

Министерство нефтяной промышленности
РСФСР

УТВЕРЖДЕН

первым заместителем министра
нефтяной промышленности
В.И.Игревским
24 октября 1984 года

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ
МЕТОДИКА

ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ КОМПЛЕКТУЮЩИХ ИЗДЕЛИЙ
МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ ПО КРИТЕРИЮ
НАДЕЖНОСТИ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

РД 39-30-II67-84

1985

МИНИСТЕРСТВО НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
ВНИИСПТнефть

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

МЕТОДИКА
ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ
КОМПЛЕКТУЮЩИХ ИЗДЕЛИЙ
МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ
ПО КРИТЕРИЮ НАДЕЖНОСТИ
В ЭКСПЛУАТАЦИИ
РД 39 - 30 - II67 - 84

1985

Настоящая Методика разработана в соответствии с утвержденным тематическим планом ВНИИСПГнефть за 1982 г. и является исходным документом при определении оптимальных параметров комплексующих изделий магистральных нефтепроводов по заданному (требуемому) уровню надежности в эксплуатации.

Методика распространяется на оптимизацию параметров комплексующих изделий по критерию надежности в эксплуатации и устанавливает основные типы задач по оптимизации параметров и методы их решения.

Настоящая Методика предназначается для проектных и научно-исследовательских организаций в отрасли нефтепроводного транспорта.

Методика разработана авторским коллективом ВНИИСПГнефть - Л.С.Маслов , зав.лабораторией; М.Х.Султанов, м.н.с.; Манкеева, инженер.

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

МЕТОДИКА ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ КОМПЛЕКТУЮЩИХ ИЗДЕЛИЙ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ ПО КРИТЕРИЮ НАДЕЖНОСТИ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

РД 39 - 30 - 1167 - 84

водится впервые

Приказом Министерства нефтяной промышленности № 721
от 06.12.84 г. срок введения установлен с 1.01.85 г.
срок действия до 1.01.90 г.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.1. Настоящая Методика устанавливает общие правила оптимизации зависимых и независимых между собой параметров комплектующих изделий магистральных нефтепроводов по критерию надежности в эксплуатации.

I.2. Параметрами комплектующего изделия называют величины, количественно характеризующие надежность (безотказность, долговечность) этого изделия. Параметрами, количественно характеризующими надежность комплектующего изделия в эксплуатации, являются физико-механические и геометрические параметры материалов и самого изделия. Показатель надежности изделия является функцией ее параметров.

I.3. Параметры, определяющие надежность комплектующих изделий в эксплуатации, выбираются для оптимизации с условием удовлетворения следующих требований:

значения параметров должны определяться с использованием из-

мерительного, регистрационного и расчетного методов в соответствии с ГОСТ 15467-79 и РД 50-149-79;

параметры должны быть однозначными, т.е. каждый из них должен характеризовать одно из физико-механических или геометрических свойств изделия;

статистические ошибки измерений при оценке параметров должны быть несмещеными и эффективными;

количественные значения параметров должны быть ограничены пределами эксплуатационных допусков.

I.4. Методика оптимизации параметров комплектующих изделий устанавливает:

тип задачи;

математическую формулировку задачи и уравнения, определяющую оптимальные величины параметров.

I.5. Решение уравнений осуществляется численными методами или путем построения экспериментальных зависимостей. Допустимое для условий эксплуатации значение параметра определяется при фиксированных значениях остальных из совокупности физико-механических и геометрических параметров изделия и при определенных нагрузках и воздействиях.

Расчет эксплуатационных допусков на геометрические параметры основного металла и сварных швов труб нефтепровода с использованием экспериментальных и расчетных зависимостей приведен в приложении I.

I.6. Методика может быть использована в случае, когда требования к надежности комплектующих изделий относительно постепенных отказов превалируют над требованиями относительно внезапных отказов. Предполагается, что требования к надежности относительно внезапных отказов определены.

