

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра нефтехимии и техногенной безопасности

**Риск-ориентированный подход при диагностировании технологических
трубопроводов установки ЭЛОУ АВТ – 6**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

студента (ки) 4 курса 441 группы
направления 20.03.01 «Техносферная безопасность»
код и наименование направления, специальности
Института химии

Маркачевой Елены Эдуардовны

Научный руководитель

к.х.н., доцент
должность, уч. ст., уч. зв.
фамилия

подпись, дата

В.З. Углова
инициалы,

Заведующий кафедрой

д.х.н., профессор
должность, уч. ст., уч. зв.
фамилия

подпись, дата

Р.И. Кузьмина
инициалы,

Саратов 2021

ВВЕДЕНИЕ

Трубопровод – экономичный метод транспортировки, широко распространённый по всему миру, однако требующий надёжные методы контроля за их технологическим состоянием. Во время эксплуатации трубопровода возможны его деформация и изнашивание, что может явиться причиной аварии. Для минимизации риска порчи оборудования и локализации проблемных участков, проводится диагностика трубопроводов.

Важное значение в повышении технико-экономических показателей деятельности НПЗ при эксплуатации трубопроводов имеют разработка и внедрение комплекса эффективных мер по снижению энерго- и ресурсозатрат на диагностирование состояния технологических трубопроводов.

При определении методов и периодичности технических освидетельствований объектов, работающих под давлением, а также их технического обслуживания, ремонта и выполнения иных мероприятий условно можно выделить два подхода:

традиционный (или предписывающий) – принят в ряде стран, в том числе в России, основан на выполнении жестких нормативных требований по срокам и методам инспектирования;

риск-ориентированный – учитывает фактическое состояние технических устройств и факторы, влияющие на риск их отказа.

Проанализировав перспективы внедрения данного метода, можно убедиться в его важности и особенности для диагностирования технологических трубопроводов на нефтеперерабатывающем заводе.

Целью бакалаврской работы является обоснование увеличения межремонтного пробега технологических трубопроводов с сохранением приемлемой надёжностью их эксплуатации.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

- установить режимы эксплуатации технологических трубопроводов;

- рассмотреть методы неразрушающего контроля технологических трубопроводов;
- предложить модель (зависимость) сроков проведения плановых диагностических операций и ремонтов на основе риск-ориентированной модели.

Автореферат изложен на 12 страницах, состоит из введения, трех разделов, заключения. Текст сопровождается 1 таблицей.

Раздел 1 Технологические трубопроводы

1.1 Саратовский нефтеперерабатывающий завод

Основными видами деятельности НПЗ является переработка нефти. В настоящее время предприятие выпускает автомобильные неэтилированные бензины и дизельные топлива, бензин газовый стабильный, дорожные битумы, топочный мазут, судовое топливо, топливо нефтяное тяжёлое экспортное, техническую серу .

Для транспортировки нефти и нефтепродуктов существуют различные способы: водный, железнодорожный, автомобильный и трубопроводный транспорт.

Наиболее экономичной является трубопроводная транспортировка.

Трубопровод – инженерное сооружение, предназначенное для транспортировки газообразных и жидких веществ, пылевидных и разжиженных масс, а также твёрдого топлива и иных твёрдых веществ в виде раствора.

Основными преимуществами такого вида транспорта нефтепродуктов являются: низкая себестоимость перекачки; такой вид транспортировки не зависит от погоды, времени года и суток, что обеспечивает её бесперебойность; такую транспортировку легко автоматизировать; трубопроводы значительно уменьшают транспортные потери.

1.2 Контроль состояния трубопроводов

Технологические трубопроводы работают в разнообразных условиях, находятся под воздействием значительных давлений и высоких температур,

подвергаются коррозии и претерпевают периодические охлаждения и нагревы. Их конструкция делается всё более сложной за счёт увеличения рабочих параметров транспортируемого продукта и роста диаметров трубопроводов и ужесточения требований к надёжности эксплуатируемых систем. Поэтому возникает необходимость контроля состояния технологических трубопроводов.

