

РД 102 - 32 - 85

**ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ
„ВНИИСТ“**

МОСКВА

Министерство строительства предприятий нефтяной
и газовой промышленности

Всесоюзный научно-исследовательский институт по
строительству магистральных трубопроводов

ВНИИСТ

СОГЛАСОВАНО

Начальник Государственной
испекции по качеству
строительства Миннефтегаз-
стро

А.С.Бояринов

"16" октября 1984 г.

УТВЕРЖДАЮ

Начальник Главного техническо-
го управления Миннефтегазстро

Иванцов О.М.Иванцов

"16" октября 1984 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО НОРМИРОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ И
МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА
СВАРОЧНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ ПРИ СООРУЖЕНИИ
МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

РД 102-22-85

Директор ВНИИСТ

Зиневич А.М.Зиневич

"10" 09 1984 г.

Москва 1984 г.

С С Е Р Е А Б И

стр.

1. Общие положения	4
2. Равные установленные технологические допуски	7
3. Идентификация дефектов при производстве сварочно-монтажных работ	17
4. Показатели точности сварочно-монтажных работ	23
5. Задачи по улучшению точности измерений контролируемых параметров	27
6. Достоверность производственного контроля качества сварочно-монтажных работ	30
Выбор методов и средств инструментального контроля качества при производстве сварочно-монтажных работ	32
Приложения	35

АРХИВАГИЯ

Постоянне указания содержат обще принятые в методе нормативы технологической точности и метрологического обеспечения сварочно-шовных работ. Рассмотрены количественные критерии единство и требуемой точности измерений на различных этапах производство сварочно-шовных работ. Дана рекомендация по выбору методов в среднем измерении с учетом региональных допусков на технологические параметры сборки стыка, процесса сварки, а также требований к качеству сварных соединений.

Нормативные указания предназначены для инженерно-технических работников, занимающихся разработкой технологических требований в области сварки трубопроводов, специалистов по метрологии и производственному контролю сварочно-шовных работ.

Указания разработаны сотрудниками ИММСТ: О. Н. Молдаванов, В. Н. Шимов, И. В. Бочкова, Р. Р. Хакимзянов.

Руководитель группы
строительной метрологии

О.Н.Молдаванов

О.Н. Молдаванов

Младший научный сотрудник

В.Н.Шимов

В.Н. Шимов

Аспирант

Бочкова

И.В. Бочкова

Зав. лабораторией

Р.Р.Хакимзянов

Р.Р. Хакимзянов

Министерство строительства пред- приятий нефтяной и газовой промы- лости	Руководящий документ	121 102-32-85
	Методические указания по норми- рованию технологической точнос- ти и метрологического обеспече- ния производстве сварочно-мон- тажных работ при сооружении изогнутых трубопроводов	Разработан вновь

I. ОБЩЕ ПОЛОЖЕНИЕ

Настоящие методические указания распространяются на разработку нормативных требований к точности производства сварочно-монтажных работ.

I.I. Технологическая точность производства сварочно-монтажных работ есть такая характеристика технологического процесса, которая определяет количественную меру возможности обеспечения заданного нормативного допуска используемыми методами и средствами. Количественно технологическая точность может быть задана:

шагреньюной схемой, содержащей нормативный допуск (в абсолютных или относительных единицах измерения);

количеством параметров, для которых нормативный допуск обеспечивается с требуемой степенью достоверности.

I.2. Нормативный допуск Δ_H – абсолютная величина алгебраическо-
кой разности между зарядом X_B и нижней X_H предельными отклонениями
формируемого параметра, регламентированного соответствующим норматив-
ным документом

$$\left. \begin{array}{l} \Delta_H = | X_B - X_H | \\ X_B = X_M + \Delta_{HB} \\ X_H = X_M - \Delta_{HH} \end{array} \right\} \quad (I)$$

Высшим Всесоюзным научно-
исследовательским институтом
по строительству магистраль-
ных трубопроводов (ВНИИСТ)
отдел качества, метрологии и стандартизации.

Утвержден
Главбюро Строинспекции
10 12 1985

Срок введения
сентябрь
1986 г.

где: X_N -名义尺寸 (nominal size).

Δ_{HB}, Δ_{HN} - соответствие верхнее и нижнее допускаемые отклонения; $\Delta_H = \Delta_{HB} + \Delta_{HN}$

1.3. Пороговый допуск на любой параметр сварочно-монтажных работ является комплексным, удовлетворяющим три основных условия: функциональную назначение, технологическую формирование, метрологическую обеспечение. В этой связи пороговый допуск может рассматриваться в виде интегральной оценки трех компонент

$$\phi [f_\phi, f_T, f_H] = 0 \quad (1)$$

где: f_ϕ, f_T, f_H - соответственно характеристики (или показатели) функционального назначения, технологического и метрологического обеспечения;

ϕ - символ функции.

1.4. Основное функциональное назначение сварного соединения - обеспечить необходимую долговечную прочность и герметичность трубопроводной конструкции в процессе эксплуатации. Поэтому соответствующие характеристики функционального назначения $f_{\phi i}$ сварного соединения должны быть указаны с допусками $\Delta_{\phi i}$ на формуируемые рабочие параметры $\sum_{j=1}^n X_j$, т.е.

$$\sum_{j=1}^n X_j [f_{\phi i} (\Delta_{\phi j})]$$

1.5. При обосновании функциональной составляющей порогового допуска Δ_ϕ следует прежде всего иметь ввиду, что наиболее выражено снижение медленных аварий пределов выносливости сварного шва определяет дефекты типа вор, подрезов и непроводов. Такое снижение по указанным видам дефектов находится в пределах:

три изделия вор - до 20%;

три изделия подрезов (глубиной свыше ,5 мм) - до 12%;

три изделия непроводов (изделия с глубиной I из) - до 6%.

1.6. Для обоснования порогового допуска по технологическим критериям формирования рабочих параметров на различных этапах свар-

но-содержимых работ необходимо учитывать взаимосвязь между характеристиками технологического обеспечения f_{Ti} этих работ с допуском Δ_{Tj} во формирующем переходе, т.е.

$$\sum_{j=1}^n x_j [f_{Ti}(\Delta_{Tj})]$$

I. . Гарантийное значение формирующего работого параметра сверочно-штамповых работ существенное влияние оказывает геометрии и организацию измерений и контроля. Поэтому при разработке нормативного допуска необходимо также иметь зависимость, связывающую характеристики технологического обеспечения f_{Mi} сверочно-штамповых работ с допусками во формирующем переходе $x_j \Delta_{Hj}$. т.е.

$$\sum_{j=1}^n x_j [f_{Mi}(\Delta_{Hj})]$$

I. ? Условие систематического гарантирования параметров сверочно-штамповых работ выражается в том, что обеспечить их гарантированное выполнение в пределах установленного нормативного допуска $\Delta_H / \Delta_{HF}, \Delta_{HT}, \Delta_{HM}$ критерем такой гарантии служит изначальный коэффициент запаса соответствия:

- K_f - по функциональному назначению, зависящий от уровня дефектов, нагрузок, воздействий, влияющих на систему функциональных свойств сварного соединения;
- K_T - по технологическому обеспечению, зависящий от надежности сварочных материалов, конструктивных элементов сварочного оборудования, ремонтов и др.;
- K_M - по метрологическому обеспечению, характеризующий возможность отступлений от расчетных метрологических свойств средств измерения.

$$\left. \begin{aligned} \Delta_H &= \frac{\Delta_f}{K_f} ; K_f > 1 \\ \Delta_{HT} &= K_T \Delta_f , K_T > 1 \\ \Delta_{HM} &= K_M \Delta_H ; K_M > 1 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где Δ_H , Δ_{HT} , Δ_{HH} - нормативные значения допуска Δ_H , установленного соответственно по функциональной, технологической и метрологической критериям.

Частные допуски Δ_f , Δ_T , Δ_H определяются в результате специальных исследований влияния основной характеристики f_H на фактические отклонения рабочих параметров. f_f , f_T , f_H

Под функциональной связью величин частных допусков и их нормативных значений может быть подразумевано устанавливаемый путем специальных исследований.

I.9. Установление в нормативно-технологической документации показателей и норм точности средств измерения в контроле параметров сверочно-изотропных работ, способы обработки линий измерений, форм представления результатов контроля и контрольные показатели должны быть унифицированы в соответствии с установленными требованиями.

I.10. Используемое технологическое и контрольно-измерительное оборудование должно быть оттестировано и обеспечивать воспроизведение изображенных рисунков и условий производства работ.

I.11. Методы и средства метрологического обеспечения измерений рабочих параметров должны обеспечивать получение результатов не всех этапов производственного контроля с требуемой точностью и достоверностью.

I.12. Пределные отклонения и допуски на параметры и показатели качества сверочно-изотропных работ должны назначаться с учетом возможностей обеспечения требуемых точности и достоверности результатов измерений, нестационарности этих параметров и неоднородность формируемых конструкций.

2. ПРАВИЛА УСТАНОВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДОПУСКОВ

2.1. Технологические допуски на параметры сверочно-изотропных работ определяются с учетом общих требований по стабильности и норматив-

кто (п.1.3) путем задания величины вероятностного допуска в его нормировании в соответствии с имеющимися технологическими возможностями:

по физической надежности:

$$K_f = \frac{P_f}{P_h} ; \quad K_f = \frac{\sigma_{ef}}{\sigma_{eh}} ; \quad K_f = \frac{\sigma_{-1\phi}}{\sigma_{-1h}} ; \quad (4)$$

где: $P_f, \sigma_{ef}, \sigma_{-1\phi}$ - фактические показатели физической надежности измерение соответственно вероятность безотказной работы (вероятность неразрушения), среднее процентное и фактическое значение стартового состояния;

$P_h, \sigma_{eh}, \sigma_{-1h}$ - нормативные значения показателей,

по технологической обеспеченности:

$$K_T = \frac{T_f}{T_h} \quad (5)$$

где: T_f, T_h - соответственно фактическое и нормативное время, вытрученное из имеющейся конкретной технологической операции;

по метрологической обеспеченности:

$$K_M = \frac{\Delta_{ph}}{\Delta_{ph}} \quad (6)$$

где: Δ_{ph}, Δ_{ph} - соответственно нормативное и фактическое значение суммарной погрешности измерения.

2.2. Нормативные значения частных допусков $\Delta_{hf}, \Delta_{ht}, \Delta_{hm}$ как правило находятся в противоречивых соотношениях. При изыскании общего нормативного допуска Δ_h по конкретной предмету можно определить его предельное значение из выражения

$$\Delta_h \approx \text{opt}(\Delta_{hf}, \Delta_{ht}, \Delta_{hm}) \quad (7)$$

где: $\text{opt}(\Delta_{hf}, \Delta_{ht}, \Delta_{hm})$ - среднее наименее значение допуска по трем составляющим.

Геометрический метод определения (7) представлен на рис. I (а, б).