I.7. Статистические значения параметров комплектующих изделий определяются на базе заданных величин показателей, характеризующих надежность изделий. Показателями, характеризующими надежность изделий являются:

вероятность безотказной работы $P_n(t)$ или запас надежности K_n при $0 < P_n(t) < 1$;

фиксированное значение времени T_φ (установленное, назначенное или предельное значение времени);

запас надежности K_n при $P_n(t) = 1$.

I.8. На базе данной методики должны проводиться расчеты по определению эксплуатационных допусков на параметры конкретных комплектующих изделий с учетом анализа статистических закономерностей отказов и физики отказов.

I.9. Термины и определения, а также условные обозначения, принятые в методике, приведены в приложениях 2 и 3.

2. КЛАССИФИКАЦИЯ ОСНОВНЫХ ТИПОВ ЗАДАЧ

2.1. Классификация производится по характеристикам, приведенным в таблицах I и 2.

2.2. Примеры, поясняющие составление классификационного кода для конкретной задачи:

необходимо определить минимальное или максимальное значение независимого параметра для обеспечения требуемой вероятности безотказной работы. По таблице I эта задача обозначается кодом 000;

необходимо определить минимальное и максимальное значения зависимого параметра для обеспечения требуемого фиксированного значения времени эксплуатации изделия. По таблице I эта задача обозначается кодом III;

Таблица I

Параметр, для которого определяется допустимое значение	Пределы допуска на параметр	Показатель надежности	Классификационный код
		0	000
		0	001
		2	002
		0	010
		1	011
		0	100
		1	101
		2	102
		0	110
		1	111
0. Независимый параметр 1. Зарисимый параметр	0. Минимальное или максимальное значение параметра 1. Минимальное и максимальное значения параметра	0. Вероятность безотказной работы (запас надежности при $0 < P(t) < 1$) 1. Фиксированное значение времени T_f . 2. Запас надежности при $P_H(t) = 1$	

Таблица 2

Таблица основных типов задач по оптимизации параметров

Номер задачи	Код	Критерий оптимальности	Ограничения	Заданные величины и функции	Искомые величины
1.	000	—	$P_n = P\{y_j(t) < a_j\}$ или $P_n = P\{y_j(t) > a_j\}$ при $0 \leq t \leq T_\varphi$	$\rho_{n, \text{зад}}$, T_φ , $y_j(t)$, для $j=1, 2, \dots, n$	a_j
2.	010	$\min \sum_{j=1}^n \beta_{ij}(a_{j,\min}, a_{j,\max})$	$P_n = P\{a_{j,\min} < y_j(t) < a_{j,\max}\}$ при $0 \leq t \leq T_\varphi$	$\rho_{n, \text{зад}}$, T_φ , $y_j(t)$	$a_{j,\min}$, $a_{j,\max}$
3.	001	—	$y_j(t) < a_j$ или $y_j(t) > a_j$	$T_\varphi = f(\rho_{n, \text{зад}})$ или $T_\varphi = f(\kappa_{n, \text{зад}}); y_j(t)$	a_j
4.	011	$\min \sum_{j=1}^n \beta_{ij}(a_{j,\min}, a_{j,\max})$	$a_{j,\min} < y_j(t) < a_{j,\max}$	$T_\varphi = f(\rho_{n, \text{зад}})$ или $T_\varphi = f(\kappa_{n, \text{зад}}); y_j(t)$	$a_{j,\min}$, $a_{j,\max}$
5.	002	—	$\kappa_n = \kappa\{y_j(t) < a_j\}$ или $\kappa_n = \kappa\{y_j(t) > a_j\}$ при $0 \leq t \leq T_\varphi$	$\kappa_{n, \text{зад}}$, T_φ , $y_j(t)$	a_j

