

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
“Оренбургский государственный университет”

Кафедра систем автоматизации производства

Ю.Р. ВЛАДОВ

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Рекомендовано Учебно-методическим объединением по образованию в области автоматизированного машиностроения (УМО АМ) в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки бакалавров «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств» и специальностям «Технология машиностроения», «Металлорежущие станки и инструменты», «Автоматизация технологических процессов и производств (в машиностроении)»

Оренбург 2005

УДК 681.5.015:621.64(075.8)
ББК 32.965+39.7(я73)
В 57

Рецензенты

доктор технических наук, профессор В.М. Кушнаренок
доктор экономических наук, профессор Т.Д. Дегтярёва

В 57 Владов Ю.Р.
Автоматизированная идентификация состояния трубопроводных систем в машиностроении [Текст]: учебное пособие / Ю.Р. Владов. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. – 101с: ил.

ISBN 5-7410-0544-6

В учебном пособии изложены основы автоматизированной идентификации и прогнозирования состояния трубопроводных систем, а также вопросы обеспечения надежности в процессе эксплуатации. Отражены результаты, полученные в разработанном программном комплексе.

ББК 32.965+39.7(я73)

В $\frac{2103000000}{6Л9-2005}$

© Владов Ю.Р., 2005
© ГОУ ОГУ, 2005

ISBN 5-7410-0544-6

Введение

Системы трубопроводного транспорта газа составляют основу топливоснабжения страны. Трубопроводы (ТП) относятся к категории энергонапряженных объектов, отказы в которых сопряжены со значительным материальным и экологическим ущербом. Несмотря на существенное снижение количества коррозионных отказов, аварии трубопроводов по этой причине наиболее многочисленны. В современных работах в области анализа и прогнозирования отказов трубопроводов выделены наиболее типичные механизмы отказов, составлены физико-механические и математические модели коррозионных процессов на основе локальных параметров и ретроспективных сведений.

С появлением промышленных образцов внутритрубных дефектоскопов-снарядов стало возможным получение обширной информации о дефектах на протяжении многокилометровых участков ТП. Однако объективный анализ результатов внутритрубной дефектоскопии (ВТД) затруднен из-за локального характера используемых параметров и моделей.

Проблема формулируется следующим образом: несмотря на большой объем данных по отдельным дефектам, идентификация и прогнозирование коррозионного состояния (КС) поверхности трубопроводов недостаточно эффективны. Целью данного учебного пособия является анализ проблемы повышения эффективности идентификации и прогнозирования состояния трубопроводов на основе новых агрегированных параметров и моделей рельефности.

В учебном пособии освещены вопросы: классификации параметров и моделей кинетики коррозионных процессов ТП на основе характеристик рельефности; исследования основных статистических характеристик рельефности вырезов ТП; методики проведения автоматизированной идентификации состояния участков ТП на основе агрегированных моделей. Также нашли отражение вопросы прогнозирования и оценки эффективности функционирования ТП с автоматизированной идентификацией. Перечисленные задачи решены комплексно с применением современных информационных технологий.

В первой главе проведен анализ проблемы оценки кинетики коррозионных процессов трубопроводов и описан электрохимический механизм коррозии металлов. Выявлен локальный характер известных параметров и математических моделей коррозионных процессов ТП, недостаточно адекватно отражающих их физическую сущность. Отмечены преимущества автоматизированного метода внутритрубной дефектоскопии с помощью снаряда-дефектоскопа «Ультраскан».

Вторая глава посвящена классификациям параметров и моделей кинетики коррозионных процессов трубопроводов и описанию нового класса агрегированных параметров и моделей на их основе. С позиций термодинамики рассмотрено уравнение энергетического баланса в дифференциальной

форме для описания кинетики коррозионного процесса как объекта управления.

В третьей главе описаны ряд приспособлений с механической оценкой рельефности вырезок ТП в лабораторных условиях; анализируются корреляционные и спектральные статистические характеристики параметров рельефности вырезок ТП.