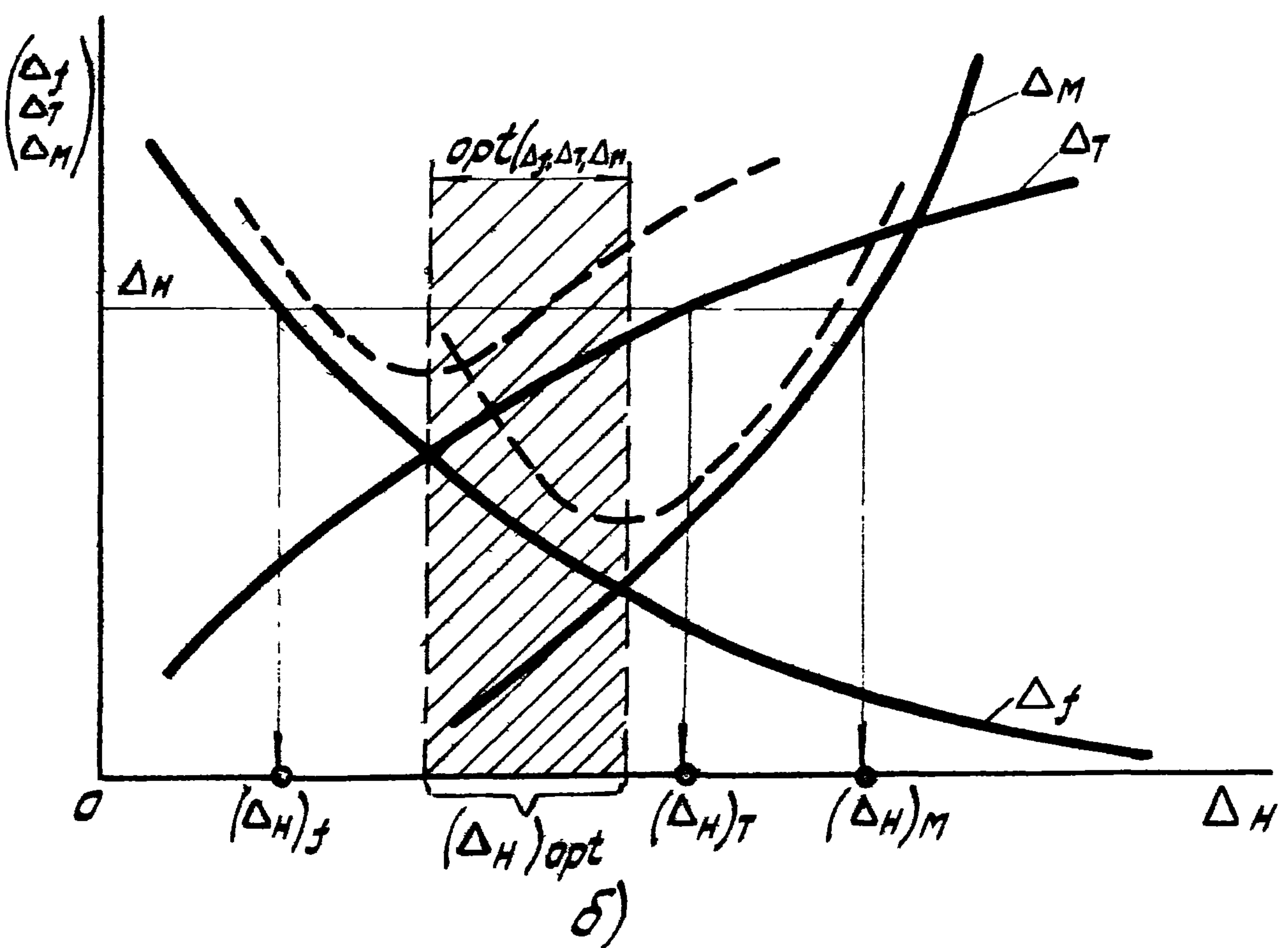
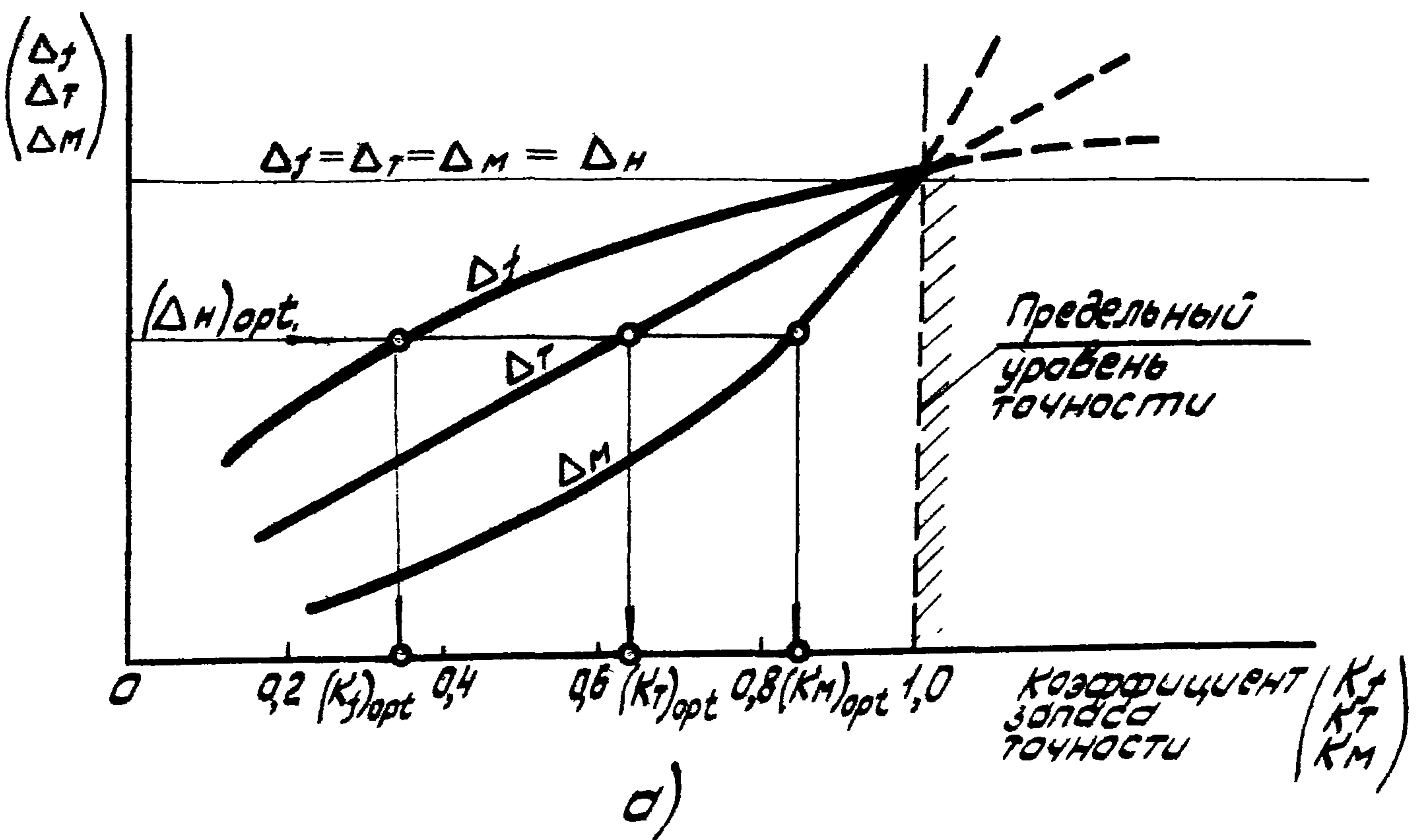


Рис. Геометрическое представление нормативного допуска:

- по функциональному изменению запаса точности;
- по соотношению частных составляющих допуска

2.3. Определение допуска по функциональной назначке производится с учетом допустимой величины основных свойств, состоящих из качества сварного соединения,

- прочности, герметичности, надежности и т.д. Работоспособные свойства сварного соединения характеризуются:

- показатели физико-химических свойств, определяемых при испытаниях образцов или натурных испытаний трубопроводных конструкций (прочина толщины, прочность, вязкость и т.д.);

- показатели надежности в восприимчивости структуры к разрушению (размеры, размеры, орнажи и т.д.).

2.4. Числовой показатель надежности сварных соединений является вероятностью отказа средней доли соединений, выдержавших заданную эксплуатационную нагрузку Q_i в течение интервала времени dt . Для случая стационарного нагружения такой показатель имеет вид

$$P(Q_K > Q_i) = \int_{Q_i}^{\infty} f(Q) dQ \quad (8)$$

где: $f(Q)$ - плотность вероятностей показателя прочности сварного соединения,

Q_K - показатель вероятничной прочности.

В тех случаях, когда распределение прочности и нагрузки не противоречат нормальному закону, уравнение /8/ приводится к простой зависимости

$$P(Q_K > Q_i) = 1 - \Phi\left(\frac{\bar{Q}_i - \bar{Q}_K}{\sqrt{G_i^2 + G_K^2}}\right) = \Phi\left(\frac{\bar{Q}_K - \bar{Q}_i}{\sqrt{G_i^2 + G_K^2}}\right), \quad (9)$$

где $\bar{Q}_K = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n Q_j$ - средняя величина прочности герметичной сварки соединений;

$$G_K^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^{n-1} (Q_j - \bar{Q}_K)^2$$
 - дисперсия прочности.

2.5. В тех случаях, когда имеет место эмпирический (базис ICS) разброс показателей физико-химических свойств сварных соединений (определенность при контроле допускаемых отклонений при отсутствии сварки-

ков), а также при наличии динамических нагрузок сосредоточенного и распределенного типа, среднее значение числового критерия прочности \bar{Q}_K имеет порядок среднеквадратических отклонений σ_K , т.е.

$$\bar{\sigma}_K \approx \bar{Q}_K \quad (10)$$

В надежность сварных соединений выражается как

$$P(Q_K > Q_i) = \Phi(K_f \cdot 1) \quad (II)$$

где: $K_f = 1 + \frac{\bar{Q}_K - \bar{Q}_i}{\sqrt{\sigma_K^2 + \sigma_K^2}}$ — коэффициент запаса по функциональной опасности, характеризующий в данном случае статистический запас прочности.

Значение вероятности неразрушения сварного соединения P для заданных коэффициентов запаса K_f приведено в таблице I.

Таблица I

K_f	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
P	0,50	0,691	0,341	0,983	0,377	0,994	0,999

Определение коэффициента запаса по функциональной опасности в соединении с табл. 2.4, 2.5, 2.6 справедливо только в том случае, когда можно пренебречь наличием возможных дефектов сварного шва.

2.6. Следующим принципом оценки надежности сварных соединений при наличии дефектов является выполнение условия неразрушаемости предыдущего состояния, которую означают дефекты типа с практическими размерами

$$R(z_1, z_2, \dots, z_n) - S(S'_1, S'_2, \dots, S'_n) \geq 0 \quad (12)$$

где: $S(S'_1, S'_2, \dots, S'_n)$ — величина, характеризующая предыдущее состояние сварного соединения, имеющего дефекты;

$R(z_1, z_2, \dots, z_n)$ — величина, характеризующая восприимчивость сварного соединения (выраженная в тех же единицах измерения).

шем, что в S').

Бо́льш допускимость дефектов сварных соединений (прогнозные акции дефектов) по СНиП I-42-80.

Параметры r_i , s_i являются случайными величинами, закон распределения которых может быть вырожден или некоторой совместной плотностью распределения $f(r_i, s_i)$, или, в случае независимости параметров, произведением плотностей распределения отдельных параметров $f(r_i) \cdot f(s_i)$, полученных теоретически или опытно-статистически и тем с учетом условий применения закона распределения (Приложение 3).

2.7. Определение допуска по технологической обеспеченности производство сварочно-консольных работ осуществляется с учетом погрешностей точности технологического процесса, обусловленного ошибкой действительных и изначальных значений формируемых параметров.

Погрешности точности являются величинами, качественно характеризующими точность технологического процесса: допуски на геометрические параметры подготовки стыка под сварку, параметры процессов сварки и др.

2.8. Погрешности точности технологического процесса сварочно-консольных работ должны обеспечивать постоянство распределений вероятностей параметров процесса в течение заданного интервала времени (периода стабильности).

