Министерство нефтяной промышленности

ВНИИСПТнефть

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

И Н С Т Р У К Ц И Я

ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПЕРИОДИЧНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ, РЕМОНТА И НОРМ ОТБРАКОВКИ СТАЛЬНЫХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РЕЗЕРВУАРОВ

РД 39-0147103-356-86

1987

gost.e-ecolog.ru

Министерство нефтяной промышленности

ВНИИСПТнефть

УТВЕРЖДЕН

заместителем начальника
Главтранснефти
В.И.Галюком

20 января 1986 г.

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

И Н С Т Р У К Ц И Я

ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПЕРИОДИЧНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ, РЕМОНТА И НОРМ ОТБРАКОВКИ СТАЛЬНЫХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РЕЗЕРВУАРОВ

РД 39-0147103-356-86

1987

Настоящая Инструкция разработана институтом ВНИИСПТнефть совместно с Уфимским нефтяным институтом в соответствии с тематическим планом и на основании технического задания, утвержденного Техническим управлением Министерства нефтяной промышленности.

В Инструкции изложен метод определения периодичности технического обслуживания и ремонта и порядок установления предельной толщины стенки стальных вертикальных резервуаров.

Методика определения периодичности технического обслуживания и ремонта и установления предельного состояния стенки резервуара разработана на базе теоретических исследований и обобщения опыта эксплуатации резервуарных парков.

Свои отзывы и предложения по дальнейшему улучшению методики определения периодичности технического обслуживания и ремонта стальных вертикальных резервуаров просим направлять по адресу: 450055, Уфа, Проспект Октября, 144/3, ВНИИСПТнефть, отдел надежности магистральных нефтепроводов.

Разработчики:
от ВНИИСПТнефть - канд. техн. наук Р.З.Ирмяков, канд. техн. наук Н.М.Черкасов, канд.техн.наук Н.М.Фатхиев, И.С.Бронштейн;
от Уфимского нефтяного института - д-р техн.наук А.К.Галлямов, канд. техн.наук В.А.Буренин, канд.техн.наук О.А.Московская, м.н.с. Г.Ф.Исламгулова, Е.Б.Спиридонова, А.П.Янчушка, инженер Р.У.Зайнуллин.

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

Инструкция по определению периодичности технического обслуживания, ремонта и норм отбраковки стальных вертикальных цилиндрических резервуаров

РД 39-0147103-356-86

Вводится впервые

Срок введения установлен с 01.02.86 г.

Срок действия до 01.02.91 г.

Настоящая Инструкция определяет периодичность ремонтов, периодичность контроля технического состояния и нормы отбраковки стенки, кровли и днища стальных вертикальных цилиндрических резервуаров, а также максимальный уровень заполнения резервуаров, основной причиной отказов которых является равномерная коррозия внутренней поверхности.

Инструкция разработана на основании действующих государственных стандартов, строительных норм и правил, технических условий, типовых проектов на стальные вертикальные цилиндрические резервуары и "Инструкции по обследованию и комплексной дефектоскопии металлических резервуаров для нефти и нефтепродуктов".

Инструкция предназначена для инженерно-технических работников, осуществляющих эксплуатацию стальных вертикальных резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящая инструкция распространяется на резервуары со стационарной крышей, с понтонами и без понтонов

РВС-5000 (типовой проект № 704-I-57),

РВС-I0000 (типовой проект № 704-I-58),

РВС-20000 (типовой проект № 704-I-60),

а также РВС-50000 с плавающей крышей (конструкции ЦНИИпроект сталь конструкция).

Предложенный метод установления периодичности технического обслуживания и ремонта (ТОР) резервуаров применим также для резервуаров, выполненных по другим проектам. Разработанная методика расчетов сроков ТОР приведена в Приложении.

I.2. Настоящая инструкция не рассматривает резервуары, при эксплуатации которых допускались нарушения правил технической эксплуатации /I/.

2. ПОРЯДОК УСТАНОВЛЕНИЯ ПЕРИОДИЧНОСТИ РЕМОНТА ПОЯСОВ СТЕНКИ, КРОВЛИ, ДНИЩА РЕЗЕРВУАРОВ

2.I. Исходными данными для расчета сроков ремонта являются:

I) тип резервуара;

2) фактические значения скорости коррозии по каждому элементу (пояса, кровли, днища).

2.2. Расчет сроков ремонта резервуаров производится на основе фактических данных скоростей износа различных элементов.

2.3. По результатам дефектоскопии, выполненной в соответствии с инструкцией /2/, определяются значения средней скорости коррозии $V_{ср}$, среднеквадратичного отклонения σ_v и отношения $\sigma_v / V_{ср}$ для каждого пояса, днища, кровли резервуара:

$$V_{ср} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} V_i \ , \ \frac{мм}{год} \ ;$$

$$\sigma_v = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^{N} (V_i - V_{ср})^2 / N - 1\right)} \quad , \qquad (I)$$

где $V_i = \frac{d_i(o) - d_i(t)}{t}$;

σ_v - среднеквадратичное отклонение, $\frac{мм}{год}$ элемента;

$d_i(o)$ - толщина элемента в начальный момент времени, мм;

$d_i(t)$ - толщина элемента через t лет, мм;

t - длительность между моментами обследований, годы;

N - число замеров толщины данного элемента в момент времени t

$$N = n \cdot m ,$$

где n - число резервуаров данного типа, работающих в одинаковом режиме, с одинаковым сырьем;

m - число точек замеров на элементе одного резервуара в соответствии с правилами эксплуатации.

2.4. По значениям $V_{ср}$ для каждого элемента резервуара из графических зависимостей $T(V_{ср})$ (рис I-4), $\beta\left(\frac{\Delta H}{H}\right)$ (рис. 5) определяется средний ресурс элемента до отказа в зависимости от условий эксплуатации:

без понижения максимального уровня заполнения резервуара

$$T_{ср} = T ;$$

с понижением

$$T_{ср} = T / \beta ,$$

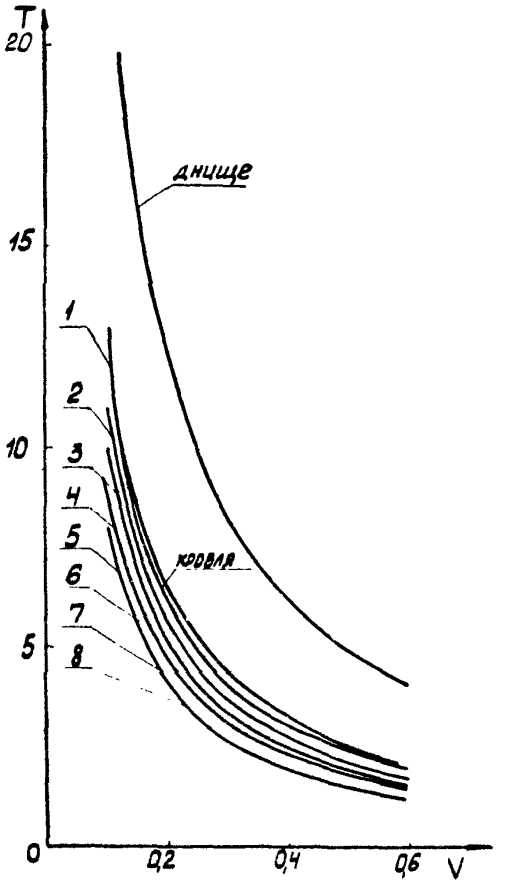
β - коэффициент, характеризующий продление среднего ресурса при переходе на эксплуатацию с понижением уровня заполнения;

ΔH максимально допустимое уменьшение уровня заполнения, мм.

2.5. Выбор условий эксплуатации с понижением максимально допустимого уровня заполнения должен быть экономически обоснован.

