

КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗАТОР-ТОМОГРАФ ДЕФЕКТОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ СРЕДСТВАМИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДЕФЕКТΟΣКОПИИ

COMPUTER ANALYZER-TOMOGRAPH OF DEFECTS FOR EXAMINATION OF INDUSTRIAL SAFETY OF HAZARDOUS PRODUCTION FACILITIES BY MEANS OF ULTRASONIC FLAW DETECTION

Yu. Kozlov

Summary. A computer Analyzer-Tomograph of Defects for ultrasonic flaw detection of hazardous production facilities is considered on the example of control of metallurgical and refining production facilities and cryogenic equipment. Concepts/ideas of development of automation of ultrasonic flaw detection are described.

The computer Analyzer-Tomograph of Defects is designed for defect calculations, basic configuration of flaw detectors, calculations of artificial reflectors, for the formation of correction tables for instant reconfiguration of flaw detectors, computer visualization of defects, remote execution of the above services, and other information and computing functions.

The main distinctive advantages of a Computer Defect Analyzer are:

1. Visualization of all computer calculations of defect parameters, visualization of all calculations for setting up flaw detectors. This completely eliminates errors related to the human factor, which often occur when performing complex calculation operations manually, which is extremely important, especially when conducting an examination of hazardous production facilities.

2. Automation of defect calculations, analysis and evaluation of defects greatly increases productivity, reliability, quality of control and, very importantly, the visibility of all work: instrument settings, defect calculations and their evaluation. Minimizes control errors.

Makes it possible to use remote control methods in the field of non-destructive testing and industrial safety expertise,

Automation / computerization in flaw detection takes over the main functions of work management, significantly increases their productivity and reliability, systematizes and accumulates data [3], forms knowledge bases and solutions, allows creating new interfaces of interactive interaction between the flaw detector operator and the computer, promotes the transition to work management by Artificial Intelligence, robotics and, ultimately, the release of a person from dangerous, harmful, routine production.

Keywords: Computer Analyzer of Defects, Computer Analyzer-Tomograph of Defects, automation of non-destructive testing, Artificial Intelligence in flaw detection, Artificial Intelligence in non-destructive testing, Artificial Intelligence in industrial safety expertise.

Козлов Юрий Николаевич

Инженер-дефектоскопист, эксперт промышленной безопасности, программист-разработчик,

Microsoft Certified Solution Developer

Сибирский Государственный Аэрокосмический

Университет, г. Красноярск;

Научный центр аэрокосмических технологий

двойного назначения НЦ «СПЕКТР», г. Москва

lab_uzd@mail.ru

Аннотация. Рассмотрен Компьютерный Анализатор-Томограф Дефектов для ультразвуковой дефектоскопии опасных производственных объектов на примере контроля объектов металлургических и аффинажных производств и криогенной техники. Описаны концепции/идеи развития автоматизации ультразвуковой дефектоскопии.

Компьютерный Анализатор-Томограф Дефектов предназначен для расчетов дефектов, базовой настройки дефектоскопов, расчетов искусственных отражателей, для формирования корректировочных таблиц для моментальной перенастройки дефектоскопов, компьютерной визуализации дефектов, дистанционного выполнения вышеуказанных сервисов и др. информационных-вычислительных функций.

Главными отличительными преимуществами Компьютерного Анализатора Дефектов являются:

1. Визуализация всех компьютерных расчетов параметров дефектов, визуализация всех расчетов по настройке дефектоскопов. Что полностью исключает ошибки, связанные с человеческим фактором, которые часто возникают при выполнении сложных расчетных операций вручную, что исключительно важно, особенно при проведении экспертизы опасных производственных объектов.

2. Автоматизация расчетов дефектов, анализа и оценки дефектов многократно повышает производительность, надежность, качество контроля и, что очень важно, наглядность всех работ: настройки приборов, расчетов дефектов и их оценки. Минимизирует ошибки контроля.

Делает возможным использование дистанционных методов управления в области неразрушающего контроля и экспертизы промышленной безопасности,

3. Автоматизация / компьютеризация в дефектоскопии берет на себя главные функции управления работами, значительно повышает их производительность и надежность, систематизирует и накапливает данные [3], формирует базы знаний и решений, позволяет создавать новые интерфейсы интерактивного взаимодействия между оператором-дефектоскопистом и ЭВМ, способствует переходу к управлению работами Искусственным Интеллектом, роботизации и, в конечном счете, высвобождению человека из опасных, вредных, рутинных производств.

Ключевые слова: Компьютерный Анализатор Дефектов, Компьютерный Анализатор-Томограф Дефектов, автоматизация неразрушающего контроля, Искусственный Интеллект в дефектоскопии, Искусственный Интеллект в неразрушающем контроле, Искусственный Интеллект в экспертизе промышленной безопасности.