2.9. Технические погрешности точности по каждой из технологических операций производство сварочно-консольных работ должны быть за- висимы от результата формирования рабочего параметра. В дискретном решении формирования физические величины погрешностей точности технологического процесса являются случайными величинами, а в непрерывном - (выход автодиагностические и автогенетические процессы) - случайные функции. Для автогенетических процессов сварки поэтапы стабильности процесса (постоянство распределений вероятностей от параметров на заданном временном интервале) в связности (стабильной одно-

рости) складывается. При этом технологический процесс считается удовлетворяющим требование точности, если фактические значения формируемых параметров не выходят за пределы установленного допуска $\Delta_{t,T}$.

2.10. Допуск по технологическому обеспечению Δ_T геометрических параметров сварочно-штамповочных работ назначается по формуле

$$\Delta_T = K \cdot i \quad (13)$$

где: i — единичный допуск, характеризующий зависимость допуска от величины измеряемого размера (l);
 K — коэффициент точности, равный комплексу коэффициентов допуска, установленному для каждого класса точности.

Допуски единичные для линейных размеров (зазор, смещение бровок, прокуважение и т.д.) определяются по формуле

$$i = (0,8 + 0,001 \sqrt[3]{l^2}) / (\sqrt[3]{l} + 0,01 \sqrt[3]{l^2}), \quad (14)$$

где: l — измеренный размер параметра, мм.

Значения коэффициента K для классов точности по ГОСТ 21770-76 приведены в таблице 2.

Таблица 2

Интервалы измерительных размеров l , мм	Классы точности								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
до 20	0,2	0,4	0,6	1,0	1,6	2,6	—	—	—
20-60	0,3	0,5	0,8	1,2	2,0	3,0	5,0	—	—
60-120	0,4	0,6	1,0	1,6	2,6	4,0	6,0	10	—
120-200	0,5	0,8	1,2	2,0	3,0	5,0	8,0	12	—
Зазоры	0,10	0,16	0,25	0,40	0,63	1,0	1,6	2,5	4

2.11. При сборке стыка под сварку допуск по технологическому обеспечению должен определяться вероятностным методом расчета, обеспечивающим при соблюдении условий полной собираемости по ГОСТ 21770-76 не менее 99,7%.

2.12. Определение допуска по метрологическому обеспечению Δ_N осуществляется с учетом возможного риска погрешности в заезде, отражающей соответствие вероятности зонного и изначального (в процессе построения) брака. Допуск Δ_N численно равен суммарной погрешности, обусловленной методической погрешностью измерения и собственно измерительной погрешностью используемого средства измерения.

2.13. При регламентированных значениях общего нормативного допуска его составляющая по метрологическому обеспечению определяется по формуле

$$\Delta_N = K_M \Delta_{II} \quad (16)$$

где:

K_M — коэффициент запаса по метрологическому обеспечению (выбирается из таблицы 3 с учетом заданной вероятности неизбранческого брака — риска заезда).

Таблица 3

Вероятность неизбранческого брака, P_B	Коэффициент запаса по метрологическому обеспечению, K_M
0,45	0,05
0,50	0,10
1,0	0,20
2,25	0,25
2,75	0,30
3,4	0,35
3,85	0,40
4,3	0,45
4,75	0,50

Общая нормативная величина в поле общего допуска может быть определена по заземлены:

- пределах отклонений измеренной величины

$$\Delta_n = \delta_e - \delta_h \quad (17)$$

где: δ_e, δ_h - соответственно верхнее и нижнее предельные отклонения;

- пределах измерения измеренной величины

$$\Delta_n = X_B - X_H \quad (18)$$

Формула (18) справедлива только при регламентированных отклонениях по (16).

2.14. Для регламентированных пределах измерения измеренной величины допуск по метрологическому обеспечению определяется по формуле

$$\Delta_M = K_M \cdot \frac{X_H}{X_C} 100\% \quad (19)$$

Значения метрологических характеристик приборов, в частности, величины пределов измерений повторяющихся параметров, которые в среднем на 30% превышают величину пределов измерения (X_H и X_C) измеренных величин в процессе сварочно-механических работ, приведены в таблице 4.

Таблица 4.

Номер контролируемого параметра	Пределы измерения	Сумма всех погрешностей	Средние измерения
1. Конструктивный	1-3	1-4	1-5
2. Термопары, термодиоды, термометры	2	1	1
3. Аттестация, измерение	3	3	3
4. Термометры, термодиоды, термопары, измерение	6	6	6
5. Аттестация, измерение	9	9	9
6. Термометры, термодиоды, измерение	10	10	10
7. Аттестация, измерение	12	12	12
8. Термометры, термодиоды, измерение	15	15	15
9. Аттестация, измерение	18	18	18
10. Термометры, термодиоды, измерение	20	20	20
11. Аттестация, измерение	25	25	25
12. Термометры, термодиоды, измерение	30	30	30
13. Аттестация, измерение	35	35	35
14. Термометры, термодиоды, измерение	40	40	40
15. Аттестация, измерение	45	45	45
16. Термометры, термодиоды, измерение	50	50	50
17. Аттестация, измерение	60	60	60
18. Термометры, термодиоды, измерение	70	70	70
19. Аттестация, измерение	80	80	80
20. Термометры, термодиоды, измерение	90	90	90
21. Аттестация, измерение	100	100	100
22. Термометры, термодиоды, измерение	120	120	120
23. Аттестация, измерение	140	140	140
24. Термометры, термодиоды, измерение	160	160	160
25. Аттестация, измерение	180	180	180
26. Термометры, термодиоды, измерение	200	200	200
27. Аттестация, измерение	220	220	220
28. Термометры, термодиоды, измерение	240	240	240
29. Аттестация, измерение	260	260	260
30. Термометры, термодиоды, измерение	280	280	280
31. Аттестация, измерение	300	300	300
32. Термометры, термодиоды, измерение	320	320	320
33. Аттестация, измерение	340	340	340
34. Термометры, термодиоды, измерение	360	360	360
35. Аттестация, измерение	380	380	380
36. Термометры, термодиоды, измерение	400	400	400
37. Аттестация, измерение	420	420	420
38. Термометры, термодиоды, измерение	440	440	440
39. Аттестация, измерение	460	460	460
40. Термометры, термодиоды, измерение	480	480	480
41. Аттестация, измерение	500	500	500
42. Термометры, термодиоды, измерение	520	520	520
43. Аттестация, измерение	540	540	540
44. Термометры, термодиоды, измерение	560	560	560
45. Аттестация, измерение	580	580	580
46. Термометры, термодиоды, измерение	600	600	600
47. Аттестация, измерение	620	620	620
48. Термометры, термодиоды, измерение	640	640	640
49. Аттестация, измерение	660	660	660
50. Термометры, термодиоды, измерение	680	680	680
51. Аттестация, измерение	700	700	700
52. Термометры, термодиоды, измерение	720	720	720
53. Аттестация, измерение	740	740	740
54. Термометры, термодиоды, измерение	760	760	760
55. Аттестация, измерение	780	780	780
56. Термометры, термодиоды, измерение	800	800	800
57. Аттестация, измерение	820	820	820
58. Термометры, термодиоды, измерение	840	840	840
59. Аттестация, измерение	860	860	860
60. Термометры, термодиоды, измерение	880	880	880
61. Аттестация, измерение	900	900	900
62. Термометры, термодиоды, измерение	920	920	920
63. Аттестация, измерение	940	940	940
64. Термометры, термодиоды, измерение	960	960	960
65. Аттестация, измерение	980	980	980
66. Термометры, термодиоды, измерение	1000	1000	1000
67. Аттестация, измерение	1020	1020	1020
68. Термометры, термодиоды, измерение	1040	1040	1040
69. Аттестация, измерение	1060	1060	1060
70. Термометры, термодиоды, измерение	1080	1080	1080
71. Аттестация, измерение	1100	1100	1100
72. Термометры, термодиоды, измерение	1120	1120	1120
73. Аттестация, измерение	1140	1140	1140
74. Термометры, термодиоды, измерение	1160	1160	1160
75. Аттестация, измерение	1180	1180	1180
76. Термометры, термодиоды, измерение	1200	1200	1200
77. Аттестация, измерение	1220	1220	1220
78. Термометры, термодиоды, измерение	1240	1240	1240
79. Аттестация, измерение	1260	1260	1260
80. Термометры, термодиоды, измерение	1280	1280	1280
81. Аттестация, измерение	1300	1300	1300
82. Термометры, термодиоды, измерение	1320	1320	1320
83. Аттестация, измерение	1340	1340	1340
84. Термометры, термодиоды, измерение	1360	1360	1360
85. Аттестация, измерение	1380	1380	1380
86. Термометры, термодиоды, измерение	1400	1400	1400
87. Аттестация, измерение	1420	1420	1420
88. Термометры, термодиоды, измерение	1440	1440	1440
89. Аттестация, измерение	1460	1460	1460
90. Термометры, термодиоды, измерение	1480	1480	1480
91. Аттестация, измерение	1500	1500	1500
92. Термометры, термодиоды, измерение	1520	1520	1520
93. Аттестация, измерение	1540	1540	1540
94. Термометры, термодиоды, измерение	1560	1560	1560
95. Аттестация, измерение	1580	1580	1580
96. Термометры, термодиоды, измерение	1600	1600	1600
97. Аттестация, измерение	1620	1620	1620
98. Термометры, термодиоды, измерение	1640	1640	1640
99. Аттестация, измерение	1660	1660	1660
100. Термометры, термодиоды, измерение	1680	1680	1680
101. Аттестация, измерение	1700	1700	1700
102. Термометры, термодиоды, измерение	1720	1720	1720
103. Аттестация, измерение	1740	1740	1740
104. Термометры, термодиоды, измерение	1760	1760	1760
105. Аттестация, измерение	1780	1780	1780
106. Термометры, термодиоды, измерение	1800	1800	1800
107. Аттестация, измерение	1820	1820	1820
108. Термометры, термодиоды, измерение	1840	1840	1840
109. Аттестация, измерение	1860	1860	1860
110. Термометры, термодиоды, измерение	1880	1880	1880
111. Аттестация, измерение	1900	1900	1900
112. Термометры, термодиоды, измерение	1920	1920	1920
113. Аттестация, измерение	1940	1940	1940
114. Термометры, термодиоды, измерение	1960	1960	1960
115. Аттестация, измерение	1980	1980	1980
116. Термометры, термодиоды, измерение	2000	2000	2000
117. Аттестация, измерение	2020	2020	2020
118. Термометры, термодиоды, измерение	2040	2040	2040
119. Аттестация, измерение	2060	2060	2060
120. Термометры, термодиоды, измерение	2080	2080	2080
121. Аттестация, измерение	2100	2100	2100
122. Термометры, термодиоды, измерение	2120	2120	2120
123. Аттестация, измерение	2140	2140	2140
124. Термометры, термодиоды, измерение	2160	2160	2160
125. Аттестация, измерение	2180	2180	2180
126. Термометры, термодиоды, измерение	2200	2200	2200
127. Аттестация, измерение	2220	2220	2220
128. Термометры, термодиоды, измерение	2240	2240	2240
129. Аттестация, измерение	2260	2260	2260
130. Термометры, термодиоды, измерение	2280	2280	2280
131. Аттестация, измерение	2300	2300	2300
132. Термометры, термодиоды, измерение	2320	2320	2320
133. Аттестация, измерение	2340	2340	2340
134. Термометры, термодиоды, измерение	2360	2360	

Продолжение таблицы 4.

