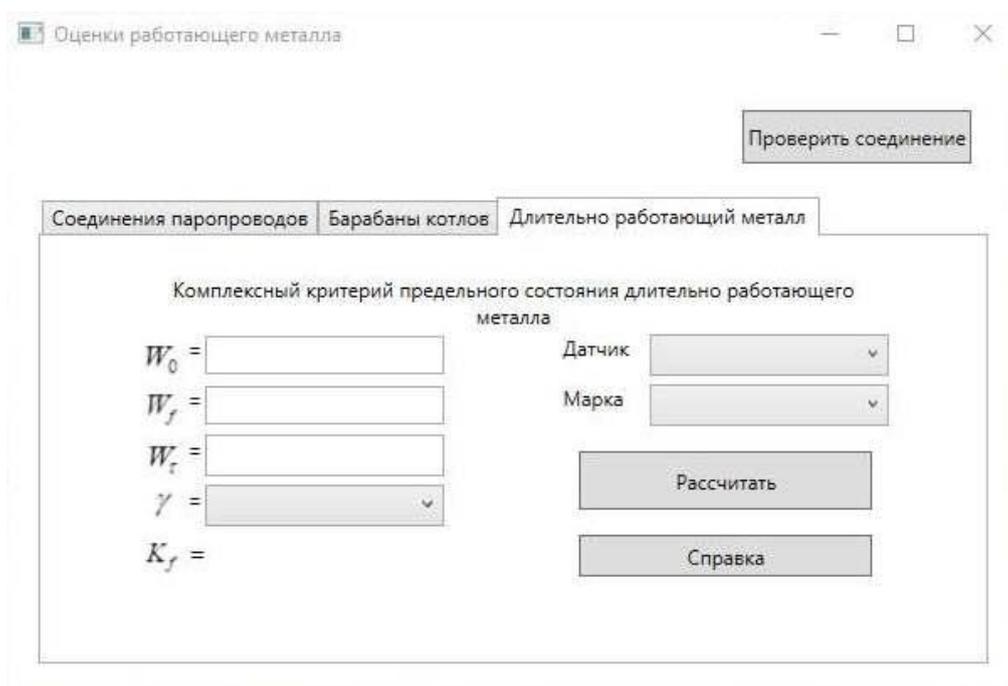


Рис. 1. Вкладка «Длительно работающий металл»

