

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

### PREDICTION OF RESIDUAL LIFE OF CHEMICAL PROCESS EQUIPMENT

*A. Eshchenko  
S. Novikov  
I. Sharonov  
V. Root  
A. Nevsky*

#### Annotation

During the operation, chemical process equipment is subject to a number of actions that contribute to its deterioration and shrinking resources. Determination of residual life of these objects is an important task, which is implemented in the framework of technical diagnostics. The amount of residual life characterizes the time or number of cycles of operation of the equipment, during which its using may be considered safe. This article focuses on the prediction of residual life of chemical equipment. The basics of the residual life-time determination during technical diagnostics were presented. In summary, it is necessary to point out the need to develop new methods of forecasting residual resource of chemical process equipment. Developing new and improved approaches to the assessment of residual life is an important aspect in ensuring industrial safety in the chemical industry.

**Keywords:** associated petroleum gas, utilization, safety.

**Ещенко Александр Васильевич**

*Зам. Нач. отд. экспертизы промышленной безопасности ООО ПФ "ЭДТОН"*

**Новиков Сергей Николаевич**

*Вед. инженер по зданиям и сооружениям  
отд. экспертизы промышленной безопасности ООО ПФ "ЭДТОН"*

**Шаронов Игорь Вениаминович**

*Вед. инженер отд. экспертизы промышленной безопасности ООО ПФ "ЭДТОН"*

**Роот Владимир Александрович**

*Зам. Гл. инженера ООО "ИТЦ Дикон"*

**Невский Александр Игоревич**

*Эксперт ООО "ИТЦ Дикон"*

#### Аннотация

В процессе эксплуатации, химико-технологическое оборудование подвержено ряду воздействий, которые способствуют его износу и сокращению ресурса. Определение остаточного ресурса таких объектов является важной задачей, которая реализуется в рамках проведения технического диагностирования. Величина остаточного ресурса характеризует время или число циклов работы оборудования, в течение которого его эксплуатация может считаться безопасной. Данная статья посвящена прогнозированию остаточного ресурса химической аппаратуры. Приведены основы определения остаточного ресурса при проведении технического диагностирования. Резюмируя вышесказанное, стоит указать на необходимость разработки новых методов прогнозирования остаточного ресурса химико-технологического оборудования. Разработка новых усовершенствованных подходов к оценке остаточного ресурса является важным аспектом в обеспечении промышленной безопасности в химической промышленности.

#### Ключевые слова:

Попутный нефтяной газ, утилизация, промышленная безопасность.

**В** процессе эксплуатации, химико-технологическое оборудование подвержено ряду воздействий, которые способствуют его износу и сокращению ресурса. Определение остаточного ресурса таких объектов является важной задачей, которая реализуется в рамках проведения технического диагностирования. Величина остаточного ресурса характеризует время или число циклов работы оборудования, в течение которого его эксплуатация будет считаться безопасной.

Обеспечение безопасности опасных производственных объектов регламентируется ФЗ-116 [1], однако в данном документе отсутствуют какие-либо данные о проведении технического диагностирования и прогнози-

ровании остаточного ресурса химической аппаратуры. В процессе технического диагностирования проводится контроль широкого перечня дефектов, которые оказывают влияние на остаточный ресурс.

Прогнозирование остаточного ресурса проводится только для тех объектов, техническое состояние которых, по данным диагностирования, можно оценить как удовлетворительное. Остаточный ресурс определяется относительно каждого из несущих элементов химических машин и аппаратов, при условии, что они подвержены наиболее интенсивному (доминирующему) механизму повреждения. Именно этот механизм оказывает большую роль в снижении остаточного ресурса оборудования.

Среди полученных значений остаточного ресурса по каждому из несущих элементов выбирают наименьшее, и именно эта величина является значением остаточного ресурса химико–технологического оборудования[2].

Если основным повреждающим фактором оборудования является коррозионно–эрозионный износ, и оно эксплуатируется в условиях статического нагружения, то ресурс определяется по формуле (1):

$$T = \frac{S_f - S_o}{a} \quad (1)$$

Где

$S_f$  – толщина элемента оборудования, которая определялась по результатам технического диагностирования. Как правило, это значение определяют с помощью ультразвуковой толщинометрии;

$S_o$  – толщина стенки оборудования, ниже которой происходит его отбраковка (предельная толщина), мм;

$a$  – скорость коррозионно–эрозионного износа, мм/год.

Величина отбраковочной толщины назначается экспертом в области промышленной безопасности, который на основании свойств металла и условий эксплуатации оборудования проводит поверочный расчет.