1	2	3	4	5	6
Средний диаметр трубы, м					диаметр, узлы, разные под углом 90°.
5. Сопротивление трубы при изгибе в изогнутом состоянии, кг/м	0	3	5		изгибание, изгиб, изоги- вание, изогнутые, изог- нутый
6. Угол изгиба краяк для спиралей, град.	10	50	90		изгиб спиралей
7. Давление между ближайшими спиральами 2000, кг/м	0	4	5		изгиб спиралей, изгибка, изгиб
8. Радиус изгиба спиралей 2000, см	0	7	10		изгиб спиралей, изогнутые спирали
9. Сопротивление изгибу, кг/м	6,5	3	5		изгиб спиралей, изогнутые спирали, изог- нутый
10. Противодавление бородок, кг/м	0	3	10		изгиб спиралей, изогнутые спирали
11. Температура подогрева трубы, °С	100	200	3		изгиб спиралей, изогнутые спирали
12. Давление торцово сжатия трубы, кг/м	0	5	10		изгиб спиралей, изогнутые спирали
13. Сила сжатия спиралей, кг/м	30	1000	3		изогнутые
14. Напряжение во дне, к	20	30	3		изогнутые
15. Скорость спиралей, м/ч	10	70	3		изогнутые, скручивание, изогнутые
16. Угол изгиба спиралей в верхней части, град	0	30	3		изгиб спиралей, изогнутые, изогнутые
17. Радиус изгиба спиралей, м	20	50	10		изогнутые спирали, изог- нутые
18. Сопротивление изгибу с винтом, кг/м	0	200	3		изогнутые
19. Скорость подачи изогнутой проволоки, м/ч	100	600	5		скручивание, изогнутые, изогнутые
20. Погонное сопротивление изгибу проволоки, кг/м	0	70	3		изгиб спиралей, изогнутые
21. Давление изгиба, кг/м	0	30	4		изгиб спиралей, изогнутые, изогнутые, изог- нутые

16.
Составьте таблицу 4.

	1	2	3	4	5	6
22. Высота усиления ЦВД, м	I	5	10	Габарит спиральной стяжки из трубопровода		
23. Степень хрома после сварки, %	0	5	10	Габарит спиральной стяжки из трубы		
24. Воружение дюбеля типа (плунжер), м	0	1	10	Габарит спиральной стяжки из трубопровода шлангов		
25. Длина пистолета, м	0	750	3	Габарит дрели, длины		
26. Диаметр внутреннего дренажа, м	0	5	5	Диаметр патрубка из изделий		
27. Скорость износа дна речного судна (2,5·10 ⁻³ м/нг)	0	10	3	Радиусы		
28. Капремонт за усиление винта рече- го судна, м	100	300	10	Ширина патрубка		
29. Несущая способность дна изнутри судна при разрыве на растяжение/с (2,5·10 ⁻³ м/нг)	$1,0 \times 10^{-2}$	$4,0 \times 10^{-2}$	5	Радиусы, диаметры, секунды		
30. Верхний полууступ (НУ), годы	0,2	30	-	-	-	
31. Предельно допустимая сила (Сд) для облучения, г/км бор	0	0,02	4,0	Диаметры		

2.15. Инерция следует проявлять измерительными средствами с целой дробной частью, не превышающей значение с единого квадратического отклонения измеренного параметра. В тех случаях, когда срочное квадратичное отклонение измеренного параметра известно, можно пользоваться его окружным значением.

2.16. Чисел обусловленности гидравлического брака с вероятностью ошибки второй степени возможност $P = 0,9$ является соотношение

$$P \left(\frac{\Delta_{\text{нф}}}{\Delta_{\text{нн}}} \leq \frac{\Delta_{\text{нч}}}{\Delta_{\text{нн}}} \right) \leq 0,9 \quad (\text{дл})$$

$$P \left(\frac{\Delta_{\text{нф}}}{\Delta_{\text{нн}}} \leq \frac{\Delta_{\text{нч}}}{\Delta_{\text{нн}}} \right) \leq 0,9$$

соответствующее существенному гидравлическому браку с целой, одинакой

степенью $P = 0,9$ отвечается условие:

$$\left. \begin{aligned} P\left(\frac{\Delta_{H\phi}}{\Delta_H} \leq \frac{\Delta_{H\Gamma}}{\Delta_{H\phi}}\right) &\geq 0,9 \\ P\left(\frac{\Delta_{H\phi}}{\Delta_H} \leq \frac{\Delta_{H\Gamma}}{\Delta_{H\phi}}\right) &\geq 0,9 \end{aligned} \right\} \quad (21)$$

Следовательно требование правильной организации технологического процесса сварочно-конвекционных работ должно отвечать условию

$$\Delta_H < (\Delta_\Gamma \geq \Delta_\phi) \quad (22)$$

при с заданной вероятностью P^*

$$P(\Delta_H < (\Delta_\Gamma \geq \Delta_\phi)) \geq P^* \quad (23)$$

2.17. Соответствие между соответствующими допусками $\Delta_{H\Gamma}$, $\Delta_{H\phi}$, Δ_H должно обеспечивать переход изображения I-го в 2-го рода.

3. НЕДОПУСКАМЫЕ ДЕФЕКТЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СВАРОЧНО-КОНВЕКЦИОННЫХ РАБОТ

3.1. В соответствии с ГОСТ 19467-79 под дефектом подразумевается каждое отдельное несоответствие продуцируемых установленным требованиям. Применительно к сварочно-конвекционным работам в широком смысле под дефектом следует понимать выход любого регламентированного изображения (изогиба) за пределы допускаемого зонтиком.

Несоответствия требованиям технического задания (или технических условий) на сварочные материалы, оборудование, инструмент приводящиеся к конструктивным дефектам. Несоответствия требованиям нормативной документации по сборке стыка, сварке, качество шва - относятся к производственным дефектам.

Если размер регламентированного изображения (изогиба) не выходит за границы, установленные нормой, то будет наличием дефекта не прямолинейного (изогнутого, смещение кромок труб перед сваркой до 20% толщины стенки трубы, но не более 3 мм при дуговых методах сварки или до 2 мм при контактной сварке сопротивлением: не является дефектом).

3.2. Основные параметры, характеризующие условия в режиме сварки

за процессом разрушения вори являются дефектами технологических решений и браковочными пропусками, обуславливающими появление дефектов сварных соединений (например, выполнение сварочных работ при температуре воздуха ниже минус 50°С или при скорости ветра выше 10 м/сек значительно повышает вероятность появления производственных дефектов).

3.3. Излишне конструктивных дефектов сварочных материалов обуславливает определенную вероятность Рк формирования дефектного сварного соединения (соединения, не отвечающего нормативному требованию хотя бы во одном из регламентированных показателей качества).

Если учесть, что каждый вид сварочных материалов, имеющий конструктивные дефекты, в принципе может стать причиной (источником) формирования дефектного сварного соединения (Дс), то вероятность Рк (Дс) будет зависеть от количества n_c конструктурных единиц сварочных материалов.

С некоторой степенью допущения можно считать, что события формирования дефекта сварного соединения в результате наличия конструктурных дефектов во каждой из конструктурных единиц сварочных материалов равновозможны. В этом случае можно воспользоваться следующей расчетной формуулой для Рк(Дс):

$$P_k(D_c) = \sum_{i=1}^{n_c} P(K_i) P(D_c/K_i), \dots \quad (24)$$

где: $P(K_i) = \frac{1}{m}$ — вероятность формирования дефектного сварного соединения по любой из j -ой конструктурной единице сварочных материалов, имеющей конструктивный дефект ($j = 1, 2, 3 \dots, n$);

$P(D_c/K_i) = \frac{K}{\varepsilon_i}$ — вероятность формирования дефектного сварного соединения во времени выхода за пределы установленной нормы К разнокачественных материалов из-за их сбоя конструкции ε во время i -ой конструктурной единице сварочных материалов (количество конструктурных дефектов $K < \varepsilon_i$). Для расчета величины Рк(Дс) по формуле (24) общее количество конструктурных единиц сварочных материалов может быть принятого равным $m = 4$, значение ε_i установленное в соответствующем документе.

модели из сварочных материалов, в значении K сущинется в процессе исходного инструментального контроля лаборатории строительных организаций или выборочного инженерного контроля службой Госсантехнадзора по качеству.

При известных (помимо прочих) значениях вероятности $P_k(\Delta_c)$ по (23) могут быть выработаны существующие допуски на регламентированные параметры сварочных материалов.

3.4. Вероятность формирования дефектного сварного соединения вследствие производственного характера (сборки, собственно процесс сварки) также может быть оценена во вероятностной основе. Однако, в этом случае, допускание с равновозможностью пружин, формирующих дефектное соединение, и равновозможном выполнении отдельных параметров технологического процесса сварочно-шовных работ из конечных результатов неизбежно. Необходимые справочные показатели и характеристики распределений регламентированных параметров для реальных процессов сварочно-механических работ.

Для линейных (одномерных) величин, в которых могут быть оценены центральные геометрические параметры сборки стыка в сварного шва, вероятность формирования дефектного сварного соединения может быть определена формулой

$$P_{II} = P\left(\frac{x > x_N + \Delta_B}{x < x_N - \Delta_H}\right) = 1 - \int_{x_N - \Delta_H}^{x_N + \Delta_B} f(x) dx, \dots \quad (23)$$

где: x_N — полезное значение измеренной величины x ,

Δ_H, Δ_B — соответственно нижнее и верхнее предельные отклонения измеренной величины;

$f(x)$ — плотность распределения измеренной величины, установленная по результатам последовательных закономерностей распределения фактических значений физических параметров.

При двухизмерительной задаче технологического допуска все-

вероятность P_n определяется двумерной функцией распределения

$$P_n = P[(x_1, x_2) \notin \Delta_T] = 1 - \iint_{\Delta_T} f(x_1, x_2) dx_1 dx_2 \quad (26)$$

где: x_1, x_2 – измерение величин;

Δ_T – технологический допуск, определенный допуском на отклонение величин x_1 и x_2 следующим образом

$$\left. \begin{array}{l} (\Delta x_1, \Delta x_2) \subset \Delta_T \\ \Delta x_1 = x_{1B} - x_{1H} \\ \Delta x_2 = x_{2B} - x_{2H} \end{array} \right\} \quad (27)$$

3.5. Оценка вероятности P_c в общем случае, когда возможна формирование дефектного сырья соединяется по причине различий конструктивных и производственных дефектов, зависящих, как правило, исходя из испытаний, производимых во фабрике

$$P_{AC} = P_K \cdot P_n \quad (28)$$

3.6. По способу последования дефектные сырьевые линии группируются в три: годные (полностью удовлетворяющие нормам), условно годные (подлежащие ремонту), негодные (подлежащие вырезке). В соответствии с классификацией дефектов по ГОСТ 13467-79 к вышеперечисленным группам сырьевых линий могут быть отнесены следующие дефекты:

годные линии – без дефектов, малозначительные отклонения параметров линий;

условно годные линии – устроенные дефекты, значительно изменяющие параметры линий;

негодные линии – неустранимые дефекты, критически отклоняющие параметры линий.

3.7. Процесс рассортирования дефектов, осуществляемый по результатам контроля сырьевых соединений Щигревским методом, составляет пять видов сопроводимого дефектами сырьем. Частота появления дефектов конкретного типа в сырье же зависит от характера причин формирования дефектов и тесности связи факторов, определяющих их появление

в разрезе.

