

РЕКОМЕНДАЦИЯ

ПРОЕКТ

Государственная система обеспечения единства измерений

РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ТРУБ И МУФТ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

Методика контроля геометрических параметров резьбовых и уплотнительных
поверхностей универсальными средствами измерения

МИ 0000 - 2007

ПРЕДИСЛОВИЕ

- 1 РАЗРАБОТАНА Закрытым акционерным обществом «Челябинский Научно-Исследовательский и Конструкторский Институт Средств Контроля и Измерения в Машиностроении»
(ЗАО «ЧелябНИИконтроль»)
- ИСПОЛНИТЕЛИ: Сурков И.В., Матрикова И.С.
- 2 УТВЕРЖДЕНА ЗАО «ЧелябНИИконтроль» от.....
- 3 ЗАРЕГИСТРИРОВАНА ЗАО «ЧелябНИИконтроль»
- 4 ВВЕДЕНА ВПЕРВЫЕ

1 Область применения

Настоящая рекомендация устанавливает методики выполнения измерений для контроля геометрических параметров резьбовых соединений труб и муфт нефтегазового комплекса по ГОСТ 632-80, ГОСТ 633-80.

Рекомендация распространяется на следующие виды резьбовых соединений:

а) для насосно-компрессорных труб:

- муфтовое с закругленной резьбой без высадки – NU;
- муфтовое с закругленной резьбой и высаженными наружу концами – EU;
- муфтовое с треугольной резьбой без высадки – НКТ;
- муфтовое с треугольной резьбой и высаженными наружу концами – НКТВ;
- муфтовое с трапецеидальной резьбой и узлом уплотнения «металл-металл» - НКМ;
- безмуфтовое с трапецеидальной резьбой и узлом уплотнения «металл-металл» - НКБ;

а) для обсадных труб:

- муфтовое с короткой закругленной резьбой – STC;
- муфтовое с удлиненной закругленной резьбой – LC;
- муфтовое с упорной резьбой – BC;
- муфтовое с короткой треугольной резьбой – ОКТ;
- муфтовое с удлиненной треугольной резьбой – ОТУ;
- муфтовое с трапецеидальной резьбой –ОТТМ;
- муфтовое с трапецеидальной резьбой и узлом уплотнения «металл-металл» - ОТТГ;
- безмуфтовое с трапецеидальной резьбой и узлом уплотнения «металл-металл» - ТБО;
- безмуфтовое с трапецеидальной резьбой – ОГ.

Кроме того, при соответствующей адаптации рекомендация распространяется на любые корпоративные стандарты на резьбовые соединения.

К числу контролируемых геометрических параметров относятся:

- диаметр и овальность резьбы;
- конусность резьбы;
- диаметр и овальность уплотнительных поверхностей;
- конусность уплотнительных поверхностей;

- расстояние от торца муфты до упорного уступа;
- высота профиля резьбы;
- шаг резьбы;
- сбеги резьбы;
- соосность резьб муфты.

Примечание: измерения диаметра и овальности резьбы рекомендуется производить в технологических целях, для обеспечения стабильности процесса изготовления резьбового соединения.

2 Нормативные ссылки

В настоящей рекомендации использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 632-80 Трубы обсадные и муфты к ним. Технические условия

ГОСТ 633-80 Трубы насосно-компрессорные и муфты к ним. Технические условия

ГОСТ 24642-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. Основные термины и определения

ГОСТ 11708-82 Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба. Термины и определения

API Spec 5B Требования к нарезанию, измерению и контролю резьб обсадных, насосно-компрессорных и трубопроводных труб

3 Определения

В настоящей рекомендации применяются следующие термины с соответствующими определениями.

3.1 наружная резьба (резьба трубы): Резьба, образованная на наружной прямой круговой конической поверхности.

3.2 внутренняя резьба (резьба муфты): Резьба, образованная на внутренней прямой круговой конической поверхности.

3.3 диаметр меньшего конуса резьбы: Диаметр воображаемого прямого кругового конуса в основной плоскости или в заданном сечении, вписанного во впадины наружной или в вершины внутренней конической резьбы.