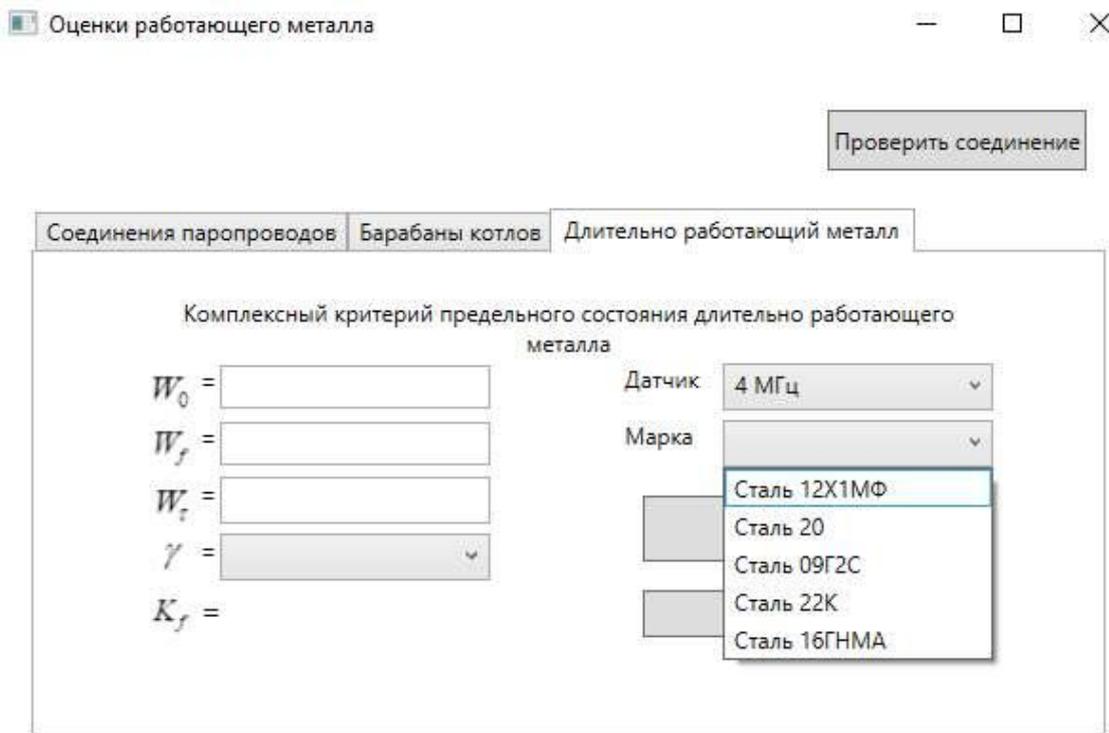


Рис. 2. Выбор марки стали, вкладка «Длительно работающий металл»

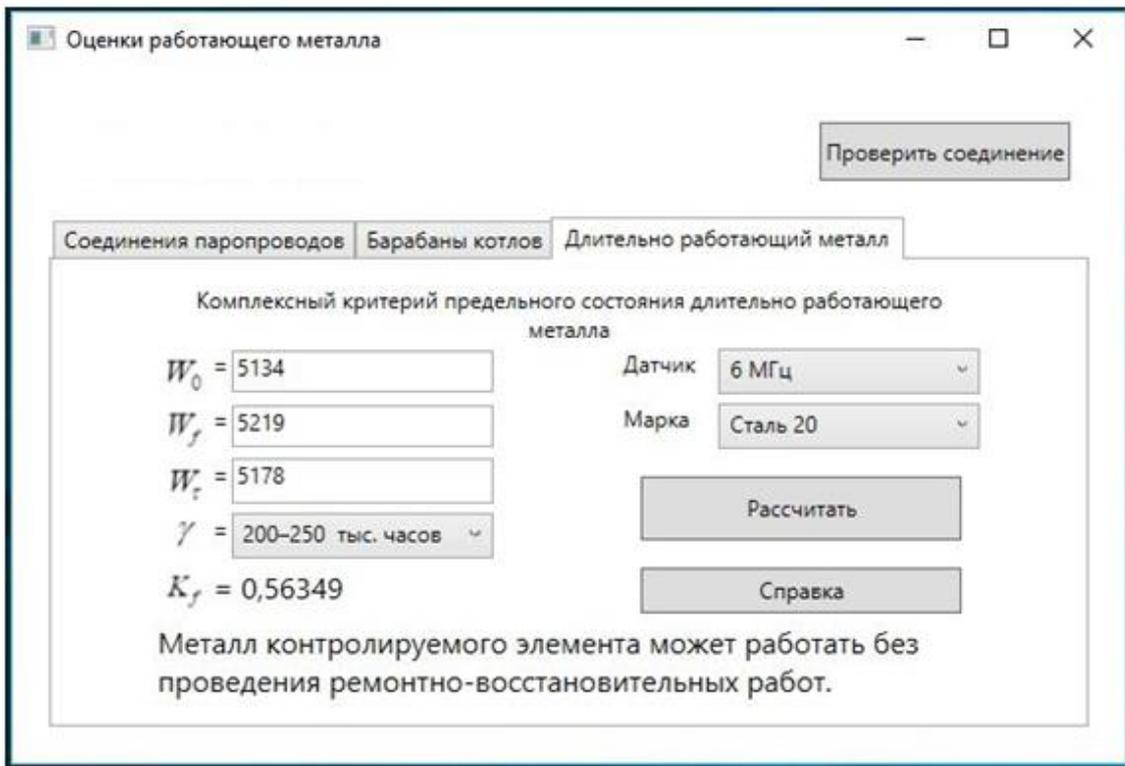


Рис. 3. Пример расчета комплексного критерия предельного состояния длительно работающего металла, который может работать без проведения ремонтно-восстановительных работ