Введение

Основные требования к проведению неразрушающего контроля технических устройств, зданий и сооружений на опасных производственных объектах определены Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору в приказе N 490 от 21 ноября 2016 года Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Основные требования к проведению неразрушающего контроля технических устройств, зданий и сооружений на опасных производственных объектах» [1]

Цель настоящего исследования — комплексная, многоплановая — найти прорывные, автоматизированные (компьютерные) решения повышенной надежности, максимально многофункциональные, позволяющие решать сразу комплекс научных задач, а именно: 1) автоматизировать расчеты по настройке дефектоскопов, расчеты дефектов, их анализ и оценку; 2) обеспечить простой наглядный, надежный, легко понятный визуальный контроль алгоритма настройки дефектоскопов и расчетов дефектов, их анализ и оценку; 3) найти решение по визуализации дефектов внутри объекта контроля; 4) разработать интерфейс для дистанционного доступа к функциям компьютерного анализатора; 5) создать предпосылки для создания межотраслевого информационно-вычислительного центра; 6) создать предпосылки для создания базовых функций Искусственного Интеллекта в области неразрушающего контроля; 7) создать базу (основу) универсальной межотраслевой виртуальной лаборатории информационно-вычислительных услуг; 8) автоматизировать расчеты по проектированию эталонов (образцов) качества для ультразвукового контроля для всех отраслей промышленности, зданий и сооружений [4][5]; 9) разработать технологию их изготовления; 10) организовать оперативную реализацию эталонов (образцов) качества для УЗК, используемых в области неразрушающего контроля и экспертизы промышленной безопасности.

Если бы эти решения (информационно-вычислительные сервисы и эталоны качества) были в свое время доступны и применены в работе Нурекской ГЭС, Саяно-Шушенской ГЭС, то с высокой вероятностью можно утверждать, что катастрофы, возможно, можно было избежать!

Все цели исследования, в основном, были достигнуты и реализованы в виде четырех запатентованных решений (описания ниже). Задача исследования была поставлена архиважная, имеющая высочайшее государственное значение. На опыты, исследования, автоматизацию (компьютеризацию), поиск новых надежных решений (моделей и изобретений) в области ультразвукового контроля, их отладку и тестирование ушло более 10 лет.

Функции, методы, технологии, описанных решений были использованы в течении 15 лет, в основном, на промышленных объектах Красноярского края, в том числе Красноярском Алюминиевом Заводе, Красноярском Металлургическом заводе, ПО «Химволокно», Красноярском заводе синтетического каучука, Красноярском шинном заводе, заводе «СибТяжМаш», Сибирском Аэрокосмическом Университете, Научном Центре «Спектр», ПО «КрасТяжМаш», заводе «Сибсталь», объектах «НорильТорга», Красноярской, Ачинской, Канской, Казачинской нефтебазах, судах Российского Речного Регистра в Красноярском крае, др. предприятиях.

Компьютерный Анализатор-Томограф Дефектов предназначен для расчета площадей дефектов, настройки приборов для ультразвукового контроля, визуального анализа, контроля внутреннего состояния контролируемых объектов, с отображением дефектов внутри объектов контроля.

Главными отличительными преимуществами Компьютерного Анализатора-Томографа дефектов являются:

1. Геометрическая интерпретация всех компьютерных расчетов параметров дефектов, что впервые (!) предоставляет возможность оператору визуально контролировать сами расчеты, т.е. расчет перестает быть черным ящиком, что позволяет: — значительно сократить количество ошибок на стадии ввода оператором входных данных и на стадии управления работой программы;

— проконтролировать ход расчета и «обоснованность» выходных данных;

— выявить случайные «алгоритмические» сбои в работе программы (что случается весьма редко, является очень сложно, но всегда приводит к самым непредвиденным последствиям);

— алгоритм расчета визуализирован в виде графической динамической мультипликации, что наглядно показывает ход расчетов, диапазоны используемых величин, позволяет визуально контролировать процессы ввода, обработки и получения результатов вычислений, что значительно сокращает количество ошибок по сравнению с расчетом, выполненным вручную, и придает уверенности оператору-дефектоскописту;

2. Трехмерная визуализация контролируемых объектов с пространственным изображением дефектов внутри объектов. Это позволяет, при виртуальных перемещениях и вращениях контролируемых объектов, выявить возможные критические векторы разрушения объекта и судить о критической ориентации дефектов.

3. Существенное облегчение расчетов параметров дефектов.

Производство расчетов дефектов возможно в двух режимах.

- первый режим: расчет одиночного дефекта;
- второй режим: групповой расчет (в режиме пакетной обработки данных) всех дефектов объекта контроля или участков контроля;

4. Создание предпосылок для организации отраслевой виртуальной лаборатории неразрушающего контроля и информационно-вычислительных услуг

5. Создание предпосылок для создания системы Искусственного Интеллекта в области неразрушающего контроля

6. Автоматизация расчетов размеров/площади дефектов, оценки дефектов значительно повышает производительность, надежность, качество контроля и, что очень важно, наглядность всех работ: настройки приборов, расчетов дефектов и их оценки, минимизирует ошибки контроля и делает возможным использование дистанционных методов управления в области неразрушающего контроля и экспертизы промышленной безопасности.