Примечание – Термин «диаметр меньшего конуса резьбы» соответствует термину «внутренний диаметр конической резьбы» по ГОСТ 11708.

3.4 диаметр большего конуса резьбы: Диаметр воображаемого прямого кругового конуса в основной плоскости или в заданном сечении, описанного вокруг вершин наружной или впадин внутренней конической резьбы.

Примечание – Термин «диаметр большего конуса резьбы» соответствует термину «наружный диаметр конической резьбы» по ГОСТ 11708.

3.5 овальность: Отклонение от круглости, при котором реальный профиль представляет собой овалообразную фигуру, наибольший и наименьший диаметры которой находятся во взаимно перпендикулярных направлениях (по ГОСТ 24642).

3.6 отклонение от круглости: Наибольшее расстояние от точек реального профиля до прилегающей окружности (по ГОСТ 24642).

3.7 высота профиля резьбы: Расстояние между вершиной и впадиной резьбы в плоскости осевого сечения в направлении, перпендикулярном к оси резьбы (по ГОСТ 11708).

3.8 шаг резьбы: Расстояние по линии, параллельной оси резьбы между средними точками ближайших одноименных боковых сторон профиля резьбы, лежащими в одной осевой плоскости по одну сторону от оси резьбы (по ГОСТ 11708).

3.9 сбег резьбы: Участок в зоне перехода резьбы к гладкой части, на котором резьба имеет неполный профиль (по ГОСТ 11708).

3.10 длина резьбы: Длина участка детали, на котором образована резьба, включая сбег резьбы и фаску (по ГОСТ 11708).

3.11 длина резьбы с полным профилем: Длина участка резьбы, на котором вершины и впадины резьбы соответствуют номинальному профилю резьбы.

3.12 конусность резьбы: Изменение диаметра, измеряемое вдоль меньшего конуса резьбы трубы и большего конуса резьбы муфты на определенном интервале.

3.13 основная плоскость: Плоскость, перпендикулярная к оси резьбы, в которой задаются номинальные размеры диаметров большего конуса и меньшего конуса резьбы, а также средний диаметр резьбы.

3.14 измерительная плоскость: Плоскость, перенесенная параллельно основной плоскости на некоторое расстояние, в которой производятся измерения диаметров большего конуса и меньшего конуса резьбы, а также среднего диаметра резьбы.

4 Требования к погрешности измерений

Погрешность измерений должна соответствовать требованиям, указанным в таблице 1.

Таблица 1 – Значения абсолютной погрешности измерений

Наименование измеряемой величины	Наименование средства измерений	Погрешность измерений, мм
диаметр и овальность резьбы	прибор модели НИИК 01, НИИК 02, НИИК 01У	0,04 0,03
конусность резьбы: -трубы -муфты	прибор модели НИИК 33 прибор модели НИИК 16	0,04 0,03
диаметр и овальность уплотнительных поверхностей	прибор модели НИИК 03, НИИК 04, НИИК 16, НИИК 24, НИИК01У	0,03
конусность уплотнительных поверхностей	прибор модели НИИК 03, НИИК 04, НИИК 17(18), НИИК 01У	0,03
расстояние от торца муфты до упорного уступа	прибор модели НИИК 21 (21Э)	0,03
высота профиля резьбы	глубиномер резьбовой (НИИК 34)	0,03
шаг резьбы	шагомер индикаторный (НИИК 31)	0,03
сбег резьбы	в разработке	
соосность резьб муфты	в разработке	

5 Средства измерений, вспомогательные устройства

При выполнении измерений применяют средства измерений и другие технические средства, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень средств измерения и других технических средств