2.6. Срок капитального ремонта рекомендуется устанавливать с учетом случайного характера наработки на отказ. Периодичность

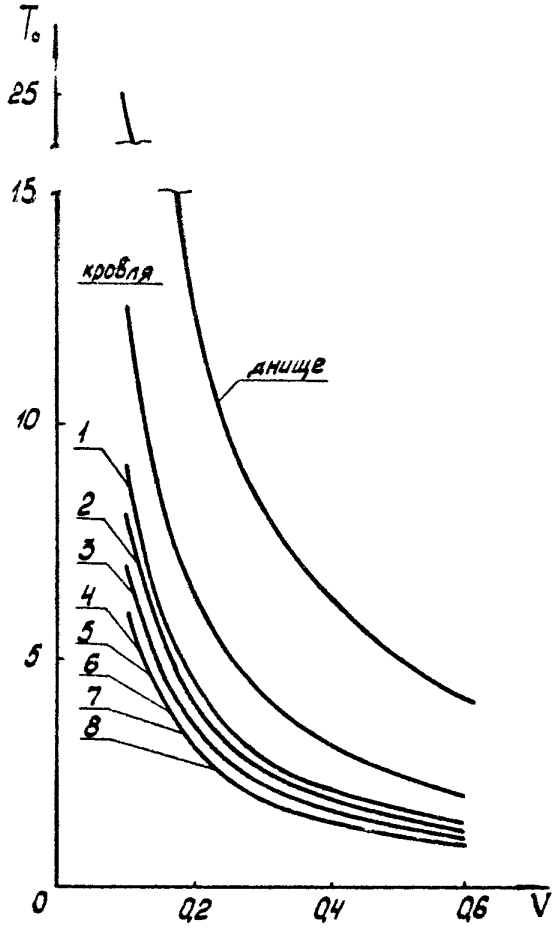
Средний ресурс T_0 элементов РВС-5000 при эксплуатации с максимальным заполнением в зависимости от скорости коррозии V



I...8 - номера поясов

Рис. I

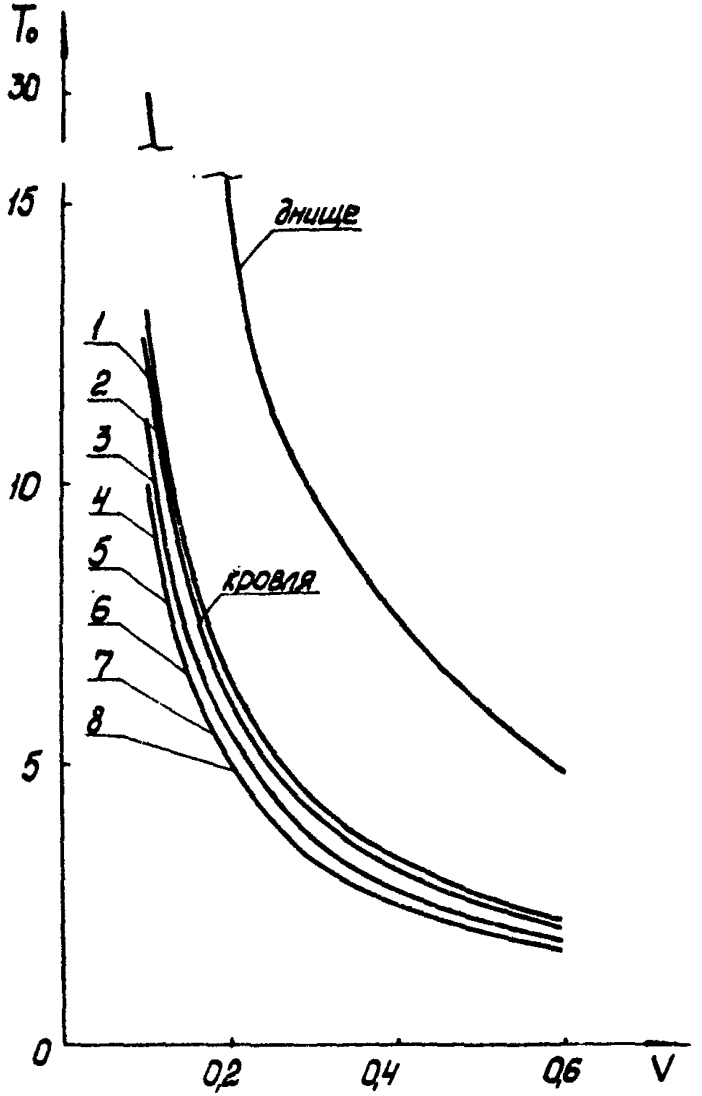
Средний ресурс T_o элементов РВС-10000 при эксплуатации с максимальным заполнением в зависимости от скорости коррозии V



I...8 – номера поясов

Рис. 2

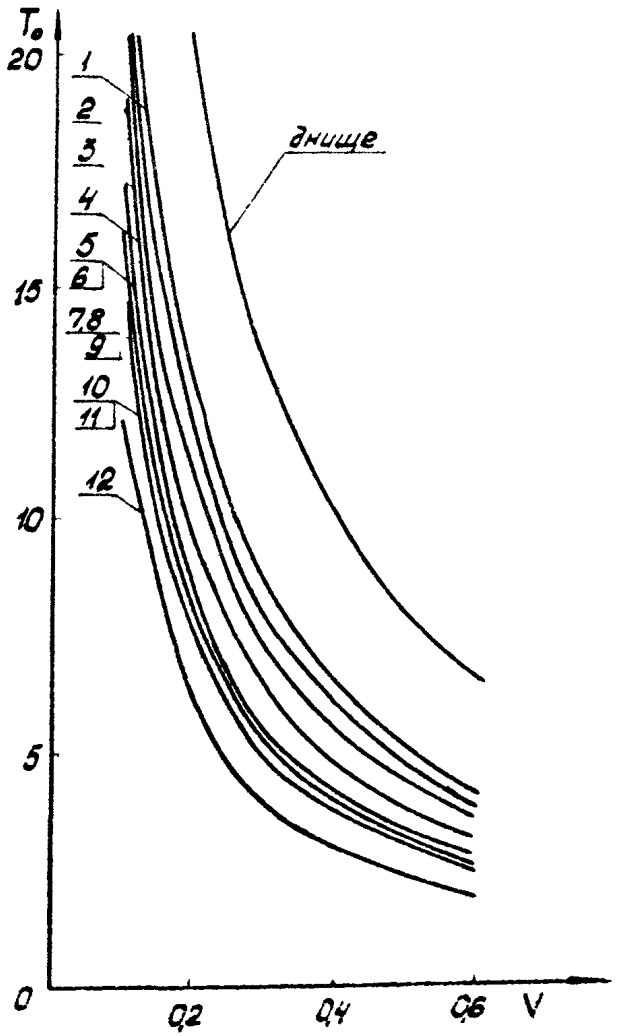
Средний ресурс T_0 элементов РВС-20000 при эксплуатации с максимальным заполнением в зависимости от скорости коррозии



I...8 - номера поясов

Рис. 3

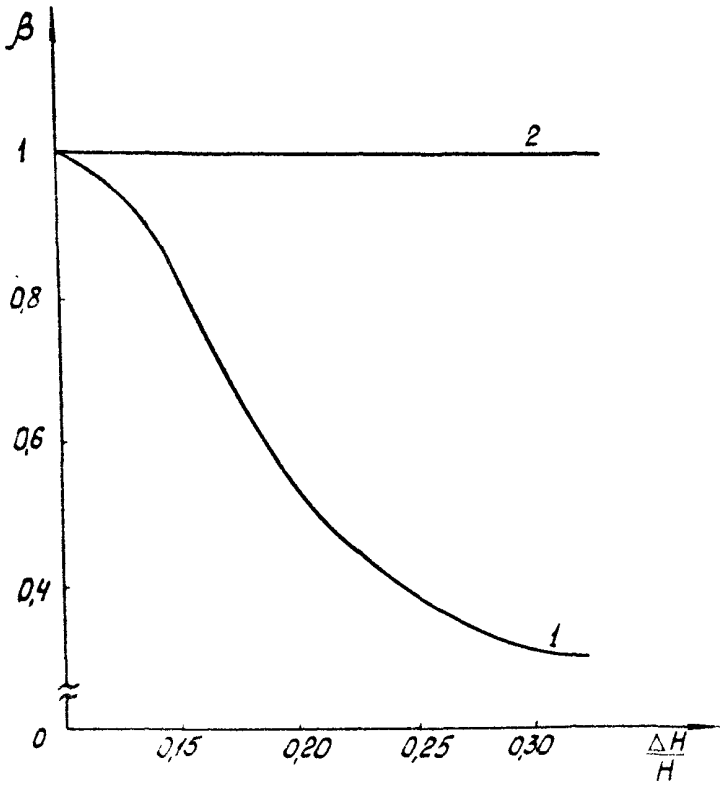
Средний ресурс T_0 элементов РВС-50000 при эксплуатации с максимальным заполнением в зависимости от скорости коррозии V



I...I2 - номера поясов

Рис. 4

Зависимость коэффициента увеличения среднего ресурса β от снижения допустимого уровня заполнения $\frac{\Delta H}{H_0}$



I, 2 - номера поясов

Рис. 5

проведения капитальных ремонтов должна обеспечивать надежную эксплуатацию резервуаров.