Продолжение табл. 2

Номер задачи	Код	Критерий оптимальности	Ограничения	Заданное величины и функции	Искомые величины
6.	I00	—	$\rho_x = \rho \{ y_j[x_i(t)] < b_j \}$ или $\rho_x = \rho \{ y_j[x_i(t)] > b_j \}$ при $x_i(t) < C_i$, или $x_i(t) > C_i$, $0 \leq t \leq T_\varphi$	$\rho_{x \text{ зад}}$, T_φ , $y_j[x_i(t)]$, где $i = 1, 2, \dots, n$, $j = 1, 2, \dots, m$	b_j
7.	II0	$\min \sum_{j=1}^m \vartheta_{ji}(b_{j\min}, b_{j\max})$	$\vartheta_{ji} = \begin{cases} b_{j\min} < y_j[x_i(t)] < \\ & < b_{j\max} \end{cases}$ при $x_i(t) < C_i$, или $x_i(t) > C_i$, $0 \leq t \leq T_\varphi$	$\rho_{x \text{ зад}}$, T_φ , $y_j[x_i(t)]$	$b_{j\min}$, $b_{j\max}$
8.	I01	—	$y_j[x_i(t)] < b_j$ или $y_j[x_i(t)] > b_j$ при $x_i(t) < C_i$ или $x_i(t) > C_i$	$T_\varphi = f(\rho_{x \text{ зад}})$ или $T_\varphi = f(K_{x \text{ зад}})$, $y_j[x_i(t)]$	b_j
9.	III	$\min \sum_{j=1}^m \vartheta_{ji}(b_{j\min}, b_{j\max})$	$b_{j\min} < y_j[x_i(t)] < b_{j\max}$ при $x_i(t) < C_i$ или $x_i(t) > C_i$	$T_\varphi = f(\rho_{x \text{ зад}})$ или $T_\varphi = f(K_{x \text{ зад}})$, $y_j[x_i(t)]$	$b_{j\min}$, $b_{j\max}$
10.	I02	—	$K_x = K \{ y_j[x_i(t)] < b_j \}$ или $K_x = K \{ y_j[x_i(t)] > b_j \}$ при $x_i(t) < C_i$ или $x_i(t) > C_i$, $0 \leq t \leq T_\varphi$	$K_{x \text{ зад}}$, T_φ , $y_j[x_i(t)]$	b_j

Необходимо определить минимальное или максимальное значение независимого параметра для обеспечения требуемого значения коэффициента запаса надежности. По таблице I эта задача обозначается кодом 002.

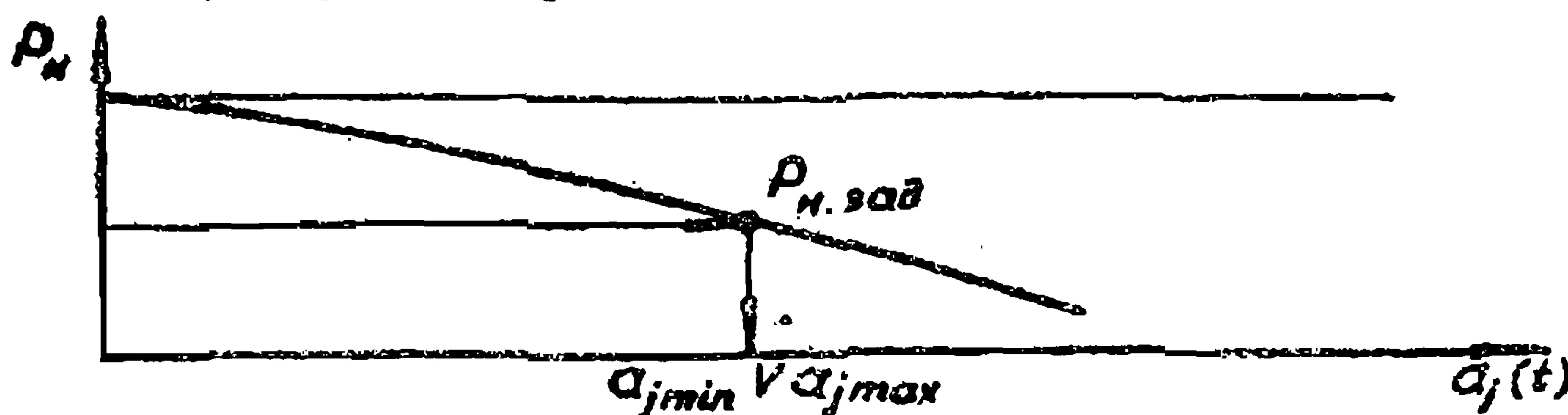
3. МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ

3.1. Задачи типа 000.