Порядковый номер и наименование средства измерений, технического средства	Обозначение стандарта, РЭ средства измерений либо его метрологические характеристики, или ссылка на чертеж или приложение	Наименование измеряемой величины
1 Индикаторный прибор универсальный модели НИИК 01 У	Руководство по эксплуатации НИИК 01У.00.000 РЭ. Приложение А.	диаметр, овальность резьбы; диаметр, овальность, конусность уплотнительных поверхностей
2 Индикаторный прибор модели НИИК 01	Руководство по эксплуатации НИИК 01.00.000 РЭ. Приложение Б.	диаметр, овальность резьбы
3 Индикаторный прибор модели НИИК 02	Руководство по эксплуатации НИИК 02.00.000 РЭ. Приложение В.	диаметр резьбы
4 Индикаторный прибор модели НИИК 03	Руководство по эксплуатации НИИК 03.00.000 РЭ. Приложение Г.	диаметр, овальность, конусность уплотнительных поверхностей трубы
5 Индикаторный прибор модели НИИК 04	Руководство по эксплуатации НИИК 04.00.000 РЭ. Приложение Д.	диаметр, овальность, конусность уплотнительных поверхностей
6 Индикаторный прибор модели НИИК 15	Руководство по эксплуатации НИИК 15.00.000 РЭ. Приложение Е.	диаметр, конусность уплотнительных поверхностей трубы
7 Индикаторный прибор модели НИИК 16	Руководство по эксплуатации НИИК 16.00.000 РЭ. Приложение Ж.	диаметр, овальность уплотнительных поверхностей муфты
8 Индикаторный прибор модели НИИК 17 (18)	Руководство по эксплуатации НИИК 17.00.000 РЭ.	конусность уплотнительных

	Приложение И.	поверхностей муфты
9 Индикаторный прибор модели НИИК 21 (21Э)	Руководство по эксплуатации НИИК 21.00.000 РЭ, НИИК 21Э.00.000 РЭ Приложение К.	расстояние от торца муфты до упорного уступа
10 Индикаторный прибор модели НИИК 24	Руководство по эксплуатации НИИК 24.00.000 РЭ. Приложение Л.	диаметр, овальность уплотнительных поверхностей муфты
11 Индикаторный прибор модели НИИК 33	НИИК 33.00.000 ПС. Приложение М.	конусность резьбы
12 Шагомер индикаторный модели НИИК 31	НИИК 31.00.000 ПС. Приложение Н.	шаг резьбы
13 Глубиномер резьбовой модели НИИК 34	НИИК 34.00.000 ПС. Приложение О.	высота профиля резьбы
14 Индикаторный прибор		сбег резьбы
15 Прибор для измерения углового и параллельного смещения резьбовых концов муфты		соосность резьб муфты
16 Прибор универсальный для линейных измерений модели НИИК 20 с наладкой для настройки индикаторных приборов для контроля геометрических параметров резьбовых и уплотнительных поверхностей труб и муфт нефтегазового сортамента	ТУ3947-004-74229882-2006 Приложение П.	настройка на диаметр резьбы, на шаг резьбы, на высоту профиля резьбы

6 Методы измерения

Контроль геометрических параметров резьбовой поверхности: диаметра резьбы, диаметра уплотнительных поверхностей труб и муфт, расстояния от торца муфты до упорного уступа, высоты профиля, шага резьбы овальности и конусности резьбы, овальности и конусности уплотнительных поверхностей труб и муфт, - осуществляется индикаторными приборами. Измерения с помощью индикаторных приборов выполняют относительным методом.

При измерениях диаметра резьбы, диаметра уплотнительных поверхностей труб и муфт, расстояния от торца муфты до упорного уступа, высоты профиля, шага резьбы индикаторный прибор настраивается на измеряемый размер по настроечному шаблону или универсальному прибору настройки НИИК 20. Отклонение от размера настройки показывает величину отклонения от номинального значения контролируемого параметра.

При контроле овальности и конусности резьбы, овальности и конусности уплотнительных поверхностей труб и муфт измерения индикаторными приборами осуществляют в различных сечениях, и разница полученных замеров будет определять величину контролируемого параметра.

При настройке индикаторных приборов с помощью универсального прибора модели НИИК 20 используется абсолютный метод измерений. При работе с прибором НИИК 21Э измерение расстояния от торца муфты до упорного уступа может осуществляться как относительным методом, так и абсолютным.