2.7. В качестве показателя надежности рекомендован коэффициент готовности.

2.8. Срок капитального ремонта $T_к$ устанавливается по максимальному значению коэффициента готовности.

2.9. На рис. 6 представлена зависимость коэффициента запаса на надежность $\alpha = T_к / T_{ср}$ от величины $\sigma_v / V_{ср}$ рассчитанная по максимуму коэффициента готовности.

2.10. Срок капитального ремонта определяется по формуле $T_к = \alpha \cdot T_{ср}$, где $T_{ср}$ определяется в соответствии с п.4 α по значению $\sigma_v / V_{ср}$ (п.9)

2.11. В случае отсутствия результатов дефектоскопии, а также для новых резервуаров следует оценить $V_{ср}$ для данного типа нефти сравнением ее состава с аналогичным. Величину $\sigma_v / V_{ср}$ принять равной 0,3 по максимальному доверительному интервалу. Срок $T_к = \alpha(0{,}3) \cdot T_{ср}$ принять за срок I-го контроля толщины элементов резервуара, провести замены, уточнить значения $V_{ср}$, σ_v по формулам (I) и срок капитального ремонта по формуле

$$T_к = \alpha (\sigma_v / V_{ср}) \cdot T_{ср} (V_{ср})$$

2.12. Срок очередного ремонта рассчитывается от момента последней замены элемента по результатам последнего обследования.

2.13. В случае неполного восстановления элемента (частичной замены) следует проводить расчет по обновленным и необновленным частям элемента отдельно. Совмещая результаты расчетов, определяют сроки последующих ремонтов.

2.14. Объединяя последовательности периодичностей ремонтов каждого элемента, группируя близкие моменты ремонтов в одну точку (момент ремонта наиболее ответственного по надежности элемента), определяют срок назначаемого ремонта, характер и предполагаемые затраты на его проведение.

Зависимость коэффициента запаса на надежность α от варианта скорости коррозии $\frac{б_v}{V}$

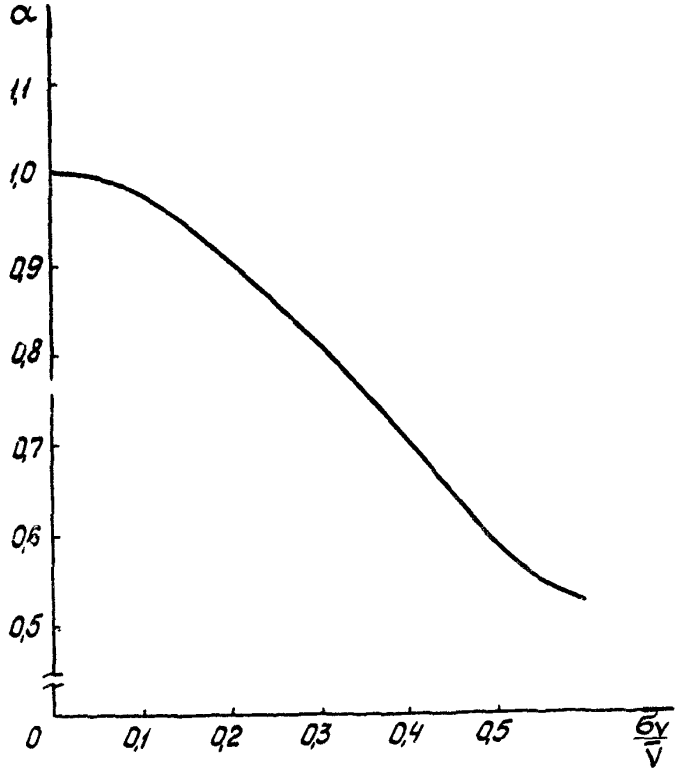


Рис. 6

3. ПОРЯДОК УСТАНОВЛЕНИЯ ПРЕДЕЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СТЕНКИ РЕЗЕРВУАРА

3.1. Предельное состояние стенки при сплошной коррозии характеризуется минимально допустимым сечением стенки (толщиной каждого пояса) $\bar{d}_{min}$

$$\bar{d}_{min} = \left\{ d_{min}^{(1)}, d_{min}^{(2)}, \ldots, d_{min}^{j}, \ldots d_{min}^{k} \right\},$$

где k - число поясов,

j - номер пояса.

3.2. В основу расчета $\bar{d}_{min}$ положены энергетические критерии прочности и устойчивости стенки переменной толщины (Приложение п.6, п.7).

3.3. Исходными данными для расчета являются:
паспортные данные резервуара - толщина каждого пояса, стенки, радиус резервуара, высота резервуара, вакуум срабатывания дыхательного клапана (если клапан предусмотрен проектом).

3.4. Минимальные значения толщин поясов стенки резервуаров вместимостью 5000, 10000, 20000 м, допустимые при эксплуатации с понижением уровня заполнения в зависимости от удельного снижения уровня, представлены на рис 7-9.

3.5. Предельная толщина I-го пояса резервуара

$$d_1 = d_1(A),$$

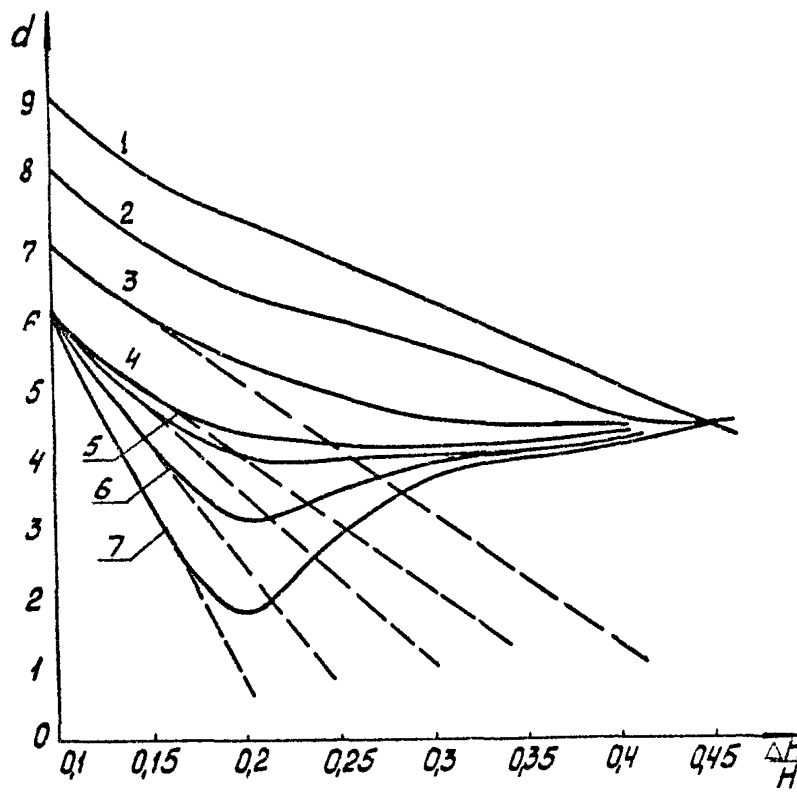
где $d_1(A)$ - ордината точки A соответствующей номограммы. Для $d_1 < d_1(A)$ критерии прочности и устойчивости стенки совместно не выполняются.