Недвижение разброса дефектов сырого или должно осуществляться на статистико-вероятностной основе, учитываяй возможные частоты выявления дефектов. С достаточностью для практических расчетов частоты можно отнести такие дефекты сырья, как "поры", "вспенивание" и т.д., к категории разбросованных дефектов, т.е.

$$P_{\text{н}} \approx P_{\text{НВ}} \quad (29)$$

Соотношение (29) определяет условие разбросованности выявляемых дефектов известными физическими методами контроля: радиографическим, магнитографическим, ультразвуковым.

В категории разбросованных дефектов могут быть отнесены дефекты типа "трещин" и "внешние дефекты", т.е.

$$P_{\text{тр}} \approx P_{\text{НД}} \quad (30)$$

Слово абсолютные значения $P_{\text{н}}, P_{\text{НВ}}$ отличаются от вышеуказанных $P_{\text{н}}, P_{\text{НД}}$. Удельный вес дефектов, соответствующих (29), представляет уровень дефектности по 29, т.е.

$$(P_{\text{н}}, P_{\text{НВ}}) > (P_{\text{тр}}, P_{\text{НД}}) \quad (31)$$

В таблице 6 приведены рекомендуемые значения вероятностей выявления дефектов с различной степенью опасности, рассчитанные на основании частной статистики.

Таблица 6

Категории дефектов	Значения вероятностей выявления дефектов (для различных типов дефектов)			
	$P_{\text{ВР}} = P_{\text{н}} - 1$	$P_{\text{НВ}}$	$P_{\text{НД}}$	$P_{\text{тр}}$
Устранимые значительные	0,5	0,20	0,06	0,04
Бесстранимые крупные	0,1	0,05	0,02	0,01

Дефекты рассмотренных категорий, формирующие узловые-генные и пегодные цепи, образуют в общем случае полную группу событий.

3.8. Интегральная оценка качества сварного соединения по уровню его дефектности может быть произведена по формуле

$$S_d = \frac{\sum_{i=1}^n S_{di} P_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad (32)$$

где: S_{di} — фактический размер дефекта (оцениваемый по результатам измерений и визуализации);

P_i — единичная вероятность появления дефекта конкретного вида.

Условие допустимости дефектного шва в этом случае примет вид:

$$\left[S'_e \right] \leq \frac{\sum_{i=1}^n S_{di} P_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad \left[S'_e \right] \leq \frac{\sum_{i=1}^n S'_{di} P_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad \left[S'_n \right] \leq \frac{\sum_{i=1}^n S_{ni} P_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad (33)$$

где: S'_e, S'_n, S'_{di} — фактические значения размеров дефекта (соответственно длины, ширин и глубины); определяемые путем измерений (внеконтрольного контроля);

$[S'_e], [S'_n], [S'_{di}]$ — допустимые значения максимальных размеров дефектов, регламентированные нормативами документов.

В случае заложки нормативного значения дефектности сварного соединения в виде комплексного показателя наряду с формулой (31) может быть использовано выражение

$$[S] \leq \sqrt{S'^2_e + S'^2_n + S'^2_{di}} \quad (34)$$

как более строгий показатель уровня дефектности.

3.9. По степени опасности (с точки зрения влияния на прочность герметичность) дефекты сварных соединений образуют, при условии их количественной равнозначности, следующий ряд в порядке уменьшения:

Дефекты: — наиболее опасный дефект сварного соединения в виде узкого разрыва металла, надрывистого под углом и, неско 90° к поверхности стыка труб (трещин, не образовавших в шве, зоне термического влияния: по геометрии склонности).

- Пороки – дефект сварного шва, возникающий в отсутствии стыкования между настырком шва и основным металлом шва (при многослойной сварке) между отдельными слоями шва.
- Болты – дефект сварного соединения, представляющий собой углубление в основном металле, расположенное вдоль грубыми швов.
- Лопа – дефект настыра сварного шва обычно в виде округлой вспомогательности (пучеги).
- Наклонное
внешнее
шероховатое
внешнее
шероховатое – дефект настыра сварного шва в виде наклонной вспомогательности наружу различной формы.
- Скальные
изгибов – неправильное положение кромок относительно друг друга, когда кромки, несогласные с поверхностью стыкуемых частей, не соприкасаются.

Для нормализации размеров перечисленных дефектов могут быть назначены вышеуказанные обоснованные коэффициенты весомости, при которых значения коэффициента зависят по функциональному назначению

$$K_f = \frac{\xi_i \cdot S_{di}}{[S_{di}]} \quad (36)$$

где: ξ_i – коэффициент весомости дефекта i -го типа.

Допустимые значения дефектов типа За, Вз, Аз, Дс, Дв используем в расчетах формул (31, 32, 33, 34), выбирая из действующих нормативных документов.

Формулы расчета вероятных показателей точности сварочно-монтажных работ приведены в приложение I.

4. ПОКАЗАТЕЛИ ТОЧНОСТИ СВАРОЧНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ.

4.1. Формирование сварного соединения, отвечающего нормативным требованиям его качества, происходит только при условии обеспечения необходимой точности технологических операций и процессов на всех

Средних сварочно-монтажных работ.

Показатели точности выполнения производственных функций во всех средних сварочно-монтажных работ, являются:

4.1.1. Частичное отклонение Δ действительного значения рабочего (измеренного) параметра X_D от исходного (заданного) значе-
ния X_H этого параметра, выраженная в единицах измеренной величины

$$\Delta = X_D - X_H \quad (36)$$

Определение действительного значения измеряемого параметра осуществляется в соответствии с ГОСТ 16334-70.

Для воспроизведения результатов измерения вместо единиц измеримого значения параметра применяют величину, равную его значению, расположенному в ленте этого допуска.

4.1.2. Коэффициент точности относительно исходного значения параметра K_{TH} , выраженный отношением погрешности параметра Δ к исходному значению параметра X_H , т.е.

$$K_{TH} = \frac{\Delta}{X_H}, \quad K_{TH} = \frac{\Delta}{X_H} 100\% \quad (37)$$

4.1.3. Коэффициент точности относительно полного допуска $\Delta_{T.D.}$, установленного для большинства значений параметра, выраженный относением погрешности параметра к величине его полного допуска $\Delta_{T.D.}$, т.е.

$$K_{T.D.} = \frac{\Delta}{\Delta_{T.D.}}; \quad K_{T.D.} = \frac{\Delta}{\Delta_{T.D.}} 100\% \quad (38)$$

4.1.4. Коэффициент технологической готовности $K_{i.Tex}$, выраженный относением среднего квадратического отклонения параметра (погрешности), характеризующего состояние технологического процесса (стабильность, плавкость, спиральность и др.), $\sigma_{i.Tex}$ к величине его полного допуска $\Delta_{T.D.}$

$$K_{i.Tex} = \frac{\sigma_{i.Tex}}{\Delta_{T.D.}} \quad (39)$$

4.1.5. Коэффициент первого K_B , характеризующий отклонение среднего геометрического отклонения изучаемого технологического процесса \bar{G}_{1x} , в его среднему значение \bar{X}

$$K_B = \frac{G_{1x}}{\bar{X}} \quad (40)$$

4.1.6. Для косвенной оценки точности технологического процесса сперва в соответствии с ГОСТ 27.202-83 допускается принять следующие показатели:

- прямые сдачи работ заказчику с передних краев листов;
- прямые изображенияных схемах соединений, подсекущих делениях и т.д.

4.1.7. Показатели точности, приведенные в п.4.1., назначаются до полной восстановки контролируемых параметров для изучаемых методов в объемах сперва.

4.2. Характеристику точности технологического процесса сперва следует считать выполненной определением, если установлено:

• величина случайных и систематических погрешностей изображающих параметров;

• суммарные распределения случайных и систематических погрешностей величинами между изображениями сборки сперва и спереди.

4.3. Сороку точности конечной технологической операции дому методы производить по:

• индивидуальному показателю точности этого же параметра из общих его отклонений;

• установленному показателю точности, определенному определению суммы показанных точности, выраженных в процентах, к их плавучим Т.О.

$$\Delta_y = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i}{n} \quad (41)$$

показатель точности этого же параметра, который в дальнейшем будет выведен из антикорреляционного изображениями схемах соединений

4.4. Оценка точности технологического процесса сборки стыковок сварки осуществляется при испытании промежуточных средних инструментальных показателей (контроль, подгонка, зерновых и волнистых длины) по количеству дефектных стыков.

Для промежуточных инструментальных показателей сварки точность проводить по количеству дефектных стыков (по категориям по-разного и неисправного брака) в регламентированной выборке.

4.5. Точность выполнения технологических операций в процессе производственных сварочно-монтажных работ определяет погрешность формирования инструментальных параметров при заданном уровне вероятности выполнения задания.

В общем случае, когда заданы верхнее X_U и нижнее X_L предельные ограничения (границы допуска), вероятность выполнения задания по i -му параметру определяется по формуле

$$P_i(t) = P(X_H \leq x_i(t) \leq X_B) = \int_{X_L}^{X_B} f(x) dx, \quad (42)$$

где: $x_i(t)$ - значение i -го параметра измеренное в момент времени t ;

$f(x)$ - функция плотности вероятности распределенияного измерения в момент времени t ;

Функция $f(x)$ зависит от характера обусловленной погрешности формирующего параметра X и имеющейся в соответствии с рекомендациями 2.

При построении технологической точности путем задания должно односторонних границ допуска (X_H , X_L) вероятность $P_i(t)$ выражаться по формуле

$$\left. \begin{aligned} P(x_i \leq X_B) &= 0,5 + \mathcal{D}\left(\frac{6K_{HB}}{K_T}\right) \\ P(x_i \geq X_H) &= 0,5 + \mathcal{D}\left(\frac{6K_{HH}}{K_T}\right) \end{aligned} \right\} \quad (43)$$

где: K_T - показатель расстояния, определяемый по ГОСТ 16.304-74;

K_H - показатель уровня настройки (для определения сороки), рассчитанный по ГОСТ 16467-76 относительно верхней (Бар) и нижней (Низ) границ, для допуска Низ.

Справедливо только при условии однородности изучаемого зонка, распределения нормального изогнутости.

5. ТРЕБОВАНИЯ К ТОЧНОСТИ ИЗМЕРИЕЙ КОМПЛЕКСНЫХ ПАРАМЕТРОВ

5.1. В процессе инженерного контроля качества спиральных изогнутостей, а также цилиндрического контроля качества сороки соприкасающей изогнутости следует познакомиться с экспериментальными традиционными способами измерения точности изогнутостей изогнутостей. Контроль формирования высоты для обеспечения ее представительности в единицах измерения в соответствии с ГОСТ 16321-76.

5.2. Контролируемые параметры точности изогнутостей изогнутостей выполняются по действительным статистическим значениям параметров в предварительной обобщающей выборке, состоящей не менее чем из 240 объектов изогнутости. Расчет статистических характеристик точности производится в соответствии с требованиями ГОСТ 2.615-79.

5.3. В процессе контроля концовок участков труб под сороку с измерениями наружного диаметра (для оценки величины отклонности) и длины реза (для оценки качества подготовленных кромок труб) требуемые характеристики точности измерений задаются соединителями изогнутого зонка. За них величиной допускаемой суммарной погрешности измерений Δ_u . Значение Δ_u для различных диаметров труб при измерении наружного диаметра и длины реза трубы трубы приведены в таблицах 6,7 (ГОСТ 16256-74).