7 Требования безопасности

При выполнении измерений необходимо соблюдать следующие требования:

А) конструкция прибора должна обеспечивать безопасность сборки, эксплуатации, обслуживания и ремонта в соответствии с требованиями ГОСТ 30534;

Б) в процессе работы с прибором соблюдать осторожность, тщательно оберегая ответственные детали от ударов;

В) к выполнению измерений и обработке их результатов допускаются операторы, предварительно обученные работе с данными универсальными средствами измерения и прошедшие инструктаж по технике безопасности;

Г) дополнительные требования безопасности определены в паспорте, руководстве по эксплуатации или ТУ на прибор.

8 Условия измерений

При выполнении измерений соблюдают следующие условия:

А) контролируемая резьба должна быть тщательно очищена от стружки, масла и грязи;

Б) перед использованием прибора необходимо удалять защитную смазку, промывать нефрасом С50/170 ГОСТ 8505-80 и протирать сухой, не оставляющей ворса салфеткой;

В) перед применением прибор следует выдержать в помещении, где предполагается его работа, в течение времени, необходимым для выравнивания температуры прибора с температурой помещения;

Г) рабочая температура окружающего воздуха в помещении должна быть в пределах от +10 до +35 °С;

Д) верхнее значение относительной влажности воздуха при температуре 25°С в помещении при выполнении измерений не должно превышать 80 %;

Е) атмосферное давление в рабочем помещении должно быть в пределах от 86 до 106 кПа (от 650 до 800 мм рт. ст.).

9 Подготовка к выполнению измерений

При подготовке к выполнению измерений необходимо определить контролируемые параметры и выбрать соответствующее средство настройки: для настройки может использоваться жесткий шаблон либо универсальный прибор для линейных измерений модели НИИК 20 для настройки индикаторных приборов.

9.1 Пересчет диаметральных размеров резьбы труб (муфт) для контроля в измерительной плоскости

Контроль диаметров резьбы (внутреннего и наружного) в основной плоскости является предпочтительным, но не всегда осуществим вследствие наличия заусенцев, неполноты витков и других недостатков. Поэтому измерения рекомендуется производить в так называемой измерительной плоскости, положение которой определяется разработчиком резьбы либо соответствующим конструкторско-технологическим подразделением производителя резьбового соединения. Поскольку контролируемый параметр задается в соответствии с

нормативно-технической документацией в основной плоскости либо в плоскости торца трубы (муфты), то необходим пересчет величины контролируемого диаметра для измерительной плоскости. Формулы для пересчета с соответствующими комментариями приведены ниже.

Примечание: при проведении контроля диаметральных размеров рекомендуется переносить измерения из основной плоскости в измерительную в технологических целях; кроме того, использование измерительной плоскости при контроле диаметральных размеров широко применимо для корпоративных резьб.

9.1.1 Расчет диаметральных размеров в измерительной плоскости для трапецеидальных резьб (ОТТМ, ОТТГ, ТБО, НКМ, НКБ)

Диаметр меньшего конуса ниппельного конца трубы и диаметр меньшего конуса муфты являются основными параметрами для трапецеидальных резьб, поскольку по ним осуществляется контакт в резьбовом соединении. В связи с чем необходим и технологический, и окончательный контроль данных параметров в измерительной плоскости.

Контроль диаметра меньшего конуса ниппельного конца трубы проводится с помощью прибора НИИК 01У-02 (или НИИК 02) с роликовыми наконечниками, а контроль диаметра меньшего конуса муфты осуществим прибором НИИК 01У-01 (или НИИК 01) с наконечниками типа «сапожок».

Расчет диаметра меньшего конуса ниппельного конца трубы в измерительной плоскости осуществляется по формуле 1. Для наглядности выполняемых при пересчете геометрических действий на рисунке 1 представлен фрагмент трубы, где условно показаны основная и измерительная плоскости и пересчитываемые параметры с учетом конусности резьбы. Для удобства пользования формулой в таблице 3 приведены контролируемые диаметры трапецеидальных резьб труб и муфт в основной плоскости.

$$d_{\text{изм}} = d_{\text{вн}}^* - K \times (l^* - l_{\text{изм}}), \quad (1)$$

где $d_{\text{изм}}$ – расчетная величина диаметра меньшего конуса резьбы трубы в измерительной плоскости, мм;

$d_{\text{вн}}^*$ - диаметр меньшего конуса резьбы трубы в основной плоскости, заданный конструкторской документацией, мм;

l^* - расстояние от торца трубы до основной плоскости;

$l_{\text{изм}}$ – расстояние от базового торца до сечения, в котором осуществляются измерения, мм;

K – конусность резьбы.