Таблица 1 – Периодичность проведения контроля технологических трубопроводов

Наименование трубопровода	Периодичность проведения	
	ревизии	испытания
Бензин от участка л.7/187 (от Т-26 до выхода с установки), л.7/213 (от Т-29 до выхода с установки) до парка № 102 и до пр. №4	1 раз в 4 года	1 раз в 8 лет
Бензин от участка л.7/219 (от ЭР-1 до выхода с установки) до узла №22	1 раз в 4 года	1 раз в 8 лет
УВГ от Е-27 до пр. №3	1 раз в 4 года	1 раз в 8 лет
Дизельное топливо от линии №5/133/2 на секцию висбрекинга гудрона	1 раз в 4 года	1 раз в 8 лет
Гудрон от участка л.2/58 (от Т-7/1 до выхода с установки) до УПБ	1 раз в 4 года	1 раз в 8 лет
Дизельное топливо от участка л.5/99/1 (от Т-34/1) до выхода с установки	1 раз в 4 года	1 раз в 8 лет
Дизельное топливо от участка л.5/112 (от Т-47 до выхода с установки) до пр. №4	1 раз в 4 года	1 раз в 8 лет
Дизельное топливо от л.6/170 (от Т-24 до узла смешения с установки) выход с установки до пр. №2	1 раз в 4 года	1 раз в 8 лет
Дизельное топливо от участка л.6/170 (от Т-24 до выхода с установки) до парка № 103	1 раз в 4 года	1 раз в 8 лет
Дизельное топливо с ЭЛОУ-АВТ-6 на установку изомеризации пентано-гексановой фракции	1 раз в 4 года	1 раз в 8 лет

Согласно действующему законодательству определены основные виды контроля технического состояния технологических трубопроводов.

1. *Постоянный контроль* – проводится оператором установки путём наружного осмотра трубопровода и его элементов в течении каждой рабочей смены с записью результатов в вахтовый журнал.

2. *Периодический контроль* – проводится оператором установки на основе технического осмотра с целью контроля их безопасной эксплуатации.

3. *Ревизия* – проводится с периодичностью, указанной в НТД, и включает в себя такие методы, как визуальный и измерительный контроль, ультразвуковая толщинометрия (измерение толщины стенки трубы, отвода, перехода), рентгенография (оценка качества сварных швов).

3. *Экспертиза промышленной безопасности* – проводится после окончания срока безопасной эксплуатации, указанного в проектной документации или назначенного по результату прошлой ЭПБ.

Раздел 2 Технологические трубопроводы установки ЭЛОУ-АВТ-6

Установка ЭЛОУ-АВТ-6 предназначена для обессоливания и обезвоживания сырой нефти, вакуумной перегонки мазута, стабилизации бензина с целью получения сырья для установок каталитического риформинга, гидроочистки дизельных топлив и керосина, производства битума и получения компонентов товарных нефтепродуктов.

Выполнение всех основных операций на нефтебазах – перевалку нефти и нефтепродуктов крупными партиями с одного вида транспорта на другой, отпуск потребителю через сеть филиалов и автозаправочных станций, приём нефти и нефтепродуктов из магистральных и распределительных трубопроводов, нефтеналивных судов и барж, железнодорожных цистерн - невозможно представить без технологических трубопроводов. Поэтому предметом исследования являются технологические трубопроводы установки ЭЛОУ-АВТ-6 НПЗ.

Раздел 3. Риск-ориентированный подход

3.1 Назначение риск-ориентированного подхода

Для уменьшения времени простоя оборудования (увеличения межремонтного пробега) возможно проведение комплекса мероприятий с целью оценки технического состояния оборудования. Применение комплексного подхода позволит иметь точную информацию о техническом состоянии оборудования, тем самым повысить надёжность работы предприятия в целом, снизить внеплановые остановки, минимизировать время простоя, связанного с диагностикой и ремонтом.

Для минимизации затрат (временных и экономических) на проведение диагностирования трубопроводов нужно применить риск-ориентированный подход. В рамках данного подхода провести ранжирование трубопроводов. В зависимости от присвоенного ранга рассчитываются методы и периодичность проведения диагностики.

Риск-ориентированный подход – техническое освидетельствование с учётом факторов риска (Risk Based Inspection – RBI) представляет собой процесс систематического определения вероятности отказа и последствий отказа для единицы или группы компонентов оборудования с целью определения оптимальных, приоритетных сроков следующего технического освидетельствования.