7. Автоматизация и визуализация расчетов дефектов и их оценки с динамической визуализацией алгоритма процесса настройки дефектоскопов и визуализация дефектов в объекте контроля делают расчетные операции быстрыми, наглядными, надежными, визуальными контролируемыми и полностью исключают ошибки, связанные с человеческим фактором, которые часто возникают при выполнении сложных расчетных операций вручную, что исключительно важно, особенно при проведении экспертизы опасных производственных объектов. Автоматизация / компьютеризация в дефектоскопии берет на себя главные функции управления работами, повышает их производительность и надежность, систематизирует и накапливает данные [3], формирует базы знаний и решений, позволяет создавать новые интерфейсы интерактивного взаимодействия между оператором-дефектоскопистом и ЭВМ, способствует переходу к управлению работами Искусственным Интеллектом, роботизации и, в конечном счете, высвобождению человека из опасных, вредных, рутинных производств.

8. Создание условий, базовой платформы, высокопроизводительной масштабируемой компьютерной системы для дистанционного доступа к высокоинтеллектуальным информационно-вычислительным функциям в области неразрушающего контроля для малых (мелких), локальных, мобильных лабораторий, служб, дефектоскопистов, эксплуатанционщиков, сварщиков и т.д. с целью обеспечения возможности проведения ультразвукового контроля и недопущения таких катастроф, как, например, которые произошли на Нурекской

ГЭС 9 июля 1983 года, Саяно-Шушенской ГЭС 17 августа 2009 г., когда просто не было оперативной возможности обеспечить выполнение сложного глубинного ультразвукового контроля металла (контроля больших толщин металла) — оценку дефектов, расположенных на больших глубинах — в шпильках крепления крышек турбин гидроэлектростанций. Своих возможностей, по всей видимости, у ГЭС не было, а сторонние были малоизвестны из-за отсутствия, на тот момент, низкого информационного обеспечения в области ультразвукового контроля.

Представленные методы настройки приборов, расчета, анализа, оценки и визуализации дефектов, реализованные в виде Компьютерного Анализатора-Томографа Дефектов (патент №2004611317), можно использовать для контроля объектов в металлургической и аффинажной промышленности, объектов холодильной и криогенной техники, например, при контроле скиповых подъемников доменных печей, цапф ковшей, траверсов, тяг чугуновозов, слитковозов металлургических ковшей, стенок ковшей, крюков, удлинителей, элементов крюковых подвесов, валов, роторов компрессоров и т.д.

Помимо расчета и анализа каждого выявленного одиночного дефекта, разработан метод групповой обработки дефектов: их расчетов и анализов, с визуализацией дефектов внутри объекта контроля (цифровой томограф на основе Компьютерного Анализатора Дефектов).

Групповая обработка данных осуществляется за счет группового формирования параметров дефектов, занесенных в специализированные файлы в заданном формате, подготовленные для компьютерной обработки с последующим компьютерным расчетом дефектов, анализом их допустимости и визуализацией общей картины внутреннего состояния объекта для визуального контроля.

Компьютерная визуализация внутреннего состояния объекта контроля, с возможностью его виртуального вращения/перемещения на экране монитора в любых направлениях, и анализа геометрии расположения дефектов внутри объекта контроля, с целью выявления критических ориентаций дефектов (с учетом их взаимного расположения и с учетом влияния их расположения на элементы и состояния конструкции объекта контроля) позволяют обнаружить потенциально опасные сечения/зоны/состояния объектов контроля и своевременно не допустить их в эксплуатацию, тем самым предотвратив аварию или катастрофу на опасном производственном объекте.

Автоматизация расчетов, анализа и оценки дефектов (Компьютерный Анализатор Дефектов с функцией цифровой томографии) позволит создать виртуальную (дистанционную) информационно-вычислительную ла-

Панель пакетной (групповой) обработки входных параметров дефектов нескольких объектов контроля