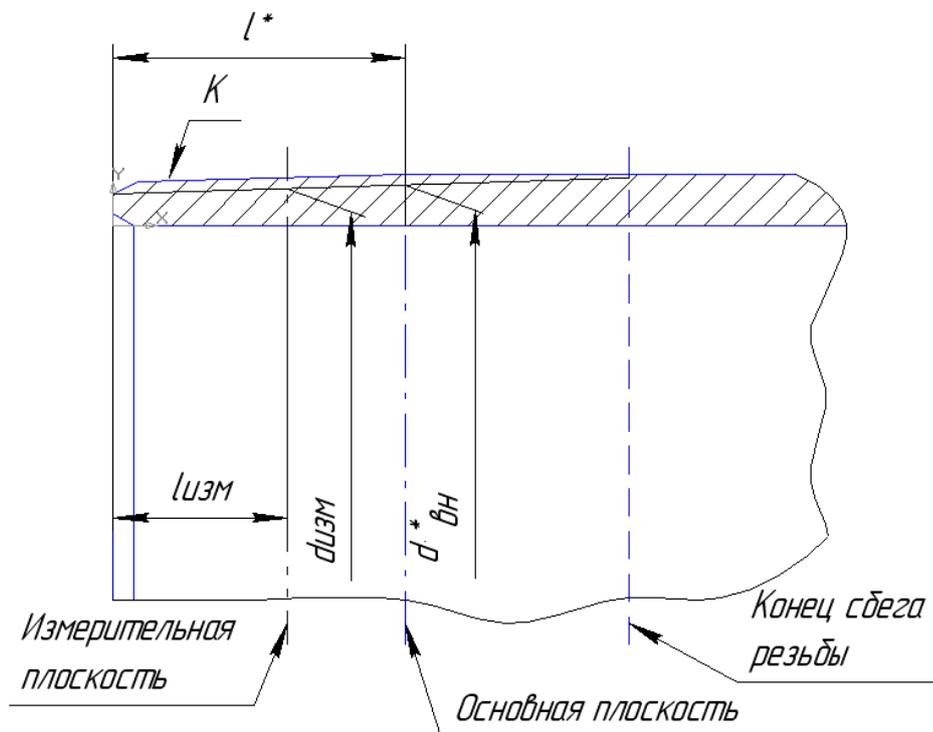


Рисунок 1 – Фрагмент трубы с трапецеидальной резьбой для расчета диаметра меньшего конуса резьбы трубы

Расчет диаметра меньшего конуса муфты в измерительной плоскости осуществляется по формуле 2. Для иллюстрации производимого расчета диаметра служит рисунок 2. Данные, необходимые при расчете приведены в таблице 3.

$$d_{\text{изм}} = d_{\text{вн}}^* + K \times (l_7^* - l_{\text{изм}}), \quad (2)$$

где $d_{\text{изм}}$ – расчетная величина диаметра меньшего конуса резьбы муфты в измерительной плоскости, мм;

$d_{\text{вн}}^*$ - диаметр меньшего конуса резьбы муфты в основной плоскости, заданный конструкторской документацией, мм;

l_7^* – расстояние от торца муфты до основной плоскости, мм;

$l_{\text{изм}}$ – расстояние от базового торца до сечения, в котором осуществляются измерения, мм;

K – конусность резьбы.