Эта методика требует анализ вероятности отказа и последствий отказа объекта. Таким образом, риск оборудования определяется, как:

$$\text{Риск} = \text{Вероятность} \cdot \text{Последствия.}$$

3.2 Оценка вероятности и последствий отказа

Риск-ориентированный подход требует группирования каждой системы по зонам после проведения оценки вероятности и последствий отказа для каждого предполагаемого наружного и внутреннего повреждения.

Оценка вероятности отказа. Для определения оценки вероятности отказа, необходимо использовать данные и отчёты (расчетные, исследовательские, экспериментальные): по балансу тепла и массы; проектной спецификации; образцов жидкостей; по коррозионным купонам и зондам; наружного контроля; статистики по отказам.

Вследствие этого, значение оценки вероятности классифицируется на 5 категорий: критический; высокий; средний; низкий; незначительный.

3.3 Определение остаточного ресурса

Остаточный ресурс единицы оборудования является существенным параметром для инициации графика технического освидетельствования (инспекции).

Остаточный ресурс определяется:

$$T_{ост} = K (S_f - S_{отб}) / A_f , \text{ где}$$

$T_{ост}$ – остаточный ресурс элемента, годы;

S_f – фактическая толщина элемента, мм;

$S_{отб}$ – отбраковочная толщина элемента, мм;

K – коэффициент, зависящий от категории и срока службы трубопровода без замены;

A_f – фактическая скорость коррозионного и эрозионного износа, мм/год;