Таблица 6

Наружный диаметр трубы, мм	Предельные отклонения диаметра, $\Delta_{\text{н}}$, мм	Допускаемая погрешность измерения, $\Delta_{\text{доп}}$
159-168	+1,5	0,5 Δ пр
219-325	+2,0	0,5 Δ пр
351-426	+2,2	0,5 Δ пр
530-630	+3,0	0,4 Δ пр
720-820	+4,0	0,3 Δ пр
820-1020		по ТУ
1020-1420		

Таблица 7

Наружный диаметр трубы, мм	Предельное отклонение, $\Delta_{\text{н}}$, мм	Максимальная погрешность измерения, $\Delta_{\text{доп}}$
159-325	1,0	0,3
351-426	1,5	0,3
530-630	2,0	0,2
630-1220		по ТУ
1220-1420		

3.4. В процессе промышленного контроля качества сварных соединений физическими методами точность определения размеров дефектов существенным образом зависит от чувствительности используемых методов и средств. В таблице 8 приведены значения требуемой чувствительности (в мм) радиокордического контроля в зависимости от толщины стенки труб в квадрате соединения.

Таблица 8

Толщина стыка, мм	Бесконтактная		Контактная				
	стенки трубы, мм	после сварочного соединения	1	1,5	2	2,5	3
5,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	
5-10	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	
10-12	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3	0,4	
12-20	0,3	0,4	0,5	0,3	0,4	0,5	

При использовании промежуточных отклонов чувствительность должна быть не 0,3 увеличена до 0,32.

5.5. Точность технологического процесса сварки должна отвечать нормированному классу, исходя из условия

$$\Delta \geq 2tS_N' \quad (44)$$

где: Δ — допускнее большее к значению $2tS_N'$ значение досушки для данного интервала полезного размера в соответствующих таблицах ГОСТ 21773-82;

S_N' — выборочная оценка среднего квадратического отклонения (для объемной выборки $N = 240$);

t — коэффициент, принимаемый по таблице 9 в зависимости от значения приемочного уровня дефектности ϱ , принятого при контроле точности по ГОСТ 23616-73.

Таблица 9

ϱ	0,25	0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05
t	1,30	1,37	1,42	1,47	1,52	1,57	1,62	1,67	1,72

5.6. Для оценки допуска точности технологического процесса сварки на различных временных интервалах следует использовать показатель уровня точности h (по ГОСТ 23615-73), характеризующий запас точности по отношению к допуску Δ_f (или Δ_{hf})

$$h = \frac{\Delta_h - 2tS}{\Delta_h} \quad (45)$$

где: S' — выборочная оценка среднего квадратического отклонения, определяемая по случайной выборке $n \geq 50$.

Критерии точности технологического процесса сварки следует считать условие

$$|h| = 0,14$$

Если $|h| < 0,14$, то необходимый запас точности отсутствует, если $|h| > 0,14$ (и $h < 0$), то процесс переносит в более низкий класс точности.

При $h = 0,5$ может быть рассмотрен вопрос об отнесении технологического процесса к более высокому классу точности.

6. ДОСТОВЕРНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СВАРОЧНО-КОМПАКТНЫХ РАБСТ

Достоверность контроля определяется вероятностью того, что результаты контроля будут соответствовать действительности. С этой точки зрения возможны:

вероятность истинно-положительной интерпретации результатов контроля (вероятность истинно-положительного диагноза)

$$P(R_{in}) = \frac{\sum d_i}{n} \quad (46)$$

вероятность ложно-положительной интерпретации (вероятность ложно-положительного диагноза)

$$P(R_{dn}) = \frac{\sum \beta_i}{n} \quad (47)$$

где: d_i — задуманная вероятность наличия истинно-положительного сигнала (выявленного дефекта);
 β_i — задуманная вероятность наличия ложно-положительного сигнала (излишнего дефекта);

Результаты измерений (или наблюдений) целесообразно разбить на пять групп, выражая вероятность в %:

$d_i = 100$ — сигнал положительный наверняка есть;

$d_i = 75$ — вероятно есть;

$d_i = 50$ — неопределенно;

$d_i = 25$ — вероятно нет;

$d_i = 0$ — наверняка нет.

Аналогично формируются ряд для $\beta_i = 0; 25; 50; 75; 100$.

Вероятность правильного заключения о качестве (или вероятность правильного выявления дефектов), характеризующая достоверность

контролем, определяются по формуле

$$P_{\text{п.д.}} = 0,5 + 10^{-3} \left(\sum_{i=1}^n d_i - \sum_{i=1}^n R_i \right) \quad (42)$$

6.2. Поскольку в основе распознавания дефектов по радиографическим снимкам лежат принципы визуального сопоставления геометрических образов, формируемых эталонами чувствительности и реальными дефектами, то вероятность правильной интерпретации результата контроля зависит от чистоты изображения (отвечающей определенной ясности изображения дефекта), на которую в свою очередь влияют следующие факторы:

разность толщины эталона чувствительности и толщиной металла в местах расположения дефектов, Δh_i ;

смещение источника ионизирующего излучения при просвечивании от геометрической оси изв. S_i :

запыленность труб, e_T ;

искривление краев труб при сборке их под сварку, Δl_K ;

разнотолщина стенок труб Δd_i .

В таблице 10 приведены предельные пределы изменения первоначальных факторов, а также дадут ориентировочные сведения о степени влияния этих факторов на величину разности потенциалов (в ΔV) со-
существующих участков радиографического снимка

Таблица 10.

Предельные значения факторов	$\Delta h_i, \text{мм}$	$S_i, \text{мм}$	$\Delta l_K, \text{мм}$	$\Delta d_i, \text{мм}$
	1	2	3	1.5
	1	5	0	1
	6	1	10	1
	10	10	1	3
	10	30	10	6

Соответствующая разность потенциалов, определяемая существующими участниками ("валов-дорог") на радиографическом снимке	10-15	20	5-7	7-8	10
	10	15	5-7	7-8	10

6.3. Достоверность инструментального контроля сварочно-шововых работ оценивается в общем случае схемами 1-го и 2-го рода (P_X , P_B). Причем для тех случаев, когда распределение вероятностей по конкретным параметрам не противоречит нормальному закону

$$P_X > P_B .$$

При конечных усоговах

$$\Delta_H > 66, \quad (49)$$

или

$$\Delta_{ср} > 66, \quad (50)$$

где: σ_T - среднее квадратичное отклонение нормально распределенных параметров технологического процесса измерения, $P_d \approx 0$ и $P_f \approx 0$.

7. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СВАРочно-КОМПАКТНЫХ РАБОТ

7.1. При выборе методов и средств контроля необходимо учитывать совокупность их метрологических, эксплуатационных, экономических показателей, причем точность средств измерений должна быть достаточной по сравнению с требуемой точностью формируемого параметра. Погрешность измерения, выполненного с помощью приборов, должна быть в несколько раз (2-5) меньше допуска Δ_H .

7.2. После установления предельно допустимых погрешностей измерений в зависимости от полного допуска на контролируемый параметр по соотношению ($\frac{1}{3} \div \frac{1}{10}$) или по ГОСТ 8.061-84 выбирают средство измерений. При этом необходимо учитывать, что их погрешность является суммой из составляющих погрешности измерений, указанных в задании 4.

7.3. Назначение средств измерений, отвечающих требованиям точности технологического процесса, определяют специальными метрологическими, которые разработывает ^{нормотивные} документы по выбору приборов, руководства по основному или производственному организаций, технические задания по разработке новых средств измерений. При этом метрологи обязаны устанавливать: в какой мере условия проведения измерений соответствуют по существу погрешностям измерений, выполненных с помощью разработанных средств; какова должна быть погрешность средств измерений в документированных измерениях; какова погрешность измерений при измерении

условий их проведения.

Порядочные условия выполнения линейных и угловых измерений регламентированы ГОСТ 8.050-73.

7.4. Выбор средств измерений и ряда с обеспечением требуемой точности измерений (предельно допустимой погрешности измерений) должен обеспечить минимальную себестоимость контроля. Для решения этой задачи из имеющихся средств измерений одинаковой точности выбирают наименее производительные.

7.5. В целях повышения точности и достоверности контроля качества сварных соединений целесообразно осуществлять комплексированный контроль, используя для этой цели обоснованное сочетание методов дефектоскопии.

Радиографический метод обладает высокой чувствительностью (около 1-2% от толщины прокатываемой стали) и позволяет с высокой достоверностью определить тип и размеры дефектов в большом интервале контролируемых толщин. В то же время радиографическим методом затруднено выявление дефектов иносоставного типа (несвариваемы и т.п.) и таких малых расстояний, плоскость которых не совпадает с направлением рентгеновских или гамма-лучей.

Магнитографический метод контроля, обеспечивающий достаточно большое выявление наименее опасных плоскостных дефектов при такой чувствительности к обнаружению скрытых включений типа пор и шлаков обладает очень высокой производительностью. Чувствительность метода составляет 3-5% для плоскостных дефектов в 15-20% для скрытых включений. К недостаткам можно также отнести снижение чувствительности из-за при увеличении толщины контролируемых изделий (метод применим для толщин стали до 25мм) и изменение величины сигнала при изменинии места расположения дефекта по сечению изделия.

Ультразвуковой метод контроля очень чувствителен к скрытым плоскостным дефектам практически с нулевым раскрытием (трещинам,

Х.

исследования), позволяет надежно контролировать изделия большой толщины. К основным достоинствам относится невозможность обнаружения малых размеров дефектов и отсутствие микротрещин в изученном контролируемом изделии. Метод во многих субстанциях не требует высокой квалификации операторов, осуществляющих контроль изделий.

Наилучшие результаты достигаются при совместном применении ультразвукового контроля и одного из видов контроля воизвращенным градуемием.

7.6. При избышном делении шкалы (или отсутствии устройств сброса измерений) должна быть не более 0,15 от длины контролируемого измерителя, т.е.

$$z \leq 0,15 \Delta_H \quad (51).$$

ПРЕДОЗЕНИЯ

Приложение I

Измерение параметров дефектов сварных соединений по радиографическим снимкам с помощью дефектоскопической линейки

Определение недопустимых размеров обнаруженных дефектов в соответствии с требованиями СНиП 5-42-80, ВСН 2-146-82, ВСН 2-120-
80 и другими нормативными документами по радиографиче-
ским снимкам производится с помощью дефектоскопической линейки.

Дефектоскопическая линейка выполнена в виде гибкой прозрачной лавсановой пластины размером 70x200 мм с нанесенными на неё миллиметровыми шкалами для измерения продольных в конечных размеров дефектов, эталонами измерением для определения максимального размера отдельного дефекта (поры, шлаковые включения и др.).
На линейке представлены варианты изображений отдельных пор и шлаковых включений, цепочки пор и скоплений пор. Следует, в левой части приведено изображение отдельных пор различного диаметра (диаметр изображения показывает плотность расположения пор, относящихся в соответствии с нормативными документами к отдельным дефектам). Общий вид линейки представлен на рис. I.

При расширении радиографического снимка последний помещают на прозрачное окно изогнутой горизонтально в рассмотрение через прозрачную часть дефектоскопической линейки, постепенно перемещая ее над изображением сварного шва.

Сравнивая с эталонами дефектов, изображенные в линейке части дефектоскопической линейки, определяют вид дефекта и снимок (поры, шлаковые включения, скопления пор, цепочки пор) и по измерительной линейке оценивают допустимость размеров этого дефекта, а также расстояние между отдельными дефектами.