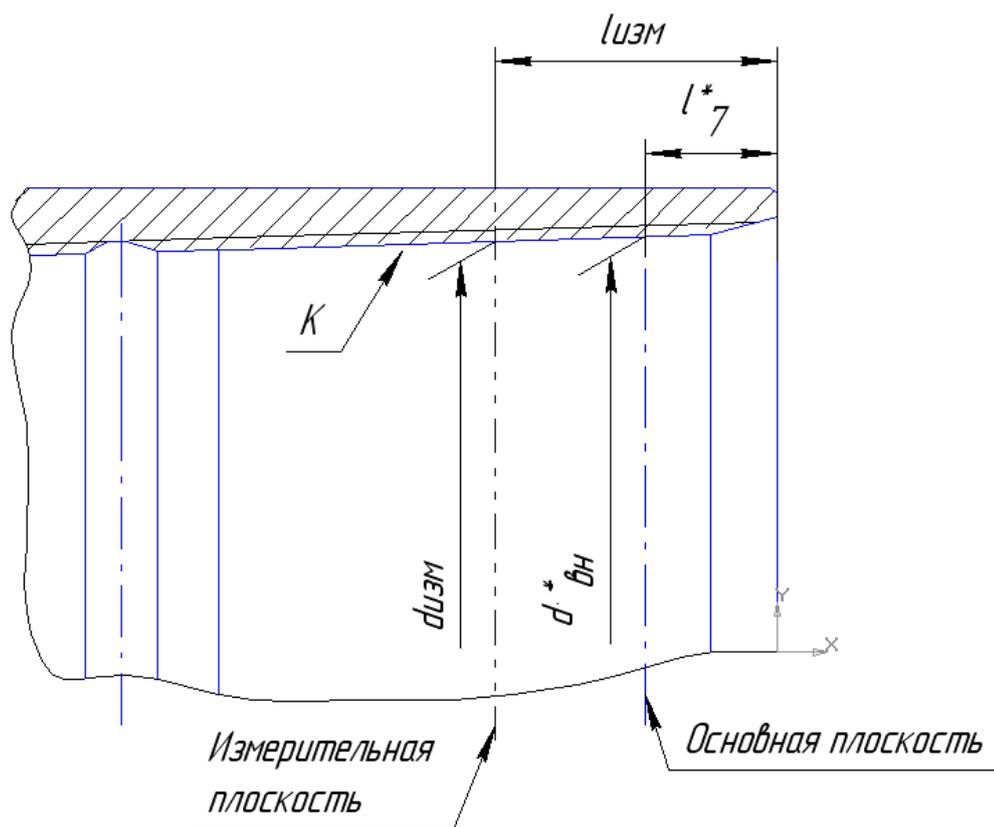


Рисунок 2 – Фрагмент муфты с трапецидальной резьбой для расчета диаметра меньшего конуса резьбы муфты

Так как для соединений с трапецидальной резьбой диаметр большего конуса резьбы трубы и диаметр большего конуса резьбы муфты не являются сопрягаемыми, то рекомендуется для данных параметров технологический контроль, проводимый в целях обеспечения стабильности процесса изготовления резьбового соединения.

При этом контроль диаметра большего конуса резьбы трубы осуществляется с применением прибора НИИК 01У-01 (или НИИК 01) с наконечниками типа «сапожок», а контроль диаметра большего конуса резьбы муфты – с помощью прибора НИИК 01У-02 (или НИИК 02) с роликовыми наконечниками.

Расчет диаметра большего конуса резьбы трубы и диаметра большего конуса резьбы муфты осуществляется по формулам 3 и 4 соответственно. В качестве иллюстраций к формулам на рисунках 3 и 4 приведены фрагменты трубы и муфты с трапецидальной резьбой. Данные, используемые при расчете диаметров, сведены в таблице 3.

$$\text{Дизм} = D^* - K \times (l^* - l_{\text{изм}}), \quad (3)$$

где Дизм – расчетная величина диаметра большего конуса резьбы трубы в измерительной плоскости, мм;

D^* - диаметр большого конуса резьбы трубы в основной плоскости, м;

l^* - расстояние от торца трубы до основной плоскости;

$l_{изм}$ – расстояние от базового торца до сечения, в котором осуществляются измерения, мм;

K – конусность резьбы.