Решается уравнение

$$\rho_n[a_j = a_{j,\min} \vee a_{j,\max}] = \rho_{n,\text{зад}}. \quad (1)$$

относительно a_j численным методом или путем построения экспериментальной зависимости $\rho_n[a_{j,\min} \vee a_{j,\max}]$, приведенной в качестве примера на чертеже



Задача нахождения a_j решается также в зависимости от коэффициента запаса надежности $K_n(a_j)$ при $0 < \rho_n(t) < 1$:

$$\rho_n(a_j) = \rho_n[K_n(a_j)], \quad (2)$$

$$K_n(a_j) = K_{n,\text{зад}}. \quad (3)$$

3.2. Задачи типа ОГО.

Решается уравнение

$$\rho_n(a_{j\min}, a_{j\max}) = \rho_{n,\text{зад.}} \quad (4)$$

относительно $a_{j\min}$ и $a_{j\max}$. В качестве дополнительного условия вводится критерий оптимальности

$$\min \sum_{\mu=1}^r Z_\mu(a_{j\min}, a_{j\max}).$$

Поиск оптимального решения задачи представляет многотактовый процесс и может быть осуществлен с помощью динамического программирования.

Приближенное решение задачи осуществляется методом равного отклонения от центра распределения и заключается в следующем. Допускная нормальное распределение значения параметра, имеем следующее соотношение (вероятность того, что параметр a_j будет лежать в допустимых границах):

$$P(a_{j\min} < a_j < a_{j\max}) = \Phi\left(\frac{a_{j\max} - \bar{a}_j}{\sigma_{a_j}}\right) - \Phi\left(\frac{\bar{a}_j - a_{j\min}}{\sigma_{a_j}}\right), \quad (5)$$

$$\text{где } \Phi(a_j) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{a_j} e^{-\frac{w^2}{2}} dw. \quad (6)$$

Когда участок $(a_{j\min}, a_{j\max})$ расположен симметрично центру рассеивания \bar{a}_j , то

$$a_{j\min} = \bar{a}_j - u_r \cdot \sigma_{a_j}, \quad (7)$$

$$a_{j\max} = \bar{a}_j + u_r \cdot \sigma_{a_j}. \quad (8)$$

II

3.3. Задачи ОСI, ОШI.

Задачи типов ОСI, ОШI решаются аналогично задачам типов ОСO, ОШO соответственно, но вместо вероятности безотказной работы $P_H(t)$ в условиях задачи задается фиксированное значение времени T_φ .

Для задачи типа ОСI в зависимости от знака скорости V изменение значения параметра a при условии, что разброс скоростей незначительный

$$a_j = a_{j\min} = a_j(t=0) - \bar{v}_{aj} \cdot T_\varphi \quad (\text{при } v_{aj} < 0), \quad (9).$$

III

$$a_j = a_{j\max} = a_j(t=0) + \bar{v}_{aj} \cdot T_\varphi \quad (\text{при } v_{aj} > 0). \quad (10)$$

Для задачи типа ОШI соответственно

$$\left. \begin{array}{l} a_{j\min} = a_j(t=0) - \bar{v}_{aj} \cdot T_\varphi \\ a_{j\max} = a_{j\varphi} \end{array} \right\} \quad (\text{при } v_{aj} < 0); \quad (11)$$

$$\left. \begin{array}{l} a_{j\max} = a_j(t=0) + \bar{v}_{aj} \cdot T_\varphi \\ a_{j\min} = a_{j\varphi} \end{array} \right\} \quad (\text{при } v_{aj} > 0). \quad (12)$$

3.4. Задачи типа 002.

Задача типа 002 решается аналогично задаче 000, но вместо вероятности безотказной работы $P_H(t)$ в условии задачи задается коэффициент запаса надежности $K_{H, \text{зад.}}$ при $P_H(t) = 1$.

3.5. Задачи типа 100.