Методика оценки состояния участков ТП обсуждается в четвертой главе. Идентификация состояния ТП между внутритрубными инспекциями, в соответствии с физическими представлениями о характере протекания процессов коррозии, проводится на базе аддитивных, мультипликативных и комбинированных моделей. Задача прогнозирования кинетики КС ТП решена с помощью ряда моделей в виде переходных характеристик инерционных звеньев первого и второго порядка с запаздывающим аргументом.

Автоматизированная идентификация и прогнозирование состояния ТП на базе программного комплекса, построенного с помощью современных информационных технологий, рассмотрены в пятой главе.

Оценка эффективности функционирования ТП с учетом идентификации состояния на примере типового участка по трем существенным характеристикам: надежности функционирования, стоимости эксплуатации и величины поставки газа дана в 6 главе.

В заключительной 7 главе рассмотрены вопросы обеспечения надежности в процессе эксплуатации с позиций надежности функционирования и прогнозирования изменений параметров технических объектов.

Решение поставленных задач предполагает использование современных теорий и методов: автоматического управления /1, 2, 3, 4/ и идентификации динамических систем /5, 6, 7/, надежности и эффективности систем /8, 9, 10/, случайных процессов /11, 12/, математической статистики /13, 14/ и моделирования /15, 16/, диагностирования /8, 17/, профилометрии /18, 19/ и информационных технологий /20, 21, 22, 23/. В качестве информационной базы используются сведения о дефектах трубопроводов, полученные в результате внутритрубных дефектоскопий, проведенных последовательно через определенный временной интервал. С внедрением в инженерную практику современных методов идентификации объектов управления на основе системного подхода /24, 25/ целесообразно включение в учебный процесс вузов решение наиболее актуальных проблем в области идентификации и прогнозирования состояния ТП /26/.

Учебное пособие выполнено на кафедре системы автоматизации производств и предназначено для студентов высших учебных заведений, а также для специалистов, занимающихся диагностикой трубопроводных систем в различных отраслях машиностроения.

1 Современное состояние вопроса идентификации коррозионного состояния трубопроводных систем

1.1 Актуальность коррозионной проблемы

Известно, что актуальность коррозионной проблемы определяется тремя аспектами. Первый – экономический, учитывает материальные потери, происходящие из-за процессов коррозии. Второй аспект – снижение надежности оборудования, разрушающегося в результате коррозии, которое, особенно в случае аварии ТП, может повлечь катастрофические последствия. Третьим аспектом является сохранность металлического фонда. Потери от коррозии металла складываются из прямых и косвенных убытков /17/. Под прямыми убытками понимают полную стоимость замены прокорродировавших конструкций и безвозвратную потерю металла в виде продуктов коррозии. Помимо прямой потери продукта при авариях, недопоставка сырья и топлива потребителям, продолжительные остановки в работе влекут за собой потери за пределами трубопроводной системы.

Вынужденная остановка промыслов и предприятий – потребителей сырья и топлива обходятся народному хозяйству существенно дороже, чем прямые потери от аварийных ситуаций в системе транспорта. Повышение надежности приводит к дополнительным материальным затратам, а недооценка надежности – к существенным потерям. Непрерывно увеличивающаяся продолжительность эксплуатации трубопроводов существенно повышает риск их коррозионных разрушений. В то же время ни один из методов локального коррозионного контроля не оценивает реальную интенсивность коррозионного процесса ни в трубопроводной системе в целом, ни в отдельных ее элементах. Современными средствами диагностирования являются внутритрубные дефектоскопы-снаряды, позволяющие получать обширную информацию о дефектности многокилометровых участков ТП. Однако объективный анализ результатов внутритрубной дефектоскопии затруднен из-за неадекватности существующих моделей кинетики коррозионных процессов реальным.

1.2 Процесс электрохимической коррозии металлов

Электрохимическая коррозия представляет собой самопроизвольное разрушение металла из-за взаимодействия с окружающей электролитической средой. Электрохимическое растворение металла – сложный процесс, состоящий из анодного процесса; процесса перетекания электронов по металлу от анодных участков к катодным и соответствующего перемещения катионов и анионов в растворе и катодного процесса.. Причиной этого вида коррозии является термодинамическая неустойчивость /16,17/. Весь материальный эффект электрохимической коррозии металла является результатом анодного