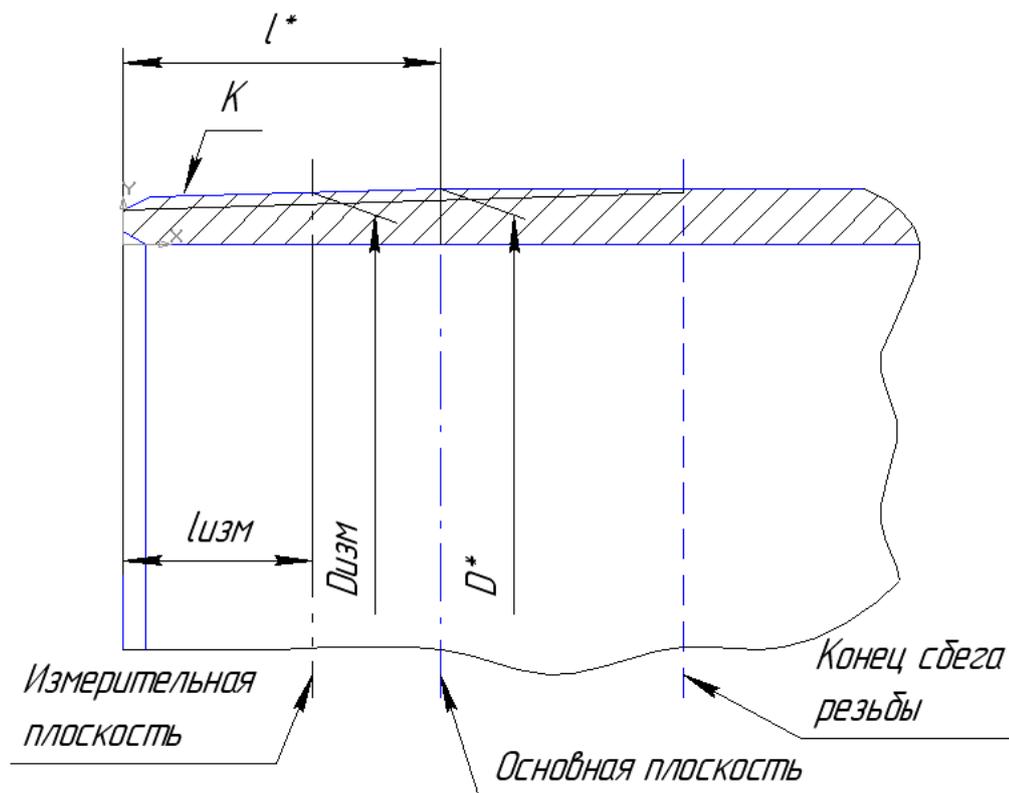


Рисунок 3 – Фрагмент трубы с трапецидальной резьбой для расчета диаметра большого конуса резьбы трубы

$$D_{изм} = D^* + K \times (l_7^* - l_{изм}), \quad (4)$$

где $D_{изм}$ – расчетная величина диаметра большого конуса резьбы муфты в измерительной плоскости, мм;

D^* - диаметр большого конуса резьбы муфты в основной плоскости, м;

l_7^* – расстояние от торца муфты до основной плоскости, мм;

$l_{изм}$ – расстояние от базового торца до сечения, в котором осуществляются измерения, мм;

K – конусность резьбы.