Решается уравнение

$$P_H(\delta_j) = P_{H, \text{зад.}} \quad \text{или} \quad (I3)$$

$$K_H(\delta_j) = K_{H, \text{зад.}} \quad (\text{при } 0 < P(t) < 1). \quad (I4)$$

аналогично задаче типа 000 с учетом зависимостей отклонений определяющего параметра δ_j от отклонений (приращений) зависимых параметров $C_1, C_2, \dots, C_i, \dots, C_n$.

Величина отклонения определяющего параметра в зависимости от отклонения зависимых параметров определяется

$$\Delta \bar{\delta}_j = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial \delta_j}{\partial C_i} \right) \Delta \bar{C}_i. \quad (I5)$$

Среднеквадратическое отклонение определяющего параметра

$$\sigma_{\delta_j} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial \delta_j}{\partial C_i} \right)^2 \cdot \sigma_{C_i}^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n \left(\frac{\partial \delta_j}{\partial C_i} \right) \left(\frac{\partial \delta_j}{\partial C_k} \right) \cdot \sigma_{C_i} \cdot \sigma_{C_k} \cdot r_{ik}}. \quad (I6)$$

При условии независимости между собой параметров

$$\sigma_{\delta_j} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial \delta_j}{\partial C_i} \right)^2 \cdot \sigma_{C_i}^2}. \quad (I7)$$

Необходимые значения вероятностных характеристик зависимых параметров от определяющего параметра (приращение среднего значения $\Delta \bar{C}_i$ и среднеквадратическое отклонение σ_{C_i}) находятся путем статистической обработки данных, получаемых в результате экспериментальных исследований.

В случае односторонних ограничений, т.е. при

$$\delta_j = \delta_{j\min} = \bar{\delta}_j + \Delta \bar{\delta}_j - u_r \cdot \sigma_{\delta_j} \quad (18)$$

или

$$\delta_j = \delta_{j\max} = \bar{\delta}_j + \Delta \bar{\delta}_j + u_{r_2} \cdot \sigma_{\delta_j}. \quad (19)$$

3.6. Задачи типа II0.

Задача нахождения $\delta_{j\min}$ и $\delta_{j\max}$ решается методами, изложенными для задач типа ОИ0 и ИО0.

Приближенно задача решается методом равногого отклонения от центра распределения, использованным при решении задач типа ОИ0.

Когда участок $(\delta_{j\min}, \delta_{j\max})$ расположен симметрично около центру рассеивания $\bar{\delta}_j$, то

$$\delta_{j\min} = \bar{\delta}_j + \Delta \bar{\delta}_j - u_r \cdot \sigma_{\delta_j}, \quad (20)$$

$$\delta_{j\max} = \bar{\delta}_j + \Delta \bar{\delta}_j + u_r \cdot \sigma_{\delta_j}. \quad (21)$$

3.7. Задачи типов IOI, III.

Задачи типов IOI, III решаются аналогично задачам типа IO0, II0 соответственно, но вместо вероятности безотказной работы $P_N(t)$ или K_N в условиях задач задается фиксированное значение времени T_φ .

Для задач типа IOI, в зависимости от знака скорости изменения значения параметра, искомая величина определяется по формуле

$$\delta_j = \delta_{j\min} = \delta_j(t=0) + \Delta \bar{\delta}_j - \bar{v}_{\delta_j} T_\varphi \quad (\text{при } v_{\delta_j} < 0) \quad (22)$$

или

$$\delta_j = \delta_{j\max} = \delta_j(t=0) + \Delta \bar{\delta}_j + \bar{v}_{\delta_j} T_\varphi \quad (\text{при } v_{\delta_j} > 0). \quad (23)$$

Для задач типа III соответственно

$$\left. \begin{array}{l} b_{j\min} = b_j(t=0) + \Delta \bar{b}_j - \bar{v}_{b_j} T_\varphi \\ b_{j\max} = b_{j\varphi} \end{array} \right\} \text{(при } v_{b_j} < 0), \quad (24)$$

$$\left. \begin{array}{l} b_{j\max} = b_j(t=0) + \Delta \bar{b}_j + \bar{v}_{b_j} T_\varphi \\ b_{j\min} = b_{j\varphi} \end{array} \right\} \text{(при } v_{b_j} \geq 0). \quad (25)$$

3.8. Задачи типа IO2.