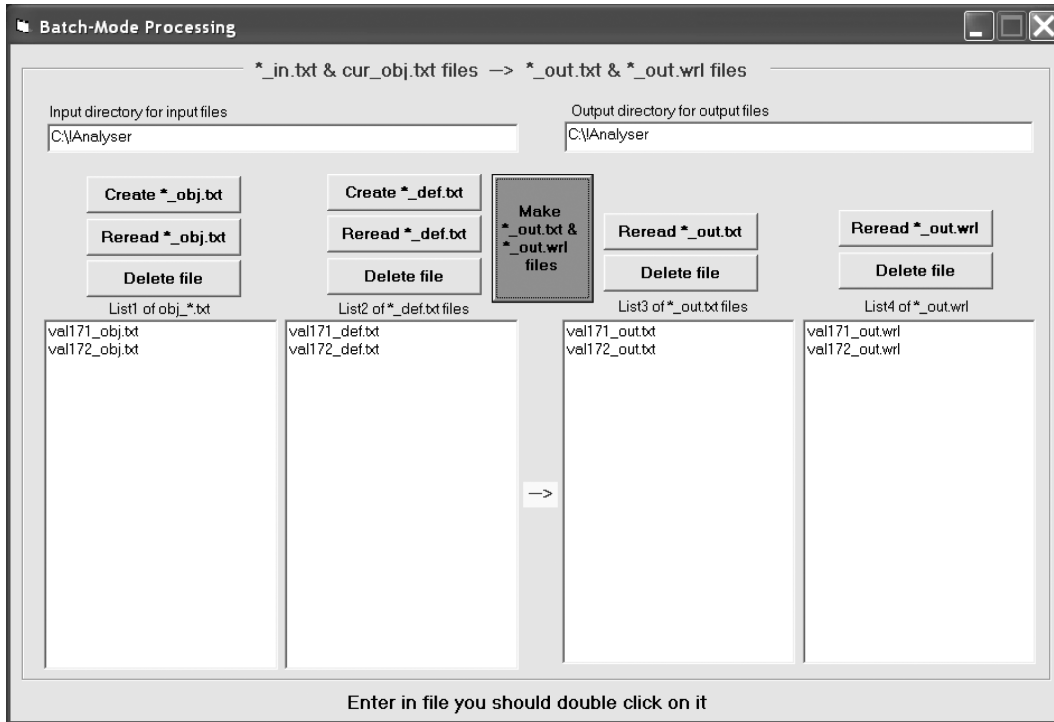


Рис. 1. Пример командной формы пакетной обработки входных данных по нескольким объектам контроля

бораторию/центр, оказывающий информационно-вычислительные услуги всем желающим лабораториям, конструкторам, эксплуатанционщикам, дефектоскопистам, сварщикам, которые захотят воспользоваться вышеописанными аналитическими услугами. Совместно может быть создана база данных технических состояний/анализов объектов, описанных, с целью унификации, на едином аналитико-алгоритмическом языке, в едином унифицированном цифровом формате для последующей экспертно-аналитической оценки состояний объектов в динамике, расчета остаточного ресурса и выработки общих рекомендаций по эксплуатации объектов [3]. В последующем накопленная информационно-вычислительная база технической информации по объектам контроля будет трансформирована в систему контроля, анализа и оценки объектов под управлением Искусственного Интеллекта (ИИ) в области дефектоскопии, разрушающего и неразрушающего контроля, технической диагностики и экспертизы промышленной безопасности.

Переходим к описанию 1) функций пакетной (групповой) автоматизированной обработки дефектов сразу нескольких объектов контроля; 2) функций моментальной перенастройки дефектоскопа модуля/блока Цифрового Консультанта Компьютерного Анализатора Дефектов; 3) описанию работы визуализатора дефектов (цифрового томографа) Компьютерного Анализатора Дефектов.

(Другие функции Компьютерного Анализатора-Томографа Дефектов будут рассмотрены в следующих статьях)

Файл с описанием дефектов по одному объекту контроля

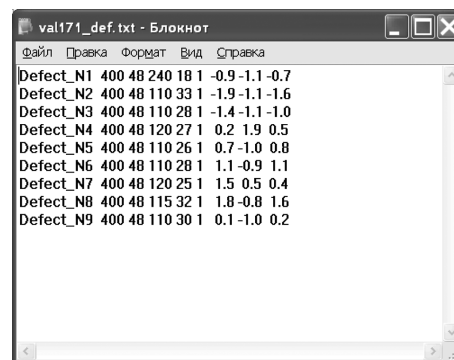


Рис. 2. Пример описания входных данных дефектов по одному объекту контроля. Количество файлов с входными данными объектов контроля не ограничено

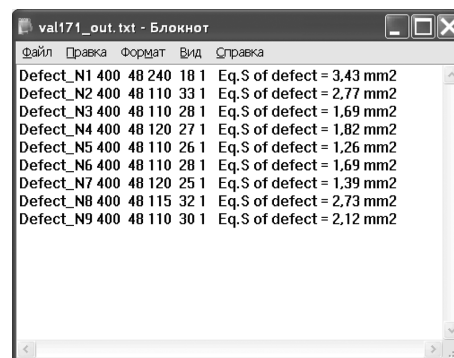


Рис. 3. Пример результатов группового расчета дефектов по одному объекту контроля

**Визуализация контроля с помощью КАД
на примере цапф ковшей**



Рис. 4. Metallurgical разливающий ковш

Фрагменты объемных изображений показаны на примере анализа внутреннего состояния **цапф металлургических ковшей** (рис.4) — объектов типа валов.

На рисунках 5–10 приведены фрагменты вращения объекта контроля — цапфы, с расположенными внутри него дефектами. Объект контроля можно перемещать и вращать в любых направлениях. А также масштабировать модель, «входить» внутрь объекта, изменять цвета, скрывать части объекта, накладывать координатную сетку, менять подсветку, анализировать параметры и расположение дефектов и т.д.