3.6. Предельная толщина I-го пояса определяет предельное снижение уровня заполнения

$$\left(\frac{\Delta H}{H_0}\right)_{пред} = \frac{\Delta H}{H_0}(A)$$ - абсцисса точки A

3.7. Допустимыми к дальнейшей эксплуатации в условиях сплошной коррозии и отсутствии других причин (по критериям прочности и

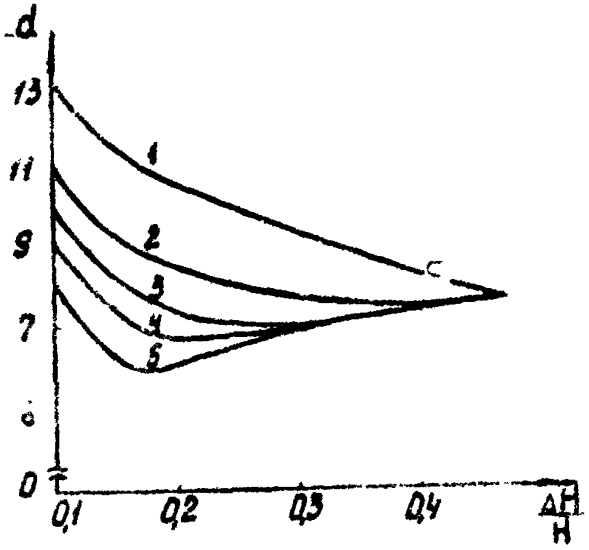
Значения минимальной толщины d поясов стенки РВС-5000 при эксплуатации с понижением ΔH уровня заполнения резервуара



I...7 - номера поясов

Рис. 7

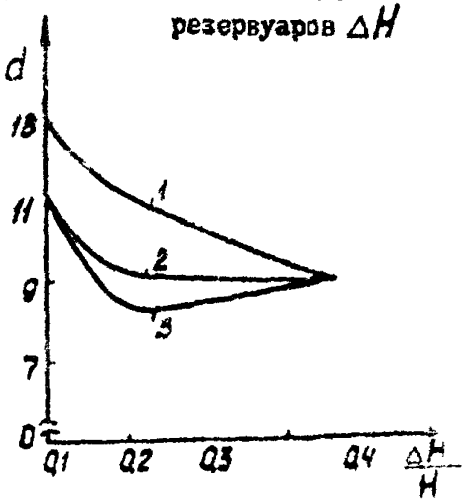
Значения минимальной толщины d поясов стенки РВС-10000 при эксплуатации с понижением уровня заполнения резервуара ΔH



1...4 - номера поясов
5 - для 5...8 поясов

Рис. 8

Значения максимальной толщины d поясов стенки РВС-20000 при эксплуатации с понижением уровня заполнения резервуаров ΔH



1 - для 1,2,3 пояса стенки; 2 - для 4,5,6 пояса стенки,
3 - для 7,8 пояса стенки

Рис. 9

устойчивости) считаются резервуары, пояса которых имеют толщины, удовлетворяющие следующим условиям:

$$\begin{cases} d_1^* \geq d_2^* \geq d_3^* \geq \ldots \geq d_K^* \\ d_1^* + d_2^* + \ldots + d_K^* \geq K \cdot d_1 \quad (A) \end{cases}$$

3.7.1 Для РВС-5000 $K = 8$ $d_1 = 0{,}45$ $\sum_{i=1}^{8} d_i^* \geq 3{,}6$

3.7.2 Для РВС-10000 $K = 8$ $d_1 = 0{,}76$ $\sum_{i=1}^{8} d_i^* \geq 6{,}1$

3.7.3 Для РВС-20000 $K = 8$ $d_1 = 0{,}9$ $\sum_{i=1}^{8} d_i^* \geq 7{,}2$

3.7.4 Для РВС-50000 $K = 12$ $d_1 = 1{,}45$ $\sum_{i=1}^{12} d_i^* \geq 17{,}4$

где d_j^* – фактическая толщина j -го пояса.

3.8. Допустимый уровень заполнения H_{max} определяется по номограмме (рис 7-9) по фактической толщине поясов.

3.8.1. Каждому значению толщины пояса d_j^* соответствует значение $\left(\frac{\Delta H}{H_0}\right)_j$, равное удельному снижению уровня заполнения резервуара. Среди всех значений $\left(\frac{\Delta H}{H_0}\right)_j$ выбираем максимальное

$$\left(\frac{\Delta H}{H_0}\right)_{max} = \max_j \left(\frac{\Delta H}{H_0}\right)_j$$

Максимальный уровень заполнения при толщине оболочки $\bar{d}^* = \{d_0^*\}$ определяется по формуле

$$H_{max} = H_0 \left(1 - \left(\frac{\Delta H}{H_0}\right)_{max}\right).$$

4. ПОРЯДОК УСТАНОВЛЕНИЯ ПЕРИОДИЧНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ РЕЗЕРВУАРОВ

4.1. Исходные данные:

тип резервуара,

тип хранимой нефти.

4.2. Контроль технического состояния резервуара производится с целью определения фактического износа его элементов.

4.3. По результатам контроля принимается решение

о необходимости проведения ремонтных работ,

о возможности эксплуатации резервуара на пониженном уровне заполнения.

4.4. По результатам контроля можно построить прогноз увеличения степени коррозионного износа.

4.5. Периодичность контроля технического состояния резервуаров выбирается в зависимости от типа резервуара и результатов последнего обследования.

4.6. Момент контроля принимается равным сроку ремонта резервуара при эксплуатации без понижения уровня заполнения (см.п.2).

4.7. Уровень заполнения в периоды между моментами контроля выбирается постоянным и определяется по фактическому износу согласно п.3.

5. ПРИМЕР ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРИОДИЧНОСТИ ТОР

5.1. Исходные данные:

тип резервуара РВС-5000;

хранимая нефть - товарная;

дыхательный клапан КПГ-150+350, вакуум срабатывания 300 Па.

5.2. По данным дефектоскопии определяем скорость коррозии элементов резервуара, среднеквадратичные отклонения и отношения.

Результаты расчетов заносим в итоговую таблицу.

	Пояса				Днище	Кровля
	I-2	3-4	5-6	7-8		
$V_{ср}$ мм/год	0,24	0,I8	0,I8	0,I6	0,6	0,I2
σ_v мм/год	0,030	0,026	0,027	0,02I	0,090	0,030
$\frac{\sigma_v}{V_{ср}}$	8	6,923	6,666	7,6I9	6,666	4
T_o годы	5,5	6,3	6 5	5	4	II
$T_к$ годы	8,8	I0,I	8	8	3,2	8,8

5.3. Согласно рис. I находим T_o для каждого элемента по соответствующим значениям $V_{ср}$. В случае эксплуатации при максимальном заполнении средний ресурс элементов $T_{ср} = T_o$. Результаты расчетов заносим в итоговую таблицу.

5.4. При необходимости увеличения среднего ресурса возможна эксплуатация РВС с пониженным уровнем заполнения.

Допустим выбрано $\Delta H/H = 0,2$. Определяем коэффициент $\beta = 0,5$, соответствующий $\Delta H/H = 0,2$ (рис. 5) для всех поясов, $\beta = I$ – для кровли и днища

5.5. Определяем запас на надежность α. Из рис. 6 по значению $\sigma_v/V_{ср} = 0,5$ определяем $\alpha = 0,8$.

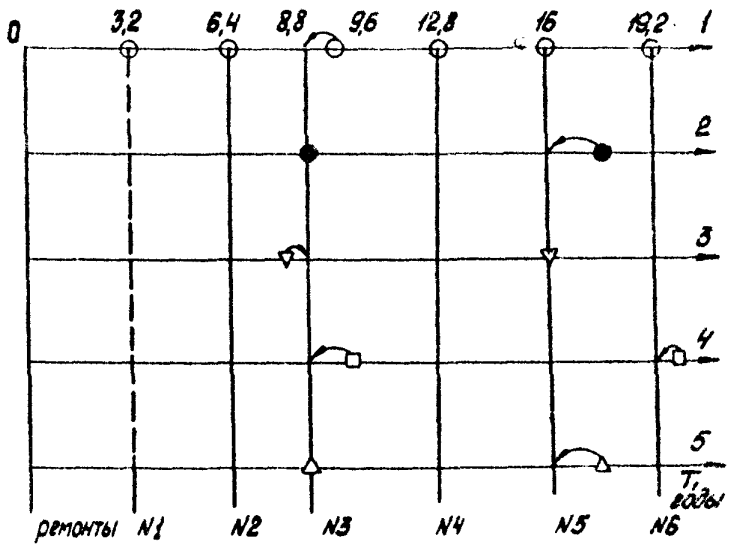
5.6. Вычисляем межремонтный ресурс элементов

$$T_к = \alpha \cdot T_{ср} = \alpha \cdot \frac{T_o}{\beta} = \frac{0,8 \cdot T_o}{0,5} = 1,6\, T_o$$ для поясов

$$T_к = 0,8 \cdot T_o$$ для днища и кровля

5.7. Строим план потоков восстановлений элементов резервуара. Определяем периодичность капитальных режимов, характер ремонта и предполагаемые затраты на его проведение (рис I0).