Путем сравнения с примером изображения пор в левой части линейки определяют форму отдельных пор (в отличие от скоплений пор), т.е. такую форму, расстояние между тремя любыми порами:

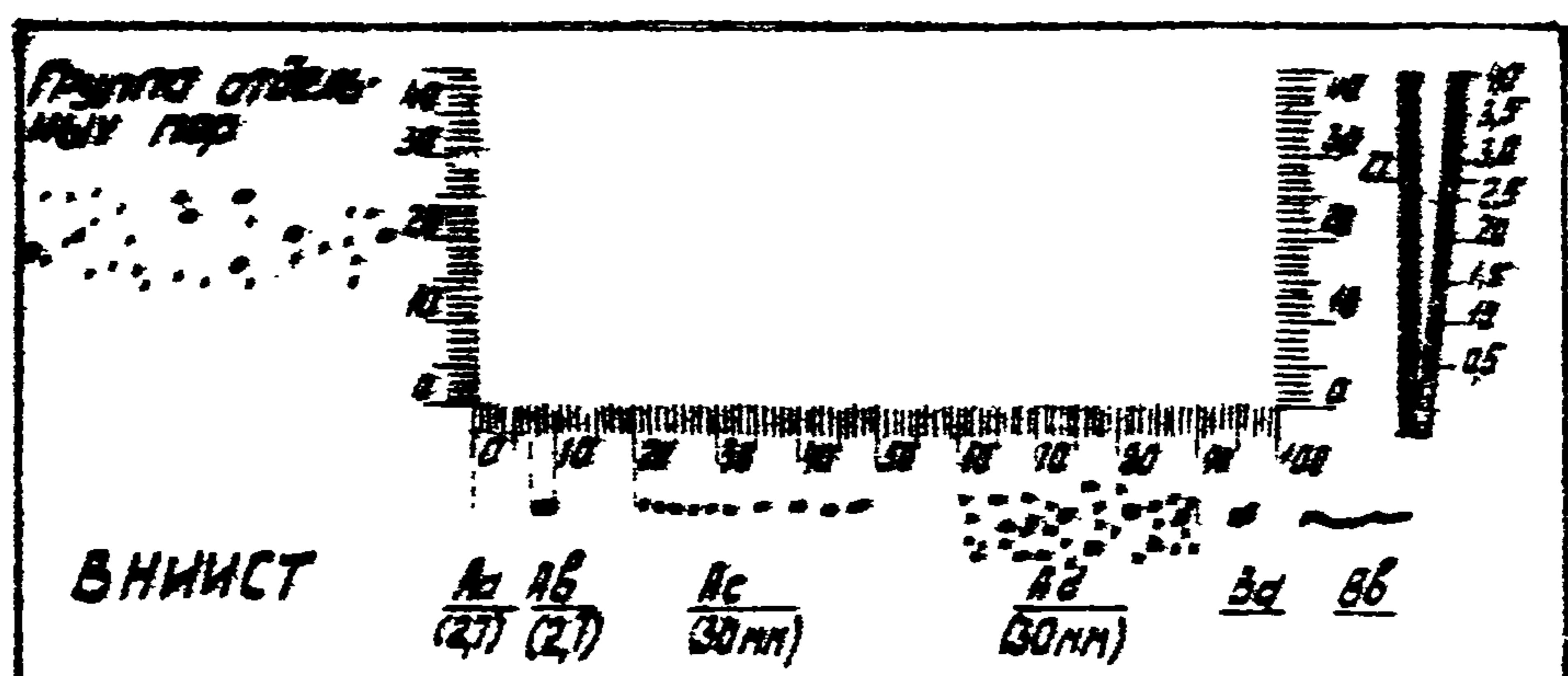


Рис. 1. Общий вид дефектоскопической линейки.

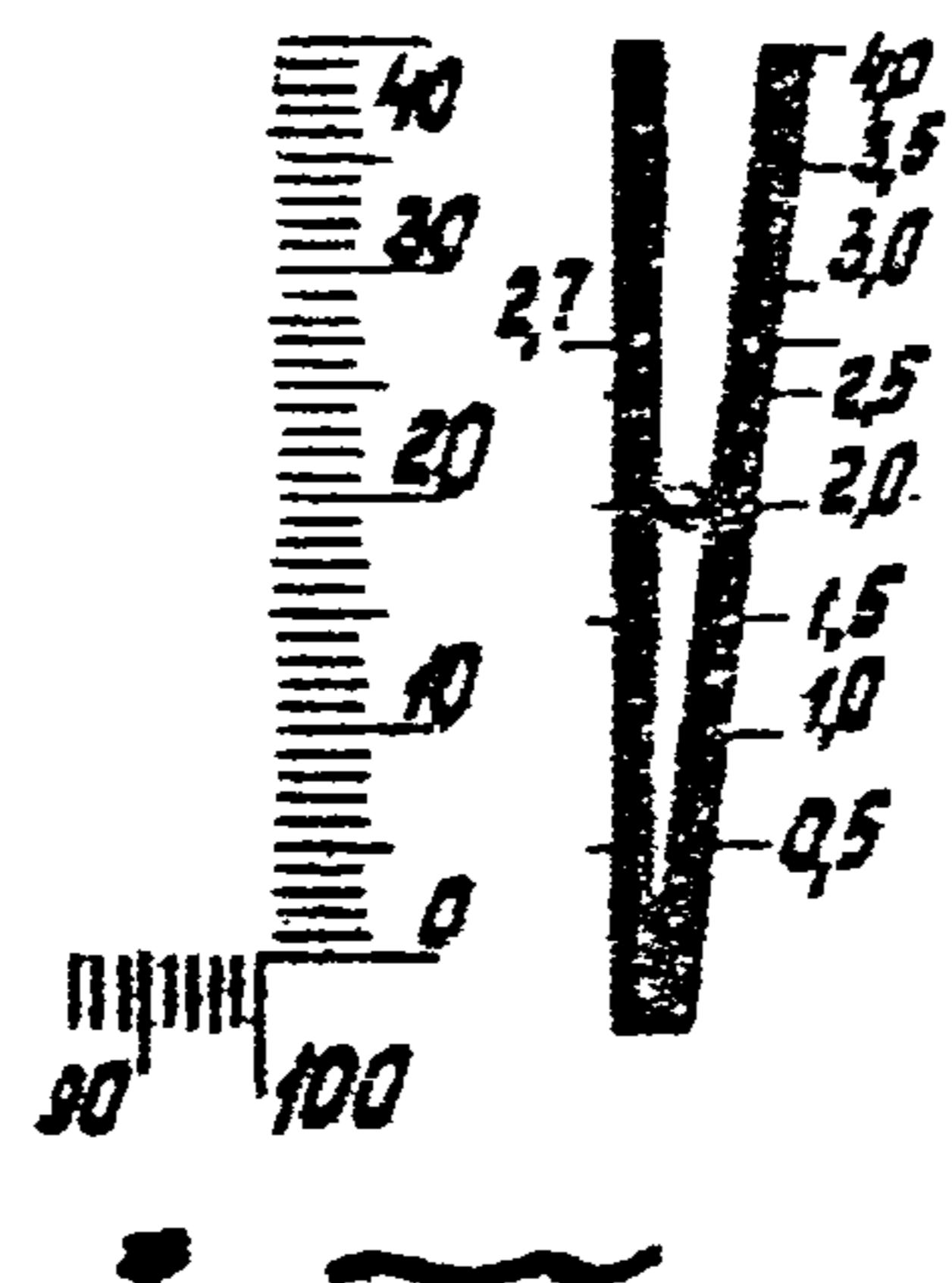


Рис. 2. Определение диаметра сферической поры
(размер дефекта 2,0 мм).

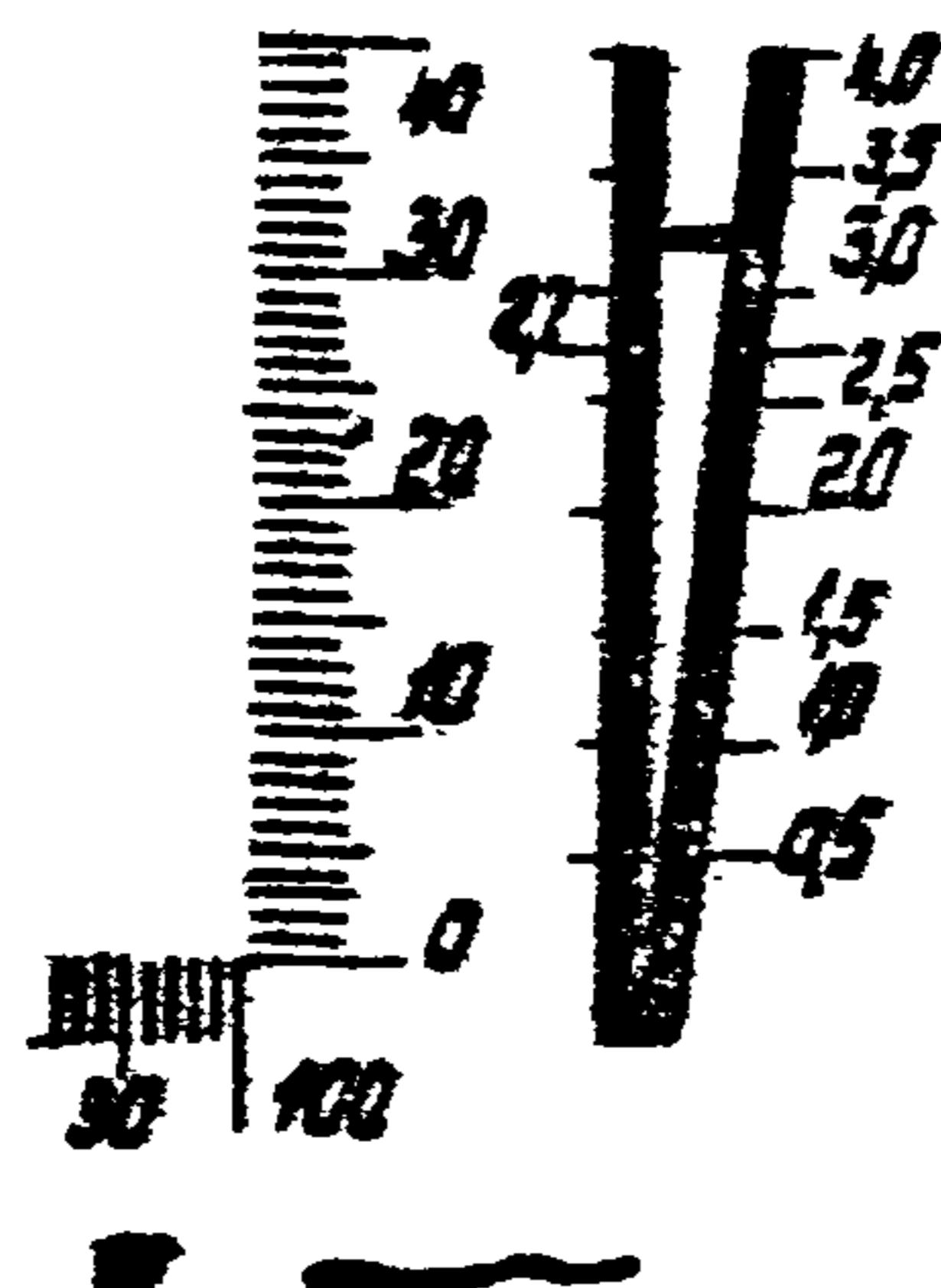


Рис. 3. Определение длины удлиненной поры
(размер дефекта 3,2 мм).

в которой превышает трехкратный диаметр (длину) изображений из них.

Диаметр и длину отдельного дефекта определяют с помощью измерителя, помешанного в правой части дефектоскопической линейки. При этом линейку изгибают в спираль зигзаг образом, чтобы дефект оказался в клинообразном окне измерителя, а правая дефектная вспашка губки, овна, как показано на рис.2 к 3. Против точек лесенок ставят (приблизительно определяют) размер дефекта. Так, в примере на рис.2 диаметр дефекта равен 2,0 мм, в примере на рис.3 длина дефекта равна 3,2 мм. Следует в определении размера отдельного дефекта с помощью линейного измерителя не превышать 6,1-6,2 мм.