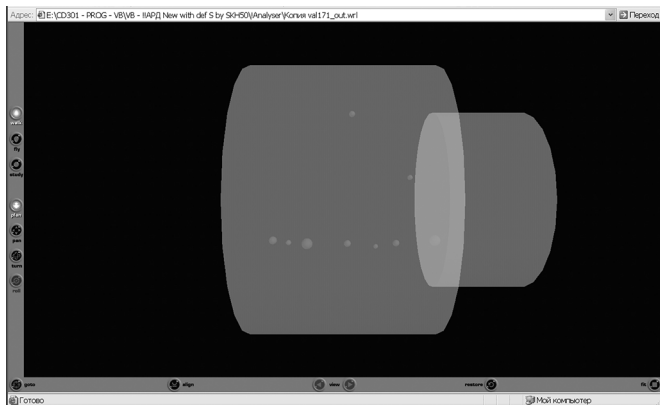


Рис. 5. Объект контроля. Фрагмент первый

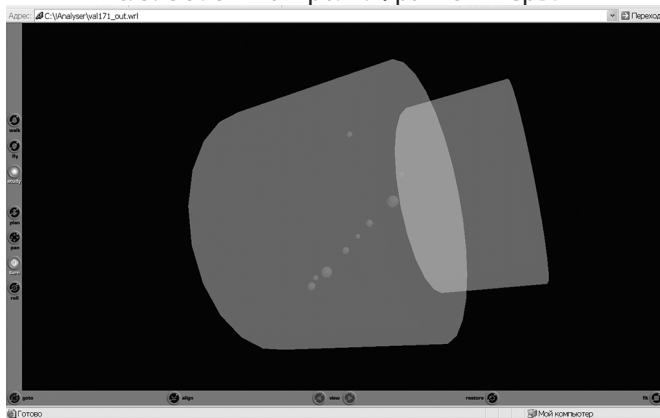


Рис. 6. Объект контроля. Фрагмент второй

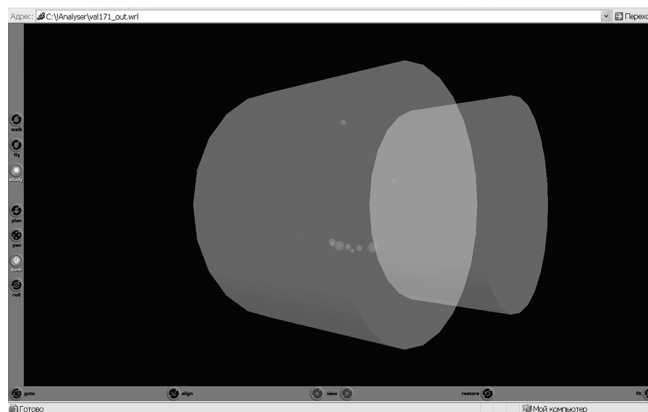


Рис. 7. Объект контроля. Фрагмент третий

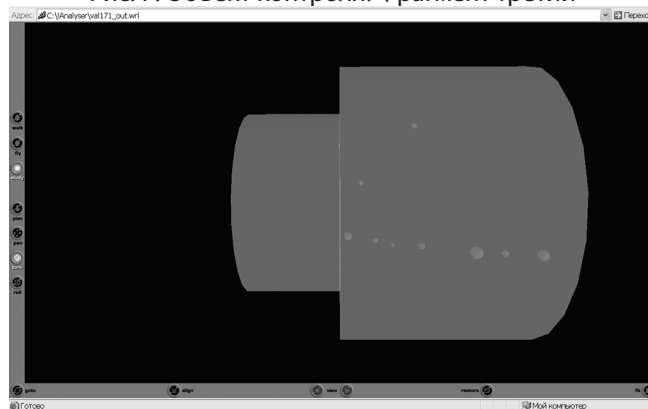


Рис. 8. Объект контроля. Фрагмент четвертый

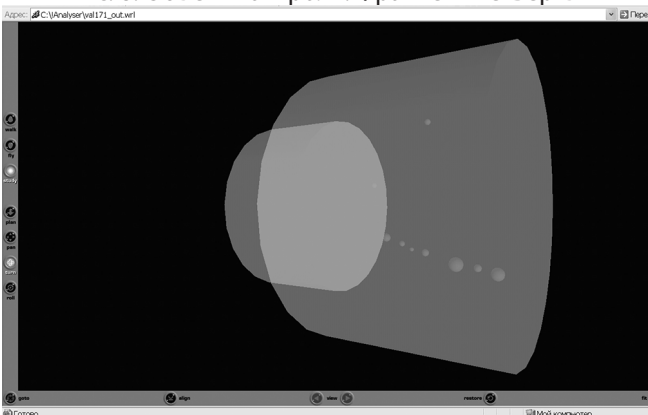


Рис. 9. Объект контроля. Фрагмент пятый

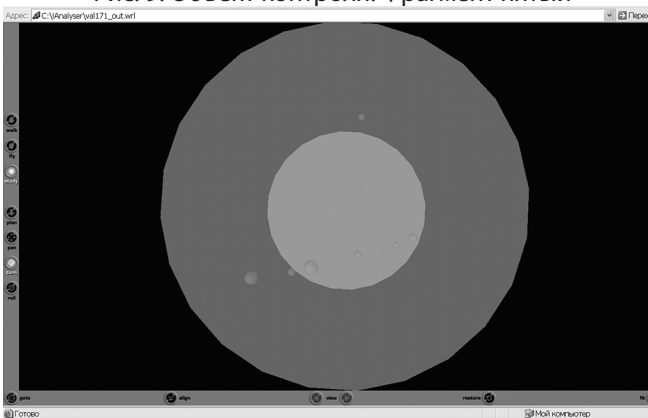


Рис. 10. Объект контроля. Фрагмент шестой

Анализ возможности применения КАД / CDA для объектов контроля типа валов компрессоров

На рисунке 11 приведен фрагмент вращения объекта контроля — вала компрессора, с визуализацией обнаруженных внутри него дефектов. Объект контроля можно перемещать и вращать в любых направлениях. А также масштабировать модель, входить внутрь объекта, менять цвета, скрывать мешающие для просмотра части объекта, анализировать состояние объекта для возможного последующего дополнительного расчета и оценки прочностного состояния объекта контроля в случае обнаружения критических сечений / областей в объекте контроля.

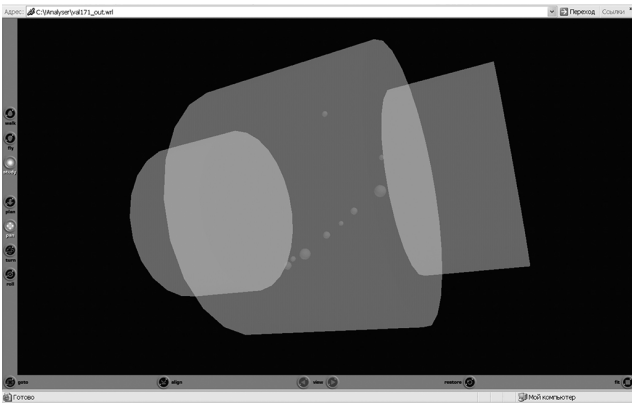


Рис. 11. Вал компрессора с расположенными внутри дефектами

Электронный Консультант Инженера-Дефектоскописта (EDEC Module)