Схема потоков восстановления(ремонтов) элементов резервуара РВС-5000 для хранения товарной нефти



● - кровля,
○ - днище,
▽ - 5-8 пояса,
△ - I,2 пояса,
□ - 3-4 пояса,
◠ - перенесение срока ТОР

Рис. I0

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

I. Правила и инструкции по технической эксплуатации металлических резервуаров и очистных сооружений. - М.: Недра, 1977.

2. Инструкция по обследованию и дефектоскопии металлических резервуаров для старых РВС. - Астрахань, 1977.

3. Веревкин С.Н., Ржавский Е.Д. Повышение надежности резервуаров, газгольдеров и их оборудования. - М.: Недра, 1980.

4. ГОСТ 27.002-83. Надежность в технике. Термины и определения.

5. Гернбах И.В. Модели профилактики. - М.: Советское радио, 1976.

6. Березин В.Л., Шутов В.Е. Прочность и устойчивость резервуаров и трубопроводов. - М.: Недра, 1973.

7. Кан С.Н. Строительная механика оболочек. - М.: Машиностроение, 1966.

8. Сафарян Н.К. Основные положения расчета цилиндрических и сферических оболочек на устойчивость. - Монтажные работы в строительстве. - М.: ЦБТИ, 1967.

9. Прочность, устойчивость, колебания. - Справочник , т. 3. - М.: Машиностроение, 1963.

10. Конструкция по обследованию и комплексной дефектоскопии металлических резервуаров для нефти и нефтепродуктов. - Уфа: ВНИИСПТнефть, 1986.

ПРИЛОЖЕНИЕ

МЕТОДИКА РАСЧЕТА СРОКОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА РЕЗЕРВУАРОВ

П.I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

П.I.I. В процессе эксплуатации стальные вертикальные резервуары подвергаются процессу старения, приводящему к отказу конструкции.

П.I.2. Под отказом резервуара будем понимать параметрический отказ (не аварию), т.е. состояние, при котором хотя бы один из контролируемых параметров состояния резервуара выходит за пределы допустимых значений.

П.I.3. Основными причинами отказа резервуара являются:

I) влияние низких температур и температурных колебаний;

2) коррозионный износ;

3) вибрация резервуара;

4) осадка оснований;

5) газовые и воздушные пробки.

П.I.4. К основным контролируемым параметрам технического состояния резервуара при эксплуатации относятся:

I) размеры дефектов сварных соединений и основного металла;

2) осадка основания резервуара;

3) выпучины и вмятины на стенке резервуара и днища;

4) толщины листов корпуса, кровли и днища и размеры очагов коррозии;

5) отклонения стенки корпуса от вертикали.

П.I.5. Контроль основных параметров осуществляется согласно /I/,/2/, проектам на резервуары и СНИП-Ш-18-75.

П.I.6. Предлагаемая методика по определению сроков проведения ремонтов не учитывает возможных внезапных отказов, связанных с нарушением технологии эксплуатации резервуаров, таких как отказ дыхательной арматуры, превышение скорости заполнения и опорожнения резервуаров, повышение вибрации, превышение допустимого уровня запол-

нения резервуара, резкие изменения температур. Предупреждение таких внезапных отказов возможно при строгом соблюдении "Правил и инструкции по эксплуатации металлических резервуаров и очистных сооружений" /I/.

П.I.7. Входной информацией для определения сроков ремонтов по предлагаемой методике является статистический материал по величинам скоростей изменения выходного параметра, контролирующего выход резервуара из работоспособного (надежного) состояния в состояние отказа (т.е. возможного аварийного выхода резервуара).

П.I.8. Распространенными методами обработки случайных выборок являются методы статистического моделирования и методы физического моделирования (методы физики надежности).

П.I.9. Преимуществом методов физики надежности является возможность прогнозирования процесса развития отказа (изменение выходного параметра) по результатам начального этапа эксплуатации (5 лет), возможность получения представительной выборки величин скоростей процесса изменения выходного контролируемого параметра по сравнительно меньшей выборке контролируемых резервуаров. Недостатком физического моделирования является наличие ошибок прогноза, связанных с возможными случайными отклонениями процесса на поздних этапах эксплуатации, а также трудности, связанные с моделированием уравнения процесса изменения контролируемого параметра.

П.I.IO. Недостатком статистического моделирования является трудность в формировании представительной выборки величин времени безотказной работы, что требует наблюдения большого числа резервуаров за период эксплуатации не менее 20 лет.

П.I.II. Метод физического моделирования коррозионных отказов приведен в разделе П.2.

П.I.I2. Сроки проведения ремонтов резервуаров определяются на основе методических положений, приведенных в разделах П.2-П.5.

П.2. МОДЕЛЬ ОТКАЗОВ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНЫХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ, ПОДВЕРЖЕННЫХ РАВНОМЕРНОЙ КОРРОЗИИ

П.2.1. Коррозионный износ стенки резервуара является наиболее существенной причиной возникновения отказа резервуара. Уменьшение толщины поясов стенки резервуара может привести к потере прочности конструкции и устойчивости как резервуара в целом, так и отдельных поясов.

П.2.2. В практике встречаются коррозионные повреждения резервуаров различные по виду /3/.

П.2.2.1. Сплошная коррозия - коррозия, охватывающая всю поверхность металла:

а) равномерная коррозия, протекающая с одинаковой скоростью на различных участках поверхности металла;

б) неравномерная коррозия, протекающая с неодинаковой скоростью на различных участках поверхности металла.

П.2.2.2. Местная коррозия - коррозия, охватывающая отдельные участки металла:

а) точечная коррозия;

б) коррозионная каверна;

в) сквозная коррозия.

Все вышеуказанные дефекты уменьшают расчетное сечение основного металла и сварных соединений и приводят к понижению надежности резервуара.

П.2.3. Коррозионные отказы относятся к постепенным параметрическим отказам.

П.2.4. Контролируемым параметром процесса развития коррозионного отказа является при равномерной коррозии - толщина стенки, при местной коррозии - глубина и размеры каверн.

П.2.5. Измерения толщины металла проводят согласно /2/.

П.2.6. По многочисленным исследованиям коррозии резервуаров при эксплуатации для описания процесса износа принимается линейный закон /3/

$$d_0 - d(t) = Vt \qquad (П.2.1)$$

где d_0 - начальная толщина листа, мм;

$d(t)$ - толщина листа, замеряемая в момент времени t, мм;

V - случайная величина скорости коррозии листа, мм/год;

t - момент времени контроля толщины листа, годы.

П.2.7. Скорость изменения толщины листа корпуса, кровли или днища резервуара зависит главным образом от коррозионной активности хранимого нефтепродукта. (Следует заметить, что на величину скорости коррозии влияют много факторов таких, как оборачиваемость резервуара, длительность пребывания в заполненном и опорожненном состоянии, наличие понтона и т.д.)(см. табл.П.2.1).

П.2.8. Скорость коррозии металла в однотипных резервуарах для данного вида хранимого нефтепродукта изменяется в широком диапазоне, т.е. является случайной величиной. Воздействие множества различных факторов приводит к нормальному распределению скорости коррозии. Основными характеристиками случайной величины коррозии являются:

оценка математического ожидания - статистическое среднее

$$\bar{V} = \frac{\sum_{i=1}^{n} V_i}{n},$$

где V_i - случайная величина скорости;

n - объем выборки;

среднеквадратичное отклонение, характеризующее величину разброса скоростей

$$\sigma_V^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} (V_i - \bar{V})^2}{n-1}$$

Таблица П.2..

Среднестатистическая скорость коррозии элементов резервуаров в хранимом нефтепродукте, мм/год

Хранимый нефтепродукт	Элементы резервуара										
	Пояса стенки								Кровля	Днище	Окрайка
	I	2	3	4	5	6	7	8			
Нефть сернистая	0,26	0,26	0,I8	0,I8	0,I8	0,I8	0,I9	0,I9	0,I8	0,40	0,50
Нефть сырая	0,20	0,26	0,I2	0,I2	0,I2	0,I2	0,09	0,09	0,09	0,I3	0,20
Нефть малосернистая (товарная)	0,I0	0,I0	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,06	0,I0	0,20
Бензин	0,I2	0,I2	0,09	0,09	0,09	0,09	0,07	0,07	0,07	0,06	0,I7

П.2.9. Отмечено, что коррозионная активность изменяется по высоте резервуара. Это связано в первую очередь с наличием трех основных зон: газовой (паровоздушной), нефти или нефтепродукта и подтоварной воды, а также зоны переменного действия, которые находятся на поясах, соприкасающихся с поверхностями раздела фаз

В связи с этим следует определять величину скорости коррозии для каждого элемента корпуса (пояса стенки резервуара, кровли, днища).