Задача типа IO2 решается аналогично задаче IO0, но вместо вероятности безотказной работы $P_N(t)$ в условных задачах задается коэффициент запаса надежности $K_{\text{над}}$ при $P_N(t) = 1$.

Приложение I

Расчет эксплуатационных допусков на геометрические параметры локальных зон металла и сварных швов труб

Надежность (безотказность) труб в реальных условиях эксплуатации определяется уровнем концентрации деформации в локальных зонах металла труб, а следовательно, геометрическими размерами дефектов и различного рода повреждений.

Для случая малоциклового нагружения, когда в зоне концентратора напряжений реализуется схема жесткого нагружения, величина теоретического коэффициента концентрации напряжений в локальных зонах металла и сварных швов определяется по соотношению Нейбера:

$$\alpha_{\sigma}^* = K_{\epsilon} \cdot K_{\sigma}. \quad (26)$$

В свою очередь α_{σ} есть функция параметров, характеризующих зону концентрации напряжений

$$\alpha_{\sigma} = f(C_1, C_2, \dots, C_n). \quad (27)$$

где K_{σ} – коэффициент концентрации напряжений;

K_{ϵ} – коэффициент концентрации деформации;

C_1, C_2, \dots, C_n – отдельные геометрические параметры, характеризующие локальные зоны металла и сварных швов труб.

Связь между средним значением теоретического коэффициента концентрации напряжений и коэффициентом запаса по деформации или вероятностью безотказной работы за заданное число циклов

нагружения определяется на основе уравнения Коффина - Мэнсона

$$\bar{\alpha}_\sigma = f(\bar{c}_1, \bar{c}_e, \dots, \bar{c}_n) = \left[\frac{N_{\text{доп}}^m \cdot \bar{x} \cdot K_\sigma}{K_H \cdot \bar{\epsilon}_{\text{раб}}} - \bar{\epsilon}_{\text{раб}}^2 (K_H^2 A_x^2 + \right. \\ \left. + K_H^2 A_{K_\sigma}^2 + A_{\epsilon_{\text{раб}}}^2) \right]^{\frac{1}{2}}, \quad (28)$$

где $N_{\text{доп}}$ - допустимое (предельное) число циклов нагружения внутренним давлением нефтепровода;

m - коэффициент, учитывающий влияние различных внешних условий;

\bar{x} - среднее значение коэффициента, характеризующего пластические свойства материала труб;

$\bar{\epsilon}_{\text{раб}}$ - среднее значение рабочих деформаций в материале и сварных швах труб;

$A_c, A_{K_\sigma}, A_{\epsilon_{\text{раб}}}$ - коэффициенты изменчивости, соответствующие характеристикам $c, K_\sigma, \epsilon_{\text{раб}}$;

$K_H = \frac{\bar{\epsilon}_{\text{доп}}}{\bar{\epsilon}_{\text{раб}}}$ - коэффициент запаса по деформации, равный соотношению среднего значения допустимой (предельной) деформации в локальной зоне металла или сварного шва $\bar{\epsilon}_{\text{доп}} \times \bar{\epsilon}_{\text{раб}}$.

Для случая нормального закона распределения $\epsilon_{\text{доп}}$ и $\epsilon_{\text{раб}}$ устанавливается связь между K_H и $P(N_{\text{доп}})$ в виде

$$\Phi[u_r(K_r)] = P_H(N_{\text{доп}}) - \frac{1}{2}, \quad (29)$$

где $\Phi[u_r(K_r)]$ - нормированная функция Лапласа;

u_r - табулированное значение функции в зависимости от величины K_H или $P_H(N_{\text{доп}})$.