Трубопровод 2/263

$$T_{ост1} = 1 * (8-2,5) / 0,1 = 55 \text{ лет}$$

$$T_{ост2} = 1 * (3,5-1,5) / 0,1 = 20 \text{ лет}$$

$$T_{ост3} = 1 * (3-1,5) / 0,1 = 15 \text{ лет}$$

Трубопровод 5/133/3

$$T_{ост1} = 1 * (6-2) / 0,1 = 40 \text{ лет}$$

$$T_{ост2} = 1 * (4-1,5) / 0,1 = 25 \text{ лет}$$

$$T_{ост3} = 1 * (3,5-1,5) / 0,1 = 20 \text{ лет}$$

$$T_{ост4} = 1 * (2,5-1) / 0,1 = 15 \text{ лет}$$

Трубопровод 5/266

$$T_{ост1} = 0,95 * (8-2,5) / 0,1 = 58 \text{ лет}$$

$$T_{ост2} = 0,95 * (4-2) / 0,1 = 19 \text{ лет}$$

$$T_{ост3} = 0,95 * (4-2) / 0,1 = 19 \text{ лет}$$

$$T_{ост4} = 0,95 * (6-1,5) / 0,1 = 43 \text{ года}$$

Трубопровод 5/267

$$T_{ост1} = 0,95 * (8-2,5) / 0,1 = 52 \text{ года}$$

$$T_{ост2} = 0,95 * (8-2,5) / 0,1 = 52 \text{ года}$$

$$T_{ост3} = 0,95 * (6-2) / 0,1 = 38 \text{ лет}$$

$$T_{ост4} = 0,95 * (4-1,5) / 0,1 = 24 \text{ года}$$

$$T_{ост5} = 0,95 * (2,5-1) / 0,1 = 14 \text{ лет}$$

Трубопровод 6/170/1

$$T_{ост1} = 1 * (8-2,5) / 0,1 = 55 \text{ лет}$$

$$T_{ост2} = 1 * (5-2) / 0,1 = 30 \text{ лет}$$

$$T_{ост3} = 1 * (5-2) / 0,1 = 30 \text{ лет}$$

$$T_{ост4} = 1 * (2,5-1) / 0,1 = 15 \text{ лет}$$

$$T_{ост5} = 1 * (3-1,5) / 0,1 = 15 \text{ лет}$$

Трубопровод 6/170/2

$$T_{ост1} = 1 * (4-2) / 0,1 = 20 \text{ лет}$$

$$T_{ост2} = 1 * (3-1) / 0,1 = 20 \text{ лет}$$

Трубопровод 6/268

$$T_{ост1} = 1 * (8-2,5) / 0,1 = 55 \text{ лет}$$

$$T_{ост2} = 1 * (4,5-2,5) / 0,1 = 20 \text{ лет}$$

$$T_{ост3} = 1 * (4-2) / 0,1 = 20 \text{ лет}$$

$$T_{ост4} = 1 * (4-2) / 0,1 = 20 \text{ лет}$$

$$T_{ост5} = 1 * (4-1,5) / 0,1 = 25 \text{ лет}$$

$$T_{ост6} = 1 * (3,5-1,5) / 0,1 = 20 \text{ лет}$$

$$T_{ост7} = 1 * (3,5-1,5) / 0,1 = 20 \text{ лет}$$

$$T_{ост8} = 1 * (2,5-1) / 0,1 = 15 \text{ лет}$$

Трубопровод 7/269

$$T_{ост1} = 0,95 * (8-2,5) / 0,1 = 52 \text{ года}$$

$$\text{Тост}2 = 0,95 * (4,5-2,5) / 0,1 = 19 \text{ лет}$$

$$\text{Тост}3 = 0,95 * (4-2) / 0,1 = 19 \text{ лет}$$

$$\text{Тост}4 = 0,95 * (3,2-1,5) / 0,1 = 16 \text{ лет}$$

$$\text{Тост}5 = 0,95 * (2-1,5) / 0,1 = 5 \text{ лет}$$

$$\text{Тост}6 = 0,95 * (2-1) / 0,1 = 10 \text{ лет}$$

Трубопровод 7/270 а

$$\text{Тост}1 = 1 * (4-2) / 0,1 = 20 \text{ лет}$$

$$\text{Тост}2 = 1 * (4-2) / 0,1 = 20 \text{ лет}$$

Трубопровод 9/271/1-2

$$\text{Тост}1 = 0,95 * (8-4) / 0,1 = 38 \text{ лет}$$

$$\text{Тост}2 = 0,95 * (8-4) / 0,1 = 38 \text{ лет}$$

$$\text{Тост}3 = 0,95 * (6-2,5) / 0,1 = 33 \text{ года}$$

$$\text{Тост}4 = 0,95 * (6-2,5) / 0,1 = 33 \text{ года}$$

$$\text{Тост}5 = 0,95 * (5-2) / 0,1 = 28 \text{ лет}$$

$$\text{Тост}6 = 0,95 * (5-1,5) / 0,1 = 33 \text{ года}$$

$$\text{Тост}7 = 0,95 * (4-1,5) / 0,1 = 24 \text{ года}$$

$$\text{Тост}8 = 0,95 * (3,5-1,5) / 0,1 = 19 \text{ лет}$$

$$\text{Тост}9 = 0,95 * (2,5-1) / 0,1 = 14 \text{ лет}$$

3.4 Периодичность проведения технических освидетельствований (инспекций)

Периодичность технического освидетельствования (инспекции) означает то, как долго может допускаться эксплуатация оборудования с его оцененным или измеренным процессом деградации до необходимости проведения следующего технического освидетельствования (инспекции).

Периодичность технического освидетельствования (инспекции) рассчитывается следующим образом:

Периодичность технического освидетельствования = Фактор периодичности *
Остаточный ресурс