В /3/ опубликованы результаты статистической обработки скоростей коррозии резервуара для различных нефтей. Значения среднестатистической скорости $\bar{V}$ приведены в табл. П.2.I $\sigma_v = 0{,}3\bar{V}$.

П.2.I0. Время безотказной работы элемента резервуара (или межремонтное время) также является случайной величиной, значение которой определяется по формуле (2.I) в зависимости от случайной скорости V и минимально допустимой толщины $d_{min}(t)$ при заданной начальной толщине d_0.

П.2.II. Среднее время безотказной работы

$$\bar{T} = \frac{d_0 - d_{min}}{\bar{V}}, \qquad (2.2)$$

где $\bar{V}$ - среднестатистическая скорость коррозии.

П.2.I2. Методика определения допустимой толщины d_{min} представлена в разделе П.3.

П.2.I3. Распределение случайной величины времени безотказной работы T удобно представить через приведенное время τ, $\tau = \frac{T}{\bar{T}}$, ($\bar{T}$ определяется по формуле 2.2)

Тогда плотность распределения случайной величины τ

$$f(\tau) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\delta_v} \cdot \frac{1}{\tau^2} \exp\left\{ - \frac{(1-\tau)^2}{2\delta_v^2 \tau^2} \right\}. \qquad (2.3)$$

где $\delta_v = \frac{\sigma_v}{\bar{v}}$,

σ_v – среднеквадратическое отклонение скорости:

$\bar{v}$ – средняя скорость.

П.2.14. Функция распределения τ

$$F(\tau) = 0.5 - \Phi\left(\frac{1-\tau}{\delta_v \tau}\right), \qquad (2.4)$$

где $\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{z^2}{2}} dz$ – нормированная функция Лапласа является входной информацией к определению сроков проведении ремонтов.

П.2.15. Для практического пользования результатами методики определения сроков проведения ремонтов необходимо знать $\bar{v}$ – среднюю скорость коррозии, σ_v – среднеквадратическое отклонение (разброс) скорости,

$\delta_v = \frac{\sigma_v}{\bar{v}}$ – относительную величину разброса скорости.

П.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСТИМЫХ ЗНАЧЕНИЙ ИЗНОСА ЭЛЕМЕНТОВ КОРПУСА СТАЛЬНЫХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

П.3.1. Выходным параметром состояния резервуара, определяющим его надежную эксплуатацию, является величина возникающих в стенке напряжений.

П.3.2. Уменьшение толщины стенки резервуара вследствие коррозионного износа приводит к увеличению значений фактических напряжений.

П.3.3. Коррозионный износ стенки (особенно нижних поясов) требует снижения реальных нагрузок при эксплуатации и в первую очередь снижения гидравлической нагрузки.

П.3.4. Предельно допустимый износ I пояса принят равным 25 % от проектной толщины согласно /2/

П.3.5. Предельному износу I пояса соответствует предельная высота заполнения резервуара

H_{max} = 9 м (РВС-5000)

H_{max} = 9 м (РВС-20000)

H_{max} = 9 м (РВС-20000)

H_{max} = I4 м (РВС-50000)

Расчет высоты заполнения проводился по допустимым кольцевым напряжениям. Допустимыми напряжениями приняты напряжения, соответствующие максимальной (по проекту) высоте заполнения резервуара при проектной толщине поясов стенки.

П.3.6. Предельно допустимый износ листов 2,3,4,5 поясов определен по критерию прочности цилиндрической оболочки резервуара при заполнении на предельно допустимую высоту H_{max} (П.3.5).

П.3.7. Результаты расчетов зависимости уменьшения высоты заполнения резервуара от величины коррозионного износа поясов представлены на рис I-4.

П.3.8. В таблице П.3.I представлены значения допустимого износа I-5 поясов стенки резервуара объемом 5000, I0000, 20000, 50000 $м^3$ при заполнении до уровня H_{max}, соответствующего предельному износу I пояса.

П.3.9. Все расчеты проводились на основе линейной теории упругих цилиндрических оболочек (расчетные формулы приведены в П.6).

П.3.I0. Предельно допустимый износ листов кровли и днища резервуара принят равным 50 %, окраек - 30 % от проектных толщин в соответствии с /2/.

П.3.II. Предельно допустимый износ листов 6,7,8 поясов (верхних поясов, находящихся в паровоздушном пространстве) определен по критерию устойчивости цилиндрической оболочки к совместному действию осевой и радиальной нагрузки.

Таблица П.3.I

Допустимый износ верхних поясов резервуара, находящихся под вакуумом, %

Вакуум срабатывания дыхательного клапана КПГ-I50+350,Па	РВС-5000	РВС-I0000	РВС-20000
300	30	30	35
400	27	27	33

Таблица П.3.2

Допустимый износ поясов резервуара, находящихся под гидравлической нагрузкой, с пониженным уровнем заполнения, %

Тип резервуара	Пояса стенки							Уровень заполнения
	I	2	3	4	5	6	7	H, м
РВС-5000	25	28	32	37	46			9
РВС-I0000	25	28	32	40	50			9
РВС-20000	25	25	25	42	50			9
РВС-50000	25	25	32	36	36	43	50	I4

П.3.12. Расчет проведен для оболочки длиной L =4,5 м (3 пояса) на основе общего решения задачи об устойчивости оболочки произвольной длины (расчетные формулы приведены в П.6).

П.3.13. Выбор значения L =4,5 м определен тем, что при эксплуатации резервуаров с пониженным уровнем заполнения (см.П.3.5) возможная потеря устойчивости при опорожнении резервуара может произойти именно в тонкой оболочке, находящейся под вакуумом, т.е. на верхних 3-х поясах, которые корродируют значительно быстрее других поясов.

П.3.14. Расчеты на устойчивость проведены для резервуаров со стационарной крышей. В литературе принято рассматривать соединения стенки со стационарной крышей как жесткую заделку, что было учтено в граничных условиях задачи (один конец оболочки - жесткое закрепление, второй конец (на уровне 5 пояса) - шарнирное опирание).

П.3.15. Выбор условия шарнирного опирания занижает предельно допустимые напряжения в оболочке из 3-х верхних поясов при заполненном до предельно допустимой высоты резервуаре, но гарантирует устойчивость оболочки в самом процессе опорожнения.

П.3.16. Выбранным граничным условиям соответствует m =1,25 в формуле 7.1 (П.7)/7/.

П.3.17. Расчеты на устойчивость проводятся на предельный вакуум срабатывания предохранительных клапанов. Зависимость допустимого по критерию устойчивости износа верхних поясов от предельного вакуума представлена на рис П.3.1.

П.3.18. В табл.П.3.2 приведены значения допустимого износа верхних поясов резервуаров для вакуума срабатывания выпускаемых промышленностью дыхательных клапанов.

П.3.19. Приведенные в П.3.1, П.3.2, П.3.3.,П.3.18 расчеты допустимых значений износа рекомендуются для использования в качестве норм отбраковки листов стенки резервуара при условии обеспечения надежного контроля за высотой заполнения резервуара и за исправной работой дыхательной арматуры (табл.П.3.3).
Для 4 и 5 поясов в табл.3.3 предлагаются нижние значения с учетом толщины вышележащих поясов.

П.3.20. Контроль должен осуществляться в соответствии с указаниями по текущему обслуживанию резервуаров, предусмотренных "Правилами и инструкциями по технической эксплуатации металлических резервуаров и очистных сооружений" /1/.

П.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРОКОВ ПРОВЕДЕНИЯ РЕМОНТОВ ЭЛЕМЕНТОВ КОРПУСА СТАЛЬНЫХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

П.4.1. "Правилами и инструкциями по технической эксплуатации металлических резервуаров и очистных сооружений"/1/ для обеспечения надежной эксплуатации резервуаров предусмотрена система планово-предупредительных ремонтов.

П.4.2. Системой планово-предупредительных ремонтов называется совокупность организационных и технических мероприятий по уходу, надзору, обслуживанию и ремонту сооружений, оборудования и машин, проводимых профилактически по заранее составленному плану с целью обеспечения их безотказной работы.