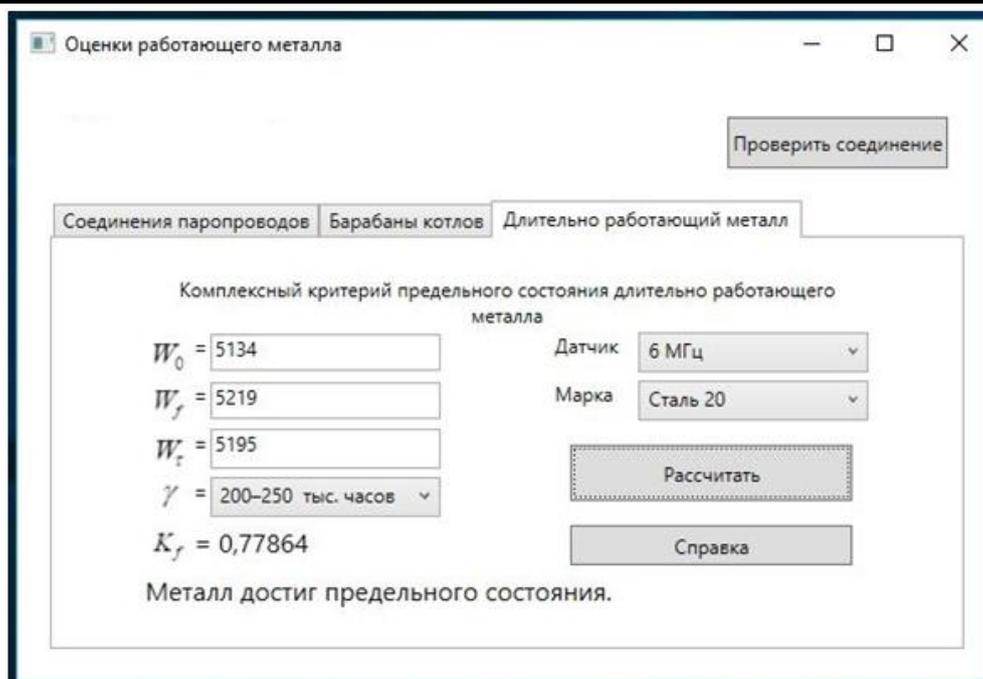


Рис. 4. Пример расчета комплексного критерия предельного состояния длительно работающего металла, который достиг предельного состояния

Таким образом, применение данной системы позволит своевременно находить существующие дефекты на опасных производственных объектах, а также давать оценку возможности появления новых, что в свою очередь положительным образом скажется на безопасности труда и повлечет значительный экономический эффект.

Выводы

1. В рамках данной работы была рассмотрена интеллектуальная автоматизированная система управления процессом неразрушающего контроля, в целях повышения эффективности технологии неразрушающего контроля металла гибов паропроводящих и воопускных труб.

2. Алгоритм работы системы основан на выявлении закономерностей изменения структурно-фазового состояний и полей внутренних напряжений в основном металле, в сварных соединениях с использованием методов структуроскопии.

3. Данная система позволит своевременно находить существующие дефекты на опасных производственных объектах, а также давать оценку возможности появления новых, что в свою очередь положительным образом скажется на безопасности труда и повлечет значительный экономический эффект.

Список литературы

1. Смирнов, А. Н. Критерии оценки технического состояния длительно работающего металла оборудования ТЭС на основе акустической структуроскопии

/ А. Н. Смирнов, Н. В. Абабков, В. В. Муравьев и др. // Дефектоскопия. – 2015. – № 2. – С. 44–51.

2. РД 34.17.421-92. Типовая инструкция по контролю и продлению срока службы металла основных элементов котлов, турбин и трубопроводов тепло-вых электростанций.

3. СТО-021-21-21-2003. Основные элементы котлов, турбин и трубопроводов тепловых электрических станций. Контроль состояния металла. Нормы и требования.

4. Смирнов А. Н., Абабков Н. В. Критерии оценки состояния и ресурса длительно работающих барабанов котлов высокого давления // Сварка и диагностика, 2013. – № 4. – С. 55–59.

5. Смирнов, А. Н. Структурная поврежденность сталей и ее оценка спектрально-акустическим и электронно-микроскопическим методами // Контроль. Диагностика. – 2004. – № 4. – С. 13–18.

6. Смирнов, А. Н. Анализ физико-механических показателей и состояния длительно работающего металла энергооборудования / А. Н. Смирнов, Н. В. Абабков, А. С. Глинка и др. // Упрочняющие технологии и покрытия, 2011. – № 11 (83). – С. 40–48.

7. Смирнов, А. Н. Разрушение и диагностика металлов / А. Н. Смирнов, В. В. Муравьев, Н. В. Абабков. – Москва-Кемерово: Инновационное машиностроение. 2016. – 479 с.