

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА
И ЭЛЕКТРОННАЯ ПАСПОРТИЗАЦИЯ

Ханухов Ханух Михайлович

*Генеральный директор НПК «Изотермик»,
член-корреспондент АИИН РФ, кандидат технических наук*

Алаков М.А.

Ведущий инженер НПК «Изотермик»

Методика оценки остаточного ресурса стальных резервуаров

Традиционный подход к оценке остаточного ресурса заключается в обработке данных замеров толщины стенки резервуара и выявлении средней и максимальной величин коррозионного разрушения. Далее для получения величины ресурса используется простая модель, основанная на гипотезе линейного (по времени) характера коррозионного разрушения.

Величина остаточного ресурса вычисляется по формуле

$$T_{ост} = \frac{t_{\min \text{ факт}} - \tau_{\min \text{ доп}}}{\alpha},$$

где $t_{\min \text{ факт}}$ – фактическая минимальная толщина стенки, мм;

$t_{\min \text{ доп}}$ – минимально допустимая (отбраковочная) толщина стенки, определяемая как максимум из расчетов на прочность и устойчивость, мм;

α – скорость равномерной коррозии, мм/год.

Скорость равномерной коррозии определяется по формуле

$$\alpha = \frac{t_0 + \Delta t - \tau_{\min \text{ факт}}}{T_0},$$

где T_0 – срок эксплуатации резервуара в годах от ввода в эксплуатацию до настоящего времени;

t_0 – начальная номинальная толщина стенки, мм.

Плюсы: простота использования.

Минусы: не учитывается характер распределения разрушения по поверхности резервуара, что в ряде случаев приводит к серьезным ошибкам.

Так называемый *гамма-процентный остаточный ресурс* вычисляется по методике РД 26-10-87 «Методические указания. Оценка надежности химического и нефтяного оборудования при поверхностном разрушении». Согласно документу РД 09-102-95 «Методические указания по определению остаточного ресурса потенциально опасных объектов, поднадзорных Госгортехнадзору России», данная методика является рекомендованной Госгортехнадзором России в качестве основной методики

для оценки остаточного ресурса опасного оборудования, подверженного коррозионному износу.

Суть данной методики заключается в определении параметров функции распределения глубин разрушения и оценке с требуемой достоверностью максимальной глубины разрушения стенки обследуемого оборудования.

Плюсы: достаточно адекватная оценка остаточного ресурса при правильном использовании метода.

Минусы: чрезмерные сложность и наукоёмкость.

В основу оценки остаточного ресурса по коррозионному износу положена *модифицированная методика расчета гамма-процентного ресурса* по РД 26-10-87.

Остаточный ресурс до достижения предельной глубины коррозии $h_{пред}$ определяется по формуле

$$T_{locm} = k_{1\gamma} \cdot T_0 \left(\frac{h_{пред}}{\bar{h}} - 1 \right).$$

Остаточный ресурс до образования хотя бы одного сквозного коррозионного повреждения принимается как минимальное из двух значений, вычисляемых по формулам:

$$T_{2ocm1} = k_{2\gamma} \cdot T_0 \left(\frac{t_0}{\bar{h}} - 1 \right); \quad T_{2ocm2} = T_0 \left(\frac{t_0}{h_{max}} - 1 \right),$$

где T_0 – срок предыдущей эксплуатации резервуара;

\bar{h} – средняя глубина коррозии;

h_{max} – максимальная глубина коррозии;

t_0 – начальная толщина листа;

$k_{1\gamma}$, $k_{2\gamma}$ – коэффициенты, учитывающие неоднородность глубины коррозии по площади поверхности, их значения рассчитаны и сведены в таблицы для разных вариантов параметров, учитывающих характер коррозионного разрушения.

Коэффициенты определены путем расчетов гамма-процентного ресурса при фиксированных значениях следующих параметров: $\gamma=0,995$; $S_0=1 \text{ см}^2$; доля площади поверхности, при которой достигается предельное состояние, фиксирована и составляет 0,1%.

Данная методика является адаптацией расчета гамма-процентного ресурса для людей, не обладающих глубокими знаниями теории вероятностей и математической статистики. В то же время она позволяет учесть неоднородность распределения глубины коррозии по поверхности элементов резервуара.

Электронная паспортизация стальных резервуаров

Для проведения различных сложных расчетов, в том числе и для *расчета гамма-процентного остаточного ресурса*, требуется обладать большим комплексом данных об объекте. Наличие электронного паспорта объекта позволяет пользоваться современными технологиями при расчете и сводить возможность ошибки к минимуму. Поэтому электронная паспортизация устройств и оборудования является важной составляющей обеспечения промышленной безопасности производства.

Отметим следующие преимущества электронного хранилища информации по сравнению с традиционным – бумажным:

- Поддержка структуры данных, созданной на основе классификаций объектов, участвующих в технологическом процессе.
- Быстрый доступ к информации.
- Возможность представлять информацию в удобном виде, используя современные IT-технологии.
- Автоматизация документооборота предприятия.
- Основа для системы мониторинга технического состояния объектов и технологических процессов.