Основная задача системы ППР в трубопроводном транспорте нефти и нефтепродуктов - удлинение межремонтного периода при сохранении надежности работы оборудования.

П.4.3. Эксплуатационная надежность резервуара определяется возможностью выполнения им заданных функций, т.е. готовностью в любой момент времени в течение межремонтного периода принять на

ТАБЛИЦА П.3.3

Допустимая толщина поясов резервуара, мм

Тип резервуара	Пояса стенки									Вакуум срабатывания дыхательного клапана, Па	Уровень заполнения, м
	I	2	3	4	5	6	7	8	9-I2		
РВС-5000	6,8	5,7	4,8	3,8 4,0	3,2 4,0	4,0	4,0	4,0		300	9
РВС-10000	9,8	7,8	6,8	4,8 6,0	4,I 6,0	6,0	6,0	6,0		300	9
РВС-20000	9,8	7,8	6,8	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0		300	9
РВС-50000	I9,8	I7,8	I6,2	I2,0	II,2	I0,2	I0,0	I0,0	I0,0		I6

хранение определенное количество нефти и нефтепродуктов, при сохранении во времени установленных значений эксплуатационных характеристик (уровень заполнения; нахождение под заливом, опорожнением; избыточное давление, вакуум).

П.4.4. Основным показателем, характеризующим эксплуатационную надежность, является коэффициент готовности R /4/.

П.4.5. Функциональная связь коэффициента готовности с длительностью межремонтного периода зависит от выбора модели профилактического обслуживания.

П.4.6. Для системы ППР резервуаров (замены отдельных элементов) при условии полного восстановления коэффициент готовности R будет определяться по формуле /5/

$$R(T) = \frac{\int_0^T (1-F(t))\,dt}{T + T_{пп}}, \qquad (4.1)$$

где T - длительность межремонтного периода, годы;

$F(t)$- функция распределения времени безотказной работы;

$T_{пп}$ - длительность проведения ППР, годы.

П.4.7. Оптимальные сроки проведения ремонтов определяются по критерию максимальной готовности.

П.4.8. Для коррозионных отказов формулу (4.I) следует представить в виде

$$R(\tau) = \frac{\int_0^{\tau} (1-F(\tau))\,d\tau}{\tau + \tau_{пп}}, \qquad (4.2)$$

где $\tau = \frac{T}{\overline{T}}$, $\tau_{пп} = \frac{T_{пп}}{\overline{T}}$,

$\overline{T}$ - среднее время безотказной работы (см 2.2).

П.4.9. Оптимальное значение приведенного времени τ_* полностью определяется значениями $\delta_v = \frac{\sigma_v}{\bar{v}}$ и $\tau_{пп}$. Результаты расчетов τ_* приведены в табл. П.4.I.

П.4.10. Средняя длительность плановых ремонтов (замен отдельных элементов) оценивается величиной $\sim$ 2 мес., т.е. $T_{пп}$ = 0,20 года, $\tau_{пп} = 0{,}2/\bar{T} \cong 0{,}02$.

П.4.II. По табл. П.4.I при известных $\tau_{пп} = 0{,}02$ и ∂_v 0,3 определяется оптимальное значение τ_* для элемента. Расчеты показали, что для всех элементов конструкции $\tau_* = 0{,}6$.

П.4.12. Оптимальный срок проведения ремонтов отдельных элементов резервуара определяется в зависимости от хранимого нефтепродукта и типа дыхательной арматуры по формуле $T_* = \tau_* \cdot \bar{T} = 0{,}6 \cdot \bar{T}$

П.5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРОКОВ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕЗЕРВУАРОВ

П.5.I. Проверки технического состояния резервуаров проводятся с целью уточнения сроков проведения ремонтов резервуаров, для предварительного определения характера, объема и стоимости ремонтных работ.

П.5.2. Под контролем технического состояния понимается измерение всех характеристик коррозионного повреждения основного металла и сварных соединений (глубина износа, размеры пятен и др.) При значительных коррозионных повреждениях, при появлении трещин в различных местах корпуса необходимо проводить механические испытания металла и сварных соединений /2/, совмещая момент их проведения с ближайшим моментом контроля коррозионного износа. В соответствии с этими сроками следует проводить демонтаж и установку вспомогательной арматуры.

Предлагается, что техосмотры и все мероприятия по обслуживанию резервуаров, не приводящие к его остановке, проводятся независимо от контроля технического состояния согласно /I/.

П.5.3. Своевременное проведение диагностик должно сокращать число внеплановых ремонтов и время пребывания резервуара в состоянии параметрического отказа.

П.5.4. По результатам контроля принимается решение о необходимости проведения ремонтных работ

ТАБЛИЦА П.4.I

Оптимальные значения приведенного времени

$\tau_{пп}$	δ =0,I		δ =0,2		δ =0,3	
	τ_*	R	τ_*	R	τ_*	R
0,005	0,8	0,99	0.7	0,99	0,6	0,99
0,010	0,8	0,99	0,7	0,98	0,6	0,98
0,015	0,8	0,98	0,7	0,96	0,6	0,98
0,020	0,8	0,98	0,7	0,97	0,6	0,97

или о возможности эксплуатации резервуара на пониженном уровне заполнения.

П.5.5. Расчет периодичности проведения контроля технического состояния резервуаров рекомендуется проводить с учетом инструкции /2/, в которой допускается эксплуатация без изменения уровня заполнения при износе поясов, не превыщающем 10 % начальной толщины.

П.5.6. На межремонтном периоде следует проводить 2 контроля по 10-20%-ому износу поясов со снижением уровня до значений, соответствующих износу, и последний контроль непосредственно перед ремонтом по определению объема и вида ремонта.

П.6. РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ

П.6.1. При расчете на прочность резервуара от совместного действия радиальной и продольной нагрузок в каждой точке цилиндрической оболочки находятся величины приведенных напряжений

$$\sigma_z = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \sigma_2} \quad ,$$

где σ_1 - продольные напряжения,

σ_2 - кольцевые напряжения.

Проектная прочность конструкции резервуара, стенка которого имеет измененную толщину из-за коррозионного износа будет обеспечена при условии

$$\sigma \leq \sigma_z \quad , \qquad (6.1)$$

где σ - приведенные напряжения в стенке резервуара с уменьшенной толщиной;

σ_z - приведенные напряжения в стенке резервуара при проектной толщине.

П.6.2. Условие (6.I) обеспечивается при изменении эксплуатационной нагрузки, а именно при уменьшении гидравлической нагрузки за счет понижения уровня заполнения резервуара нефтепродуктом.

П.6.3. При расчете на прочность резервуаров различной вместимости учитываются условия закрепления стенки с днищем. Для РВС большой вместимости (I0000,20000,50000 м^3) кромка корпуса жестко закреплена с окрайкой днища, для РВС вместимости менеее I0000 м^3- упругое сопряжение.

П.6.4. Расчет σ_2 согласно /3/ проводится по следующим формулам:

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{h} \pm \frac{6M_1}{h^2},$$

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{h} - \frac{6M_2}{h^2},$$

где N_1 - продольное усилие,

N_2 - кольцевое усилие,

M_1, M_2 - изгибающие моменты под действием этих усилий.

Обозначив

$$\Phi_1 = e^{-\beta x}(\cos\beta x + \sin\beta x),$$
$$\Phi_2 = e^{-\beta x}(\cos\beta x - \sin\beta x),$$
$$\Phi_3 = e^{-\beta x}\cdot\cos\beta x,$$
$$\Phi_4 = e^{-\beta x}\sin\beta x.$$

выражения для усилий и моментов цилиндрической оболочки записываются

$$M_1 = M_0\cdot\Phi_1 + \frac{Q_0}{\beta}\Phi_4,$$

$$M_2 = \nu M_1,$$

$$N_1 = -\frac{Q_n + 0{,}5Q_к + (q_{сн} - p)F}{2\pi R}$$

$$N_2 = -2\beta R\left(\beta M_0 \Phi_2 + Q_0 \Phi_3\right) + R\left(p + \gamma(H - x)\right),$$

где M_0 и Q_0 – момент и перерезывающая сила, действующие на линии нижнего опорного сечения.