Таким образом, применение дефектоскопической линейки при радиографии радиографических снимков сварных швов способствует более точному и быстрому измерению обнаруженных дефектов и упрощает процесс оценки качества всего смыка в целом, делает более объективным радиографический контроль при визуальной расшифровке снимков.

Приложение 2

Расчет верхнего допуска с учетом требований к надежности сварного соединения, возможностей технологического контроля и контроля

Пример 1. Расчет верхнего допуска на толщину листа из торцов труб.

Постановка задачи и исходные данные.

Выполняется расчет верхнего допуска на толщину листа из торцов труб диаметром $D_t = 1030$ мм. Вероятность безотказной работы трубопровода $P = 0,998$ (изменяется звездочкой с учетом требований надежности). Вероятность несбокурожного брака $P_b = 3\%$ (должна отвечать требованиям норм выборочности труб на этапе их входного контроля).

Последовательность расчета.

1. Определяем верхний допуск, соответствующий требованиям характеристик функционального назначения сварного соединения. Для вероятности безотказной работы $P = 0,998$ в соответствии с таблицей I коэффициент запаса по функциональному назначению $K_f = 3,9$.

При $K_f \geq 1$ из формулы (3) получаем:

$$\Delta_{Hf} = \frac{\Delta_f}{K_f} \cdot \Delta_{ff} = \frac{\Delta_f}{3,9} \cdot \Delta_{ff} = 0,26 \Delta_f$$

Таким образом, верхний допуск на толщину торцевой панели не должен превышать $0,26 \Delta_f$, т.е.

$$\Delta_{ff} \leq 0,26 \Delta_f \text{ (мм)}$$

Допуск на формируемый рабочий параметр Δ_f должен быть увязан с характеристиками функционального назначения сварных соединений (см.п.1.4.) и определяться с учетом вероятности безотказной работы по результатам специальных исследований.

Причем $\Delta_f = 3,5$ мм, тогда $\Delta_{ff} \leq 0,91$ мм.

2. Определяем верхний допуск с учетом технологических возможностей формирования рабочего параметра.

Из таблицы 2 при использовании размера $h = 20\text{мм}$ и процентом допуске точности Δ зонтичного допуска $\Delta = 1,0 \text{ мм}$.

По формуле (3) получаем:

$$\Delta_{H\bar{T}} = K_T \cdot \Delta_T = 1,0 K_T / 1,14$$

Таким образом, зонтичный допуск на глубину торцевой выемки не должен быть менее $1,0 \text{ Кт}$.

$$\Delta_{H\bar{T}} \geq 1,0 K_T$$

Допуск на формирующий рабочий параметр должен быть увязан с характеристиками технологического обеспечения работ (см.п.1.6) и определяется исходя из возможностей технологического процесса, на данном этапе.

Коэффициент K_T находят по формуле (5)

$$K_T = \frac{T_{\phi}}{T_{H\bar{T}}}$$

Причем $T_{H\bar{T}} = 1 \text{ час}$, $T_{\phi} = 1,3 \text{ часа}$, получим

$$K_T = \frac{1,3}{1} = 1,3$$

тогда

$$\Delta_{H\bar{T}} \geq 1,3 \text{ мм}$$

3. Определяем нормативный допуск, соответствующий уровню метрологического обеспечения сварочно-монтажных работ.

В соответствии с таблицей 3 с учетом заданной вероятности неисправления брака $P_B = 3\%$ коэффициент запаса по метрологическому обеспечению $K_M = 0,32$.

Допуск на формирующий рабочий параметр Δ_M увязан с характеристиками метрологического обеспечения работ и принимается равным (в соответствии с ВСН 2-141-82) суммарной погрешности измерения. Согласно таблице 4 для дефектов поверхности стыка трубы

$$\Delta_M \approx \Delta_{17\varepsilon} = 2,5 \cdot 0,1 = 0,25 \text{ (мм)}$$

Тогда при $K_M < 1$ из формулы (3) получаем

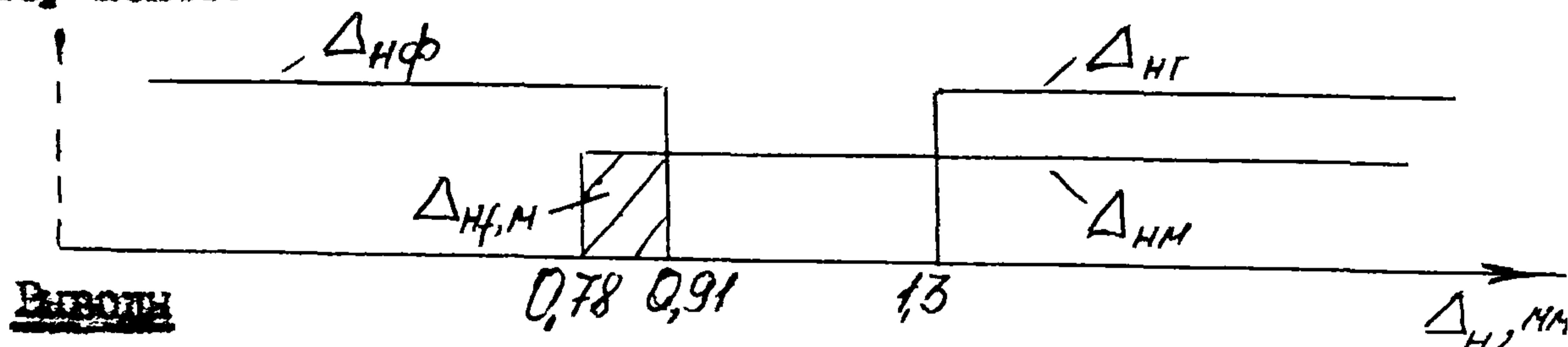
$$\Delta_{HM} = \frac{\Delta_M}{K_M}, \quad \Delta_{HM} = \frac{0,25}{0,32} = 0,78 \text{ (мм)}$$

Таким образом, допуск на глубину торцевой винтины должен быть не менее 0,78 мм.

4. Нормативный допуск на глубину винтины из торцов труб никелированных, соответствующие характеристики:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta_{H4} \leq 0,91 \text{ мм} \\ \Delta_{HT} \geq 1,3 \text{ мм} \\ \Delta_{HM} \geq 0,78 \text{ мм} \end{array} \right.$$

Для удобства удобства графической интерпретации полученной системы неравенств



Значения нормативного допуска Δ_H по функциональному назначению и метрологическому обеспечению лежат вне области. Это означает, что требования к надежности (Р) метрологически обеспечены.

Значения нормативного допуска по технологическому обеспечению (Δ_{HT}) выходят за пределы статистической области значений $\Delta_{H4, H4}$. Это означает, что требование к технологической точности не отвечает заданному уровню надежности. Поэтому необходимо предусмотреть мероприятия по улучшению технологического обеспечения работ.

Задача 2. Расчет нормативного допуска на величину зазора между кромками стыковых труб.

Исходные данные.

Вероятность безотказной работы трубопровода $P = 0,977$.

Вероятность необнаруженного брака $P_B = 3,85$

1. Определить нормативный допуск, соответствующий требованиям характеристик функционального назначения сварного соединения Δ_{H4}

В соответствии с таблицей I для вероятности безотказной рабо-

коэффициент запаса по функциональному назначению
 $K_f = 4,0$

По формуле (3) получаем

$$\Delta_{Hf} = \frac{\Delta_f}{K_f} = \frac{\Delta_f}{3,0} = \frac{1}{3} \Delta_f$$

Таким образом, нормативный допуск на величину зазора между кромками стыкуемых труб не должен быть более $\frac{1}{3} \Delta_f$, т.е.

$$\Delta_{Hf} \leq \frac{1}{3} \Delta_f \quad (\text{мм})$$

Допуск на формируемый рабочий параметр Δ_f определяется по результатам специальных исследований

Пример $\Delta_f = 2,7$ мм, тогда

$$\Delta_{Hf} \leq 0,9 \text{ мм.}$$

2. Определим нормативный допуск на величину зазора между кромками стыкуемых труб с учетом технологических возможностей формирования рабочего параметра Δ_{HT} .

По таблице 2 при nominalном размере $\lambda = 20$ мм в производственном классе точности 3 величина допуска $\Delta_f = 0,6$ мм

Коэффициент K_T находится по формуле (5)

$$K_T = \frac{T_H}{T_f}$$

Принимая $T_H = 0,6$ часа, $T_f = 0,3$ часа, получим

$$K_T = 1,33$$

По формуле (3) определим величину технологического нормативного допуска:

$$\Delta_{HT} = 1,33 \cdot 0,6 = 0,8 \text{ (мм)}$$

Таким образом, нормативный допуск на величину зазора между кромками стыкуемых труб не должен быть менее 0,8 мм:

$$\Delta_{HT} \geq 0,8 \text{ мм.}$$

3. Определим нормативный допуск, соответствующий уровню метрологического обеспечения спарочно-штывевых работ.

Заданной вероятности неисправления браза $P_B = 3,00\%$ соответствует коэффициент запаса по метрологическому обеспечению $K_M = 0,4$

Допуск на формирующий рабочий параметр Δ_H приводится равен (ВСК 2-141-32) суммой погрешности измерения. Согласно заданию 4 для зазора между кромками стеклянных труб:

$$\Delta_H \approx \Delta_{\Sigma} = 4,0' \cdot 0,05 = 0,2 \text{ (мм)}$$

По формуле (3) подсчитываем величину изготавливаемого горячего допуска

$$\Delta_{HT} = \frac{\Delta_H}{K_M} ; \quad \Delta_{HT} = \frac{0,2}{0,4} = 0,5 \text{ (мм)}.$$

Таким образом, допуск на величину зазора между кромками стеклянных труб должен быть не менее 0,5 мм.

4. Чистотный допуск по величине зазора между краями стеклянных труб получим, сопоставив полученные неравенства:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta_{HT} \leq 0,9 \text{ мм} \\ \Delta_{HT} \geq 0,8 \text{ мм} \\ \Delta_{HT} \geq 0,5 \text{ мм} \end{array} \right. \quad 0,8 \text{ мм} \leq \Delta_{HT} \leq 0,9 \text{ мм}$$

З и в о л ь

Если чистотный допуск по величине зазора между краями стеклянных труб находится в границах полученного интервала, то это означает, что требования к надежности технологической и изготавливающей обеспечены.

Приложение 3
(рекомендуемое)

**УСЛОВИЯ ПРИБЛИЖЕНИЯ РАЗНЫХ ЗАКОНОВ
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАБОЧИХ ПАРАМЕТРОВ СПРОЧ-
ВО-КОНТАКТНЫХ РАБОТ**

Нанесение рабочих параметров

Задано распре-
деляемое

Геометрические размеры кромок труб, фактические разуль-
таты многократных измерений параметров (внгтостовки
кромок, зазоров, сдвиги в сечке т.д.) при условии

Поминальный

$$\Delta_M \leq (0,1 + 0,2) \Delta_f$$

Взаимно параллельность осей стыкуемых труб, разнотолщинность
стенки, овалность труб, абсолютная неподвижность изме-
рения рабочих параметров; фактическое отклонение кон-
формируемых параметров от поминальных величин

Модули раз-
ности

Смещение кромок, превышение, зазор между кромками,
несоосность стыкуемых труб, разность периметров

Равна,
равенство

труб, разность толщины стенки стыкуемых труб.