Квалифицированно спроектированная база данных технических устройств является инструментом, облегчающим работу инженерного персонала, руководителей, а также специалистов и экспертов промышленной безопасности. Однако, для воплощения всех перечисленных преимуществ необходима «умная» программная надстройка, их реализующая.

На основе паспортных данных парка резервуаров для хранения бензина НПК «Изотермик» спроектировал программный продукт «Электронный образ резервуарного парка предприятия» и реализовал его демо-версию. Окончательная версия продукта отвечает следующим требованиям.

Назначение

1. Наглядное интерактивное отображение комплекса технических устройств, объединенных общей технологической схемой.
2. Простой и быстрый доступ к эксплуатационным характеристикам технических устройств, входящих в технологическую схему.
3. Отображение в реальном времени текущего технического состояния устройств технологической схемы.

В перспективе программа будет представлять собой комплексную среду управления системой мониторинга технического состояния объектов технологического процесса предприятия посредством общения системы мониторинга и пользователя.

Пользователи программного продукта: руководящий состав предприятия, руководители подразделений, инженерно-технические работники, представители экспертных организаций, представители надзорных органов.

Требования к функциональным характеристикам программы

Обеспечить возможность выполнения перечисленных ниже функций:

1. Аутентификацию пользователей (с целью недопущения утечки и искажения информации):
 - для специально определенных ответственных лиц эксплуатирующих организаций – возможность добавления информации о ТО, ремонтах, ЭПБ;
 - для руководителей подразделения, предприятия – принятие управляющих решений в рамках процесса мониторинга технического состояния устройств, в случае необходимости – корректировка параметров процесса эксплуатации согласно нормативной и технической документации.
2. Вывод содержимого «электронного паспорта» каждого устройства технологической схемы.
3. Вывод информации о ТО, ремонтах
4. Вывод результатов экспертиз промышленной безопасности.
5. Просмотр списка текущих и просроченных запланированных работ.

Также, программа является основой для дальнейшего оснащения **системы мониторинга технического состояния опасных производственных объектов**. Перечислим набор функций системы мониторинга:

1. Контроль и индикация состояния датчиков.
2. Отслеживание технического состояния устройств технологической схемы по заданному набору параметров.
3. Анализ информации, поступающей с датчиков:
 - в отложенном режиме для обеспечения базовых требований промышленной безопасности;
 - в режиме реального времени для полноценного функционирования системы мониторинга.
4. Предупреждающая индикация в случае потенциально опасного режима эксплуатации технического устройства.
5. Возможность управления технологическими процессами подразделения (вплоть до полного останова производства) с целью предупреждения выхода из строя оборудования, а также предотвращения аварий и катастроф.

Требования к интерфейсу программы

1. **Эргономичность** – подразумевает под собой удобное расположение элементов управления, а также предоставление только необходимой в данный момент информации – контроль объема информации на экране.
2. **Интерактивность** – в данном случае имеется в виду возможность расширенного доступа к информации о любом изображенном на экране объекте.
3. **Адекватность и достоверность** – одно из основных требований, предъявляемых к управляющей программе системы мониторинга.

Интерфейс программы должен, с одной стороны, наиболее подробно отражать суть технологического процесса производства, а также нюансы эксплуатации технических устройств. С другой стороны, для большей простоты и наглядности интерфейс должен использовать современные 3D-технологии, позволяющие создать полномасштабный интерактивный объемный образ предприятия или подразделения предприятия. Степень достоверности и интерактивности образа определяется для каждого конкретного случая отдельно.

Важной особенностью версии программы, реализованной в НПК «Изотермик», является **режим 3D-интерфейса**.

Задачи проекта

Программный продукт «Электронный образ» направлен на решение следующих задач:

1. Обеспечение требуемого уровня безопасности технологии производства.
2. Предупреждение и предотвращение экологических и техногенных катастроф.
3. Беспристрастное фиксирование и сохранение технологических параметров производства с целью **уменьшения влияния человеческого фактора**, а также – с целью облегчения и способствования расследованию причин аварий и катастроф.
4. Повышение рентабельности производства за счет автоматизации технологических и эксплуатационных процессов.
5. Облегчение и рационализация документооборота предприятия. В идеале – привязка документооборота к информационной среде базы данных программного продукта, либо полная замена бумажных документов электронными.

Заключение

Отметим основные преимущества данной концепции хранения и представления данных:

1. Наглядное и адекватное представление данных, поскольку все объекты выполнены в масштабе и представляют собой идеализированную копию реальных объектов.
2. Высокая степень интерактивности.
3. Возможность привлекать для расчетов **прочности, устойчивости, остаточного ресурса, прогнозирования риска** разнообразные программные пакеты, требующие масштабные 3D-модели объектов.
4. Возможность анализа данных в рамках процесса мониторинга технического состояния объектов.