Блок ЭКИД/EDEC Module — один из главных блоков Компьютерного Анализатора Дефектов / Computer Defect Analyser — главной компоненты Дистанционной Виртуальной Лаборатории (ДВЛ/RVL) платформы Искусственного Интеллекта (ИИ) / Artificial Intelligence (AI) в области неразрушающего контроля и экспертизы промышленной безопасности.

Таблица для моментальной перенастройки дефектоскопа. Рассчитана Компьютерным Анализатором Дефектов (КАД/CDA) и рекомендована Системным Аналитиком Технологических Процессов Искусственного Интеллекта (САТП ИИ/AI TPSA) как важный инструмент надежности и производительности работ, выполняемых дефектоскопистами.

Computer Defect Analyser <Scientific Center SPECTR> Author Kozlov Yuri (C) 2022

Visual Feedback Control

Adjustment Of The Device Under SKH-Diagram | Program Defect Analyser Under AHS-Diagram | General HELP

Электронный справочник-калькулятор дефектоскописта

3.141592 → 0.6 S1 (mm2) → S2 (mm2) = ... Db 14.38 ("отжать...")

5 * 1.4 → 7 S1 * K = ... Db -2.92 ("нажать...")

Make CorTable for S1... → S2...

Reference data
 $dN = 20 * \log(S1/S2)$
 -1dB (нажать) → $\psi^0,891$ мм: $\psi^1,122$ мм: -12,2%
 +1dB (отжать) → $\psi^0,891$ мм: $\psi^1,122$ мм: +12,2%
 B=30 A=40
 B=40 A=50
 B=50 A=65 from 12 mm to 40 mm
 B=53 A=70 ... to 10 mm

Перевод площади зарубки в эквивалентно площадь и обратно (※※※)
 H,мм= 4 GS,мм= 10 x = (GS*(H/Sin(90-A)))/tgA = 7,896
 Подобрать глубину сверления под заданную глубину отражателя при расстоянии от крошки x = (например, 7.50) = 11,472