Существует два варианта учета скорости коррозионно–эрозионного износа оборудования. В первом случае эксплуатирующая организация накапливает данные ультразвуковой толщинометрии, которая проводится в рамках периодических осмотров оборудования. Во втором случае значение скорости берется из справочных данных. Конечно, в большинстве своем используется второй вариант, но его использование является несколько неправильным. Существует множество типов коррозии, которые воздействуют на металл оборудования, но не для всех из них и не для всех сред, которые обращаются в оборудовании, можно оценить скорость коррозии. Например, коррозионное растрескивание очень частый случай коррозии, однако он настолько индивидуален применительно к материалу, его нагружению и химически активной среде, что величина скорости коррозии более корректно может быть определена только экспериментально. В некоторых случаях доминирующий механизм коррозии трудно определить, поскольку факторы воздействия могут накладываться.

В пользу того, что данные справочной литературы должны быть более точными говорит то, что скорость

коррозии, как массообменного процесса зависит от множества параметров, которые индивидуальны для каждого оборудования и процесса, который в нем реализуется, и зависят от следующих факторов:

- ◆ Скорость течения среды. Оказывает влиянием на интенсивность массообмена, а именно на коэффициент массопередачи. В то же время гидродинамика влияет и на толщину диффузионного слоя, в котором происходит обмен;
- ◆ Размер области, на которой происходит коррозия. Трудно оценить такую величину, поскольку она зависит от наличия дефектов в материале;
- ◆ Температура и давление;
- ◆ Свойства коррозионно–активной среды;
- ◆ Характер нагружения элемента оборудования;
- ◆ Особенности электрохимических процессов на границе раздела фаз.

Все вышеперечисленные факторы являются индивидуальными, поэтому справочные данные должны многократно проверяться и уточняться, чтобы полученное значение остаточного ресурса было действительно объективным.

Расчет остаточного ресурса оборудования, которое эксплуатируется в условиях малоциклового нагружения, проводится аналитическим, экспериментальным и экспериментально–аналитическим методами[3]. Конечно, самые большие проблемы возникают при оценке величины коррозионных повреждений во времени, которая зависит от вида коррозии. Наиболее часто используются линейная (общая коррозия и эрозионный износ), степенная (большинство видов коррозии), логарифмическая (газовая и локальная коррозия) и экспотенциальная модели (общая коррозия под напряжением). Несмотря на наличие таких моделей, они не учитывают влияние механических напряжений, воздействие химических сред, вибрации, акустических и электромагнитных полей. Стоит отметить, что последние три фактора интенсивно используются в химической технологии для интенсификации процессов и их вклад в коррозию может быть очень значительным.

Существуют некоторые предельные величины ресурса, которые при определении остаточного ресурса не должны быть выше:

- ◆ Скорость коррозии не выше 0,3 мм/год;
  - 10 лет (срок эксплуатации менее 30 лет);
  - 8 лет (срок эксплуатации более 30 лет);
- ◆ Скорость коррозии не выше 0,1 мм/год;
  - 8 лет (срок эксплуатации менее 20 лет);
  - 6 лет (срок эксплуатации более 20 лет);
- ◆ 4 года при скорости коррозии не выше 0,5 мм/год.

Особенно важно значение скорости коррозии при определении необходимости оценки остаточного ресурса. В частности, если скорости коррозии оборудования выше 0,5 мм/год, то, как правило, оценка остаточного ресурса оборудования не производится, а оборудование находится в неудовлетворительном техническом состоянии.

Резюмируя вышесказанное, стоит указать на необхо-

димость разработки новых методов прогнозирования остаточного ресурса химико-технологического оборудования. Создание новых подходов к оценке скорости коррозионных повреждений остро необходимо для определения остаточного ресурса. Разработка новых усовершенствованных подходов к оценке остаточного ресурса является важным аспектом в обеспечении промышленной безопасности в химической промышленности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 21.07.1997 N 116-ФЗ (ред. от 13.07.2015) "О промышленной безопасности опасных производственных объектов".
2. Лукьяница, А.И. Диагностирование технического состояния и определение остаточного ресурса технологического оборудования химических производств: учебное пособие /А.А. Лукьяница, А.М. Козлов, Г.А. Афанасьева. – Москва: ГОУ ВПО "Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева", 2010. – 52 с.
3. РД26.260.004-91 Методические указания. Прогнозирование остаточного ресурса оборудования по изменению параметров его технического состояния при эксплуатации.

© А.В. Ещенко, С.Н. Новиков, И.В. Шаронов, В.А. Роот, А.И. Невский, ( d-v-r2007@ya.ru ), Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики».

56 STUDIO WEB  
2GIS  
OMG Orenburg Media Group  
ДОМ.ру БИЗНЕС

Оренбуржье сердце Евразии

**НЕФТЬ. ГАЗ. ЭНЕРГО»**

- Добыча нефти и газа (технологии и оборудование)
- Геология, геофизика
- Сейсмическое оборудование и услуги
- Транспортировка, переработка и хранение нефти, нефтепродуктов и газа
- Трубы и трубопроводы, инструменты и др.

**17 - 19 ФЕВРАЛЯ**      **Оренбург**

**ООО «УралЭкспо»**  
 тел./факс: (3532) 67-11-02, 67-11-05, 45-31-31  
 e-mail: uralexpo@yandex.ru, www.URALEXPO.ru