Обозначив

$$F_1 = 1 + \Phi_1^2(\beta_0 \ell) + 2\Phi_2^2(\beta_0 \ell),$$

$$F_2 = \Phi_3^2(\beta_0 \ell),$$

$$F_3 = 1 - \Phi_1(\beta_0 \ell)\cdot\Phi_2(\beta_0 \ell) + 2\Phi_3(\beta_0 \ell)\Phi_4(\beta_0 \ell$$

выражения для момента и перерезывающей силы принимают вид

$$M_0 = \frac{KK_4}{2K\beta_4^2 + K_4\beta_0^3 F_1}\left[-\delta\beta_4 + \frac{\gamma H\beta_2}{K_4}\left(-1 + \frac{1}{H\beta_4} + \frac{K_4\beta_0 F_3}{2K\beta_4}\right) - \frac{\beta_0 N_1 F_2}{K}\right],$$

$$Q_0 = \frac{1}{2\beta_4}\left(\gamma H + \delta K_4\right) + \frac{\beta_4 KK_4}{2K\beta_4^3 + K_4\beta_0^3 F_1}\left[\delta\beta_4 + \frac{\gamma H\beta_4}{K_4}\cdot\left(1 - \frac{1}{H\beta_4} - \frac{K_4\beta_0 F_3}{-2K\beta_4}\right) + \frac{\beta_0^2 \cdot N_1 \cdot F_2}{K}\right],$$

где K, K_4 – коэффициент постели песчаного основания;
фиктивный коэффициент постели;

β_4, β_0 – характеристика гибкости цилиндрической оболочки и днища;

H – высота заполнения резервуара;

γ – удельный вес хранимого нефтепродукта.

В случае жесткой заделки стенки резервуара с днищем для РВС-10000,20000,50000) в формулах принимается

$$F_1 = F_2 = F_3 = 0 .$$

П.7. РАСЧЕТ НА УСТОЙЧИВОСТЬ

В случае опорожнения резервуаров с уменьшенной от проектной толщиной стенки возникает необходимость решения задачи расчета конструкции на устойчивость. Коррозия верхних трех поясов значительна по сравнению с остальными, поэтому расчет на устойчивость проводился для верхних поясов.

При действии осесимметричной нагрузки верхний край оболочки стенки жестко сопряжен со стационарной крышей /6/.

При совместном действии осевого сжатия и внешнего равномерного давления устойчивость стенки находят по формуле /9/

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_{1кр}} + \frac{\sigma_2}{\sigma_{2кр}} \leq 1 ,$$

где σ_1 - расчетное осевое напряжение в оболочке;

$\sigma_{1кр}$ - нижнее критическое меридиональное напряжение;

σ_2 - расчетное нормальное напряжение;

$\sigma_{2кр}$ - нижнее критическое радиальное напряжение.

В случае , когда оба края жестко закреплены, величина $\sigma_{2кр}$ равна I,5 P , где P - давление, вычисленное по формуле Папковича (уравнение полубезмоментной теории), когда один край жестко защемлен, а вторым реализовано шарнирное опирание - I,25 P.

В последнем случае получается расчет на устойчивость более опасного варианта. Величина $\sigma^{б}_{2кр}$ рассчитывается по формуле

$$\sigma^{б}_{2кр} = \frac{R}{h}\left[DR\left(\frac{m^2\pi^2}{L^2 n} + \frac{n}{R^2}\right) + \frac{Eh}{Rn^2}\,\frac{1}{\left(1+\frac{n^2L^2}{R^2m^2\pi^2}\right)^2}\right], \quad (7.1)$$

где R - радиус срединной поверхности;

h - толщина оболочки;

D - цилиндрическая жесткость;

L - длина оболочки;

n - число полных волн по окружности;

m - число полуволн по образующей оболочки.

При определении критического напряжения принимается $m = 1{,}25$.

Из экспериментальных данных, полученных различными авторами, следует, что для всех оболочек, имеющих начальные неправильности, уровень критического напряжения падает.

Расчетные значения $\sigma_{2кр}$ определяются /8/

$$\sigma_{2кр} = 0{,}6 \cdot \sigma^{\ell}_{2кр}$$

Расчет $\sigma^{\ell}_{1кр}$ проводится в допущении, что поверхность оболочки после выпучивания не является осесимметричной. Величина $\sigma^{\ell}_{1кр}$ находится из уравнения /9/

$$\frac{Q}{h}\,\frac{m^2\pi^2}{L^2} + \frac{n^2}{R^2} + \frac{E m^4 \pi^4}{R^2 L^4} - \sigma^{\ell}_{1кр}\left(\frac{m^2\pi^2}{L^2} + \frac{n^2}{R^2}\right)\frac{m^2\pi^2}{L^2} = 0$$

Учет начальных неправильностей проводится по формуле /9/

$$\sigma_{1кр} = 0{,}15\,\sigma^{\ell}_{1кр}$$

Расчет σ_1 и σ_2 проводился согласно /6/.

П.8. ПРИМЕР РАСЧЕТА СРОКОВ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И РЕМОНТА СТАЛЬНЫХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

Исходные данные: РВС-10000, хранимый нефтепродукт- товарная нефть.

Скорость коррозии по элементам (мм/год) представлена в табл. П.8.1. Относительное среднеквадратичное отклонение $\delta_v = 0{,}2$.

Статистика скоростей коррозии может быть получена при первом контроле резервуара через 3-5 лет эксплуатации.

Представительной можно считать выборку, составленную из 100 и более значений скоростей.

Для получения статистики скоростей коррозии необходимо иметь следующие данные:

- толщина листа каждого элемента к моменту пуска T_0 резервуара в эксплуатацию,
- толщина листа каждого элемента в момент контроля $T_к$.

Необходимо учесть, что замеры следует проводить по одним и тем же контрольным точкам.

Время проведения контрольных замеров следует выбирать с учетом точности измерительных приборов. Относительная погрешность измерения не должна превышать 10-15 %, т.е. за выбранное время глубина износа листа должна в 7-10 раз превышать абсолютную погрешность прибора.

1. По табл. П.3.3 определяем допустимую толщину элементов резервуара d_{min} (см.табл.П.8.1).

2. По формуле $\bar{T} = \frac{d_0 - d_{min}}{\bar{v}}$ определяем средний межремонтный ресурс $\bar{T}$ для каждого элемента (табл.П.8.1).

3. По табл.П.4.1 определяем оптимальное по критерию максимальной готовности приведенное значение межремонтного периода τ_0 , $\delta_v = 0,2$

$$\tau_m = \frac{T_m}{\bar{T}} = \frac{0,25}{10 \div 20} \sim 0.015$$

T_m - средняя длительность проведения ремонта, $\tau_0 = 0,7$

4. Рассчитываем оптимальные сроки проведения ремонтов $T = \tau_0 \bar{T}$ (табл.П.8.1).

ТАБЛИЦА П.8.I

Расчетные значения сроков контроля и ремонта РВС-I0000

	Элементы резервуара										
	Кровля	Днище	Окрайка	Пояса стенки							
				I	II	III	IУ	У	УI	УII	УIII
$\bar{V}$ мм/год	0,I2	0,I5	0,20	0,I5	0,I5	0,I0	0,I0	0,I0	0,I2	0,I2	0,I2
$d_o - d_{min}$, мм	I,25	3,00	2,50	3,00	3,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
$\bar{T}$, годы	I0	20	I2	20	20	20	20	20	I7	I7	I7
сроки ремонта, виды	7	I4	8	I4	I4	I4	I4	I4	II	II	II

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
I. Общие положения	4
2. Порядок установления периодичности ремонта поясов стенки, кровли, днища резервуаров	4
3. Порядок установления предельного состояния стенки резервуара	I3
4. Порядок установления периодичности технического обслуживания резервуаров	I7
5. Пример определения периодичности ТОР	I7
Список использованных источников	20
Приложение. Методика расчета сроков технического обслуживания и ремонта резервуаров	2I

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

И Н С Т Р У К Ц И Я

ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПЕРИОДИЧНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ, РЕМОНТА И НОРМ ОТБРАКОВКИ СТАЛЬНЫХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РЕЗЕРВУАРОВ

РД 39-0147103-356-86

Издание ВНИИСПТнефть

450055, г. Уфа, пр. Октября, 144/3

Подписано к печати 27.01.87г. П01154
Формат 90х60/16. Уч.-изд.л. 2,2. Тираж 150 экз.
Заказ 21

Ротапринт ВНИИСПТнефть

gost.e-ecolog.ru