Ввод радиус: 1,56
 Расчетываем пред. ч. Sn (mm2) по спец. Ф-ле

KEY	B, grad	A, grad	No	No	Nx	Nx	Smm2	Bo
1	30	40	44	38	44	38	3,19	1,557724
2	40	50	44	38	44	38	3,45	1,560565
3	50	65	44	38	44	38	4,17	1,560234
5	40	50	10	0	10	0	1,86	1,564978
6	40	50	20	0	20	0	2,44	1,565213
7	40	50	30	0	30	0	2,9	1,568342
8	40	50	40	0	40	0	3,3	1,55798
12	40	50	50	0	50	0	3,66	1,560734
15	0	0	0	0	0	0	1,07	0

№, дБ = 38
 В, град = 53
 А, град = 70
 No, мм = 8
 Nx, мм = 8
 Nх, дБ = 45
 Sn, мм2 = 4

ANALIZIRUEM CILINDRICHESKIE OTVERSTIYA : DIAMETR, GLUBINA OTVERSTIY - KAKYU DADUT EKZIV. PLOSHAD (MM2)
 * - Входные данные ВСЕХ левый столбец (в т.ч. Мгч и т.д.)
 $Nx = f(Sn \dots) \Rightarrow 43,62$ dB
 $Sn = f(Bo, H)$, Bo=0,1 to 10 Step 0.05, to file: AnalzCDO.txt

Рис. 12. Базовые функции Электронного Консультанта Дефектоскописта

Корректировочная таблица N3 для перенастройки прибора с одной чувствительности на другую

s1 мм2	-> s2 мм2	дБ	Примечание
0,90	0,30	9,54	дБ (" отжать ")
0,90	0,45	6,02	дБ (" отжать ")
0,90	0,60	3,52	дБ (" отжать ")
0,90	0,90	0,00	
0,90	1,20	-2,50	дБ (" нажать ")
0,90	1,28	-3,06	дБ (" нажать ")
0,90	1,80	-6,02	дБ (" нажать ")
0,90	2,50	-8,87	дБ (" нажать ")
0,90	3,20	-11,02	дБ (" нажать ")
0,90	3,50	-11,80	дБ (" нажать ")
0,90	5,00	-14,89	дБ (" нажать ")
0,90	7,00	-17,82	дБ (" нажать ")
0,90	10,00	-20,92	дБ (" нажать ")
0,90	15,00	-24,44	дБ (" нажать ")
0,90	20,00	-26,94	дБ (" нажать ")
1,20	0,30	12,04	дБ (" отжать ")
1,20	0,45	8,52	дБ (" отжать ")
1,20	0,60	6,02	дБ (" отжать ")
1,20	0,90	2,50	дБ (" отжать ")
1,20	1,20	0,00	
1,20	1,28	-0,56	дБ (" нажать ")
1,20	1,80	-3,52	дБ (" нажать ")
1,20	2,50	-6,38	дБ (" нажать ")
1,20	3,20	-8,52	дБ (" нажать ")
1,20	3,50	-9,30	дБ (" нажать ")
1,20	5,00	-12,40	дБ (" нажать ")
1,20	7,00	-15,32	дБ (" нажать ")
1,20	10,00	-18,42	дБ (" нажать ")
1,20	15,00	-21,94	дБ (" нажать ")
1,20	20,00	-24,44	дБ (" нажать ")
1,80	0,30	15,56	дБ (" отжать ")
1,80	0,45	12,04	дБ (" отжать ")
1,80	0,60	9,54	дБ (" отжать ")
1,80	0,90	6,02	дБ (" отжать ")
1,80	1,20	3,52	дБ (" отжать ")
1,80	1,28	2,96	дБ (" отжать ")
1,80	1,80	0,00	
1,80	2,50	-2,85	дБ (" нажать ")
1,80	3,20	-5,00	дБ (" нажать ")
1,80	3,50	-5,78	дБ (" нажать ")