В данном случае среднеквадратическое отклонение σ_{α_b} вычисляется с учетом некоррелированности параметров, входящих в (28), по следующей зависимости:

$$\sigma_{\alpha_b}^2 = \frac{N_{\text{доп}}^{-m} \cdot \bar{K}_b}{K_h \cdot \bar{\epsilon}_{\text{раб}}} \cdot \sigma_x^2 + \frac{N_{\text{доп}}^{-m} \cdot \bar{X}}{K_h \cdot \bar{\epsilon}_{\text{раб}}} \cdot \sigma_{K_b}^2 + \frac{N_{\text{доп}}^{-m} \bar{X} \cdot \bar{K}_b}{K_h \cdot \bar{\epsilon}_{\text{раб}}^2} \cdot \sigma_{\epsilon_{\text{раб}}}^2. \quad (30)$$

Второй член формулы (30) исключается из расчета из-за незначительного влияния на α_b .

Минимальное допустимое значение $\alpha_{b_{\min}}$ определяется по методу равных аргументов по формуле

$$\alpha_{b_{\min}} = \bar{\alpha}_b - u_r \cdot \sigma_{\alpha_b}. \quad (31)$$

Зависимости (28) – (31) позволяют провести количественный расчет эксплуатационных допусков на геометрические параметры локальных зон металла и сварных швов труб, предварительно установив экспериментально-функциональную зависимость (27).

Проведенные мами экспериментальные работы позволили установить зависимость радиуса закругления в зоне сопряжения усиления продольного шва с основным металлом ρ от α_b при фиксированных значениях других геометрических параметров сварного шва труб.

$$\rho = \frac{4,26 \cdot S + 0,818u + 0,0716d - 0,725 - \alpha_b}{3,756}, \quad (32)$$

где S – смещение кромок по высоте в сварном соединении;

u – степень овализации (угловатости) сечения трубы;

d – полужирина шва сварного соединения.

Предполагается, что угол перехода от шва к основному металлу больше прямого.

В качестве примера проведем расчет допустимого значения радиуса закругления в зоне сопряжения усиления шва с основным металлом.

Требуется выбрать такое минимальное допустимое значение радиуса ρ при фиксированных значениях других геометрических параметров сварного шва и самой трубы, чтобы обеспечить безотказную работу труб при $N_{дел} = 12000$ циклов, $K_{н.зад.} = 1,16$ ($\rho_n(N_{дел}) = 0,9986$, $u_r = 3$). Эта задача относится к типу 002.

Принимаем следующие исходные данные:

величину рабочей деформации определяем, исходя из величины кольцевых напряжений в упругой области $\bar{\epsilon}_{раб} = 0,0011$;

Средние значения коэффициентов соответственно равны

$$\bar{x} = 0,505; \bar{K}_\sigma = 1,5; m = 0,52 = const;$$

значения коэффициентов изменчивости характеристик $x, K_\sigma, \bar{\epsilon}_{раб}$ соответственно равны $A_x = 0,0326$;

$$A_{K_\sigma} = 0,062; A_{\bar{\epsilon}_{раб}} = 0,059;$$

Принимаются следующие фиксированные значения геометрических параметров сварного шва и самой трубы, оказывавших влияние на допустимое значение радиуса закругления: $S = 0,5$ мм; $u = 17$; $a = 12$ мм.

На основании зависимостей (28), (31) и принятых исходных данных получены следующие ясочные результаты $\bar{\alpha}_\sigma = 2,1$ и

$$\alpha_{\sigma_{min}} = 1,7.$$

Минимальное допустимое значение радиуса закругления в зоне сопряжения усиления шва с основным металлом, согласно (32) при