Трубопровод 2/263

$$\Phi_{п1} = 0,6 * 55 = 33 \text{ года}$$

$$\Phi_{п2} = 0,6 * 20 = 12 \text{ лет}$$

$$\Phi_{п3} = 0,6 * 15 = 9 \text{ лет}$$

Трубопровод 5/133/3

$$\Phi_{п1} = 0,4 * 40 = 16 \text{ лет}$$

$$\Phi_{п2} = 0,4 * 25 = 10 \text{ лет}$$

$$\Phi_{п3} = 0,4 * 20 = 8 \text{ лет}$$

$$\Phi_{п4} = 0,4 * 15 = 6 \text{ лет}$$

Трубопровод 5/266

$$\Phi_{п1} = 0,4 * 58 = 23 \text{ года}$$

$$\Phi_{п2} = 0,4 * 19 = 8 \text{ лет}$$

$$\Phi_{п3} = 0,4 * 19 = 8 \text{ лет}$$

$$\Phi_{п4} = 0,4 * 43 = 17 \text{ лет}$$

Трубопровод 5/267

$$\Phi_{п1} = 0,4 * 52 = 21 \text{ год}$$

$$\Phi_{п2} = 0,4 * 52 = 21 \text{ год}$$

$$\Phi_{п3} = 0,4 * 38 = 15 \text{ лет}$$

$$\Phi_{п4} = 0,4 * 24 = 10 \text{ лет}$$

$$\Phi_{п5} = 0,4 * 14 = 6 \text{ лет}$$

Трубопровод 6/170/1

$$\Phi_{п1} = 0,4 * 55 = 22 \text{ года}$$

$$\Phi_{п2} = 0,4 * 30 = 12 \text{ лет}$$

$$\Phi_{п3} = 0,4 * 30 = 12 \text{ лет}$$

$$\Phi_{п4} = 0,4 * 15 = 6 \text{ лет}$$

$$\Phi_{п5} = 0,4 * 15 = 6 \text{ лет}$$

Трубопровод 6/170/2

$$\Phi_{п1} = 0,4 * 20 = 8 \text{ лет}$$

$$\Phi_{п2} = 0,4 * 20 = 8 \text{ лет}$$

Трубопровод 6/268

$$\Phi_{п1} = 0,4 * 55 = 22 \text{ года}$$

$$\Phi_{п2} = 0,4 * 20 = 8 \text{ лет}$$

$$\Phi_{п3} = 0,4 * 20 = 8 \text{ лет}$$

$$\Phi_{п4} = 0,4 * 20 = 8 \text{ лет}$$

$$\Phi_{п5} = 0,4 * 25 = 10 \text{ лет}$$

$$\Phi_{п6} = 0,4 * 20 = 8 \text{ лет}$$

$$\Phi_{п7} = 0,4 * 20 = 8 \text{ лет}$$

$$\Phi_{п8} = 0,4 * 15 = 6 \text{ лет}$$

Трубопровод 7/269

$$\Phi_{п1} = 0,4 * 52 = 21 \text{ год}$$

$$\Phi_{п2} = 0,4 * 19 = 8 \text{ лет}$$

$$\Phi_{п3} = 0,4 * 19 = 8 \text{ лет}$$

$$\Phi_{п4} = 0,4 * 16 = 6 \text{ лет}$$

$$\Phi_{п5} = 0,4 * 5 = 2 \text{ года}$$

$$\Phi_{п6} = 0,4 * 10 = 4 \text{ года}$$

Трубопровод 7/270 а

$$\Phi_{п1} = 0,4 * 20 = 8 \text{ лет}$$

$$\Phi_{п2} = 0,4 * 20 = 8 \text{ лет}$$

Трубопровод 9/271/1-2

$$\Phi_{п1} = 0,4 * 38 = 15 \text{ лет}$$

$$\Phi_{п2} = 0,4 * 38 = 15 \text{ лет}$$

$$\Phi_{п3} = 0,4 * 33 = 13 \text{ лет}$$

$$\Phi_{п4} = 0,4 * 33 = 13 \text{ лет}$$

$$\Phi_{п5} = 0,4 * 28 = 11 \text{ лет}$$

$$\Phi_{п6} = 0,4 * 33 = 13 \text{ лет}$$

$$\Phi_{п7} = 0,4 * 24 = 10 \text{ лет}$$

$$\Phi_{п8} = 0,4 * 19 = 8 \text{ лет}$$

$$\Phi_{п9} = 0,4 * 14 = 6 \text{ лет}$$

Таким образом установлено, что применение методики риск-ориентированного подхода позволит предприятию:

- более точно планировать сроки и содержание ремонтных и пуско-наладочных работ;
- планировать сроки закупок и необходимое количество запасных частей;
- сократить потребность наличных запасов резервных частей и материалов на складе;
- повысить надёжность, продлить межремонтный период и срок службы;
- сократить необходимость проведения внеплановых ремонтов и остановок производства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных теоретических и расчетных исследований сформулированы следующие выводы:

1) установлено, что метод риск-ориентированного подхода заключается в эффективном планировании необходимого объёма обследований и применения эффективных методов контроля для статического оборудования в нужное время и в нужном месте, основываясь на критичности оборудования и последствиях отказа его работоспособности;

2) рассчитаны основные параметры, необходимые для определения периода технического освидетельствования технологических труб НПЗ; это позволило более объективно подойти к реализации программ по техническому освидетельствованию технологических трубопроводов, применяемых на промышленных объектах;

3) установлено, что применение риск-ориентированного подхода позволило бы выявлять дефекты, которые имели тенденцию проявляться на протяжении определённого периода эксплуатации или в течение всего периода в определённых местах, обусловленных сложностью технологического процесса, спецификой работы технического устройства, агрессивностью технологической среды.