Рис. 13. Таблица для моментальной перенастройки дефектоскопа. Часть 1

1,80	3,50	-5,78	дБ (" нажать ")
1,80	5,00	-8,87	дБ (" нажать ")
1,80	7,00	-11,80	дБ (" нажать ")
1,80	10,00	-14,89	дБ (" нажать ")
1,80	15,00	-18,42	дБ (" нажать ")
1,80	20,00	-20,92	дБ (" нажать ")
2,50	0,30	18,42	дБ (" отжать ")
2,50	0,45	14,89	дБ (" отжать ")
2,50	0,60	12,40	дБ (" отжать ")
2,50	0,90	8,87	дБ (" отжать ")
2,50	1,20	6,38	дБ (" отжать ")
2,50	1,28	5,81	дБ (" отжать ")
2,50	1,80	2,85	дБ (" отжать ")
2,50	2,50	0,00	
2,50	3,20	-2,14	дБ (" нажать ")
2,50	3,50	-2,92	дБ (" нажать ")
2,50	5,00	-6,02	дБ (" нажать ")
2,50	7,00	-8,94	дБ (" нажать ")
2,50	10,00	-12,04	дБ (" нажать ")
2,50	15,00	-15,56	дБ (" нажать ")
2,50	20,00	-18,06	дБ (" нажать ")
3,50	0,30	21,34	дБ (" отжать ")
3,50	0,45	17,82	дБ (" отжать ")
3,50	0,60	15,32	дБ (" отжать ")
3,50	0,90	11,80	дБ (" отжать ")
3,50	1,20	9,30	дБ (" отжать ")
3,50	1,28	8,74	дБ (" отжать ")
3,50	1,80	5,78	дБ (" отжать ")
3,50	2,50	2,92	дБ (" отжать ")
3,50	3,20	0,78	дБ (" отжать ")
3,50	3,50	0,00	
3,50	5,00	-3,10	дБ (" нажать ")
3,50	7,00	-6,02	дБ (" нажать ")
3,50	10,00	-9,12	дБ (" нажать ")
3,50	15,00	-12,64	дБ (" нажать ")
3,50	20,00	-15,14	дБ (" нажать ")
5,00	0,30	24,44	дБ (" отжать ")
5,00	0,45	20,92	дБ (" отжать ")
5,00	0,60	18,42	дБ (" отжать ")
5,00	0,90	14,89	дБ (" отжать ")
5,00	1,20	12,40	дБ (" отжать ")
5,00	1,28	11,84	дБ (" отжать ")
5,00	1,80	8,87	дБ (" отжать ")
5,00	2,50	6,02	дБ (" отжать ")
5,00	3,20	3,88	дБ (" отжать ")

Рис. 14. Таблица для моментальной перенастройки дефектоскопа. Часть 2

5,00	0,45	20,92	дБ ("отжать")
5,00	0,60	18,42	дБ ("отжать")
5,00	0,90	14,89	дБ ("отжать")
5,00	1,20	12,40	дБ ("отжать")
5,00	1,28	11,84	дБ ("отжать")
5,00	1,80	8,87	дБ ("отжать")
5,00	2,50	6,02	дБ ("отжать")
5,00	3,20	3,88	дБ ("отжать")
5,00	3,50	3,10	дБ ("отжать")
5,00	5,00	0,00	
5,00	7,00	-2,92	дБ ("нажать")
5,00	10,00	-6,02	дБ ("нажать")
5,00	15,00	-9,54	дБ ("нажать")
5,00	20,00	-12,04	дБ ("нажать")
7,00	0,30	27,36	дБ ("отжать")
7,00	0,45	23,84	дБ ("отжать")
7,00	0,60	21,34	дБ ("отжать")
7,00	0,90	17,82	дБ ("отжать")
7,00	1,20	15,32	дБ ("отжать")
7,00	1,28	14,76	дБ ("отжать")
7,00	1,80	11,80	дБ ("отжать")
7,00	2,50	8,94	дБ ("отжать")
7,00	3,20	6,80	дБ ("отжать")
7,00	3,50	6,02	дБ ("отжать")
7,00	5,00	2,92	дБ ("отжать")
7,00	7,00	0,00	
7,00	10,00	-3,10	дБ ("нажать")
7,00	15,00	-6,62	дБ ("нажать")
7,00	20,00	-9,12	дБ ("нажать")
10,00	0,30	30,46	дБ ("отжать")
10,00	0,45	26,94	дБ ("отжать")
10,00	0,60	24,44	дБ ("отжать")
10,00	0,90	20,92	дБ ("отжать")
10,00	1,20	18,42	дБ ("отжать")
10,00	1,28	17,86	дБ ("отжать")
10,00	1,80	14,89	дБ ("отжать")
10,00	2,50	12,04	дБ ("отжать")
10,00	3,20	9,90	дБ ("отжать")
10,00	3,50	9,12	дБ ("отжать")
10,00	5,00	6,02	дБ ("отжать")
10,00	7,00	3,10	дБ ("отжать")
10,00	10,00	0,00	
10,00	15,00	-3,52	дБ ("нажать")
10,00	20,00	-6,02	дБ ("нажать")

Рис. 15. Таблица для моментальной перенастройки дефектоскопа. Часть 3

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Приказ от 21 ноября 2016 года N 490 Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Основные требования к проведению неразрушающего контроля» [Электронный ресурс]: URL:<http://enis.gosnadzor.ru/activity/control/lift/Materials/20.%20ФНП%20Неразрушающий%20контроль.pdf> (дата обращения: 03.03.2023).
2. Козлов Ю.Н. Компьютерный Анализатор Дефектов (КАД/СДА). Свидетельство РФ о регистрации программы для ЭВМ №2004611317.
3. Козлов Ю.Н., Кишкин А.А., Мирза Э.Н., Зуев А.А., Мелкозеров М.Г. Система управления базами табличных данных (В2). Свидетельство №2004610466.
4. Козлов Ю.Н. Патент на изобретение №2265209. Образец для настройки чувствительности ультразвуковых приборов.
5. Козлов Ю.Н. Патент на полезную модель №42664. Эталон для настройки чувствительности ультразвуковых приборов.

© Козлов Юрий Николаевич (lab_uzd@mail.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»