$$\alpha_{\sigma_{min}}, \text{ равно } \rho_{min} = 0,35 \text{ мм.}$$

Приложение 2

Термины и определения, используемые в методике

III	Термин	Определение
I	2	3
1.	Надежность	По ГОСТ 27.002-83.
2.	Безотказность	По ГОСТ 27.002-83.
3.	Долговечность	По ГОСТ 27.002-83.
4.	Отказ	По ГОСТ 27.002-83.
5.	Внезапный отказ	Отказ, возникший в результате скачкообразного изменения значений одного или нескольких параметров комплектующего изделия.
6.	Поступенный отказ	Отказ, возникший в результате постепенного изменения значения одного или нескольких параметров комплектующего изделия.
7.	Вероятность безотказной работы	По ГОСТ 27.002-83.
8.	Запас надежности	Отношение допустимого (пределного) среднего значения величины, характеризующей конкретный физико-химический процесс за определенный промежуток времени к рабочей (экстремальной) величине, определенной для условий эксплуатации.
9.	Допуск	Разность между максимальным и минимальным допустимыми значениями параметра.
10.	Эксплуатационный допуск	Разность между максимальным и минимальным допустимыми в эксплуатации значениями параметра.

Приложение 3

Условные обозначения, принятые в методике

Условные обозначения	Назначение условного обозначения
y_i	j - i независимый параметр.
$a_{j\min}, a_{j\max}$	Минимальное и максимальное граничные значения параметра y_j , определяющие эксплуатационный допуск.
x_i	i - i зависимый параметр.
$b_{j\min}, b_{j\max}$	Минимальное и максимальное граничные значения параметра $y_j(x_i)$, определяющие эксплуатационный допуск.
$\mathcal{Z}_\mu(a_{j\min}, a_{j\max})$	Критерий оптимальности, выраженный зависимостью между стоимостью и допустимым значением параметра y_j .
$\mathcal{Z}_\mu(b_{j\min}, b_{j\max})$	Критерий оптимальности, выраженный зависимостью между стоимостью и допустимым значением параметра.
$P_{n.\text{зад.}}$	Заданная (требуемая) величина вероятности безотказной работы.
$K_{n.\text{зад.}}$	Заданная (требуемая) величина квадратичного запаса надежности.
T_φ	Фиксированное значение времени.
$a_{j\varphi}$	Фиксированное нижнее или верхнее значение параметра a_j .
$b_{j\varphi}$	Фиксированное нижнее или верхнее значение параметра b_j .
\bar{v}_{b_j}	Среднее значение скорости изменения параметра b_j во времени.
\bar{v}_{a_j}	Среднее значение скорости изменения параметра a_j во времени.

Продолжение приложения 3

	1	2
u_r, u_{r_1}, u_{r_2}	Коэффициенты, принимающие различные значения в зависимости от величины заданного уровня надежности $P_{n, \text{зад}}$ или $K_{n, \text{зад}}$.	
$\Delta \bar{C}_i$	Изменение среднего значения зависимого параметра C_i вследствие технологических отклонений, старения, усталости и других физико-химических закономерностей.	
σ_{a_j}	Среднеквадратическое отклонение параметра a_j .	
σ_{b_j}	Среднеквадратическое отклонение параметра b_j .	
$\sigma_{C_i}, \sigma_{C_K}$	Среднеквадратические отклонения параметров C_i и C_K .	
r_{ik}	Коэффициент корреляции между параметрами C_i и C_K .	
r	Количество составляющих затрат эксплуатации.	
n	Число зависимых параметров.	

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
I. Общие положения	<u>3</u>
2. Классификация основных типов задач	<u>5</u>
3. Методы решения	<u>9</u>
Приложение I. Расчет эксплуатационных допусков на геометрические параметры локальных зон металла и сварных швов труб	<u>15</u>
Приложение 2. Термины и определения, используемые в методике	<u>19</u>
Приложение 3. Условные обозначения, принятые в методике	<u>20</u>

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ
МЕТОДИКА
ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ КОМПЛЕКТУЮЩИХ ИЗДЕЛИЙ
МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ ПО КРИТЕРИЮ
НАДЕЖНОСТИ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

РД 39-30-II67-84

Издание ВНИИСПГнефти
450055, г.Уфа, пр.Октября, 144/3

Редактор Батурина Л.В.
Технический редактор Кучерова Л.А.

Подписано к печати 18.01.85г. №03129
Форма 60x90/16. Уч.-изд.л. 1,2. Тираж 107 экз.

Заказ 30

Ротапrint ВНИИСПГнефти