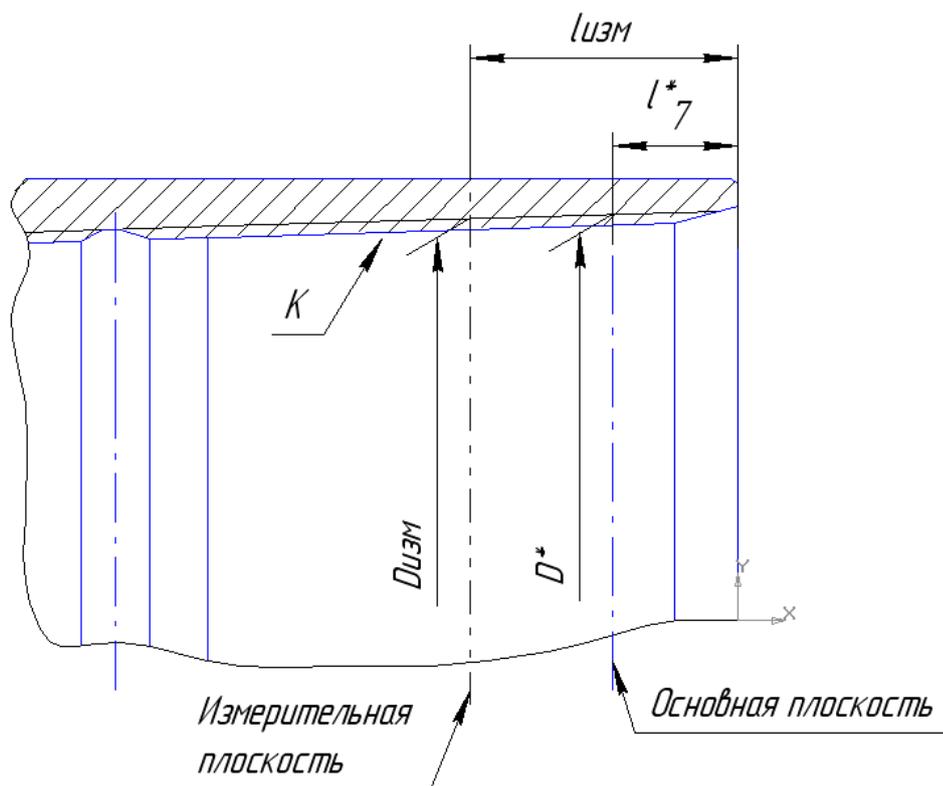


Рисунок 4 – Фрагмент муфты с трапецидальной резьбой для расчета диаметра
большого конуса резьбы муфты

Таблица 3 – Сводная таблица контролируемых диаметров трапецидальных резьб

Условный диаметр, мм	Расстояние от торца трубы (нипельного конца трубы) до основной плоскости, мм, l^*	Расстояние от торца муфты (раструбного конца трубы) до основной плоскости, мм, l^*_7	Конусность, K	Внутренний диаметр резьбы в основной плоскости, мм, $d^*_{вн}$	Наружный диаметр резьбы в основной плоскости, мм, $D^* = d^*_{вн} + 2h_1$		Диаметр уплотнительного конического пояска в плоскости торца, мм, d^*_2	Пределные отклонения, мм
					наружная резьба	внутренняя резьба		
ОТТМ – Муфтовое с трапецидальной резьбой								
114	42	18	1:16	111,100	114,300	-	+0,16	
127	44			123,800	127,000			
140	48			136,500	139,700			
146	48			142,850	146,050			
168	52			165,075	168,275			
178	56			174,600	177,800			
194	60			190,475	193,675			
219	66			215,875	219,075			
245	66			241,275	244,475			
273	66			269,850	273,050			
299	66			295,250	298,45			
324	66			320,650	323,85			
340	66			336,525	339,725			

ОТТГ (ТБО) – Муфтовое с трапецеидальной резьбой и узлом уплотнения «металл-металл» (Безмуфтовое с трапецеидальной резьбой и узлом уплотнения «металл-металл»)								
114	66			111,100	114,300	106,375		+0,16
127	68			123,800	127,000	118,950		
140	72			136,500	139,700	131,400		
146	72			142,850	146,050	137,750		
168	76			165,075	168,275	159,725		
178	80	22	1:16	174,600	177,800	169,000		
194	84			190,475	193,675	184,625		
219	90			215,875	219,075	209,650		
245	90			241,275	244,475	235,050		
273	90			269,850	273,050	263,625		
НКМ – Муфтовое с трапецеидальной резьбой и узлом уплотнения «металл-металл»								
60	45	15,6	1:12	57,925	60,325	60,525	54,175	+0,08
73	45	15,0	1:12	70,625	73,025	73,225	66,875	+0,08
89	55	14,4	1:12	86,500	88,900	89,100	81,917	+0,08
102	55	13,8	1:12	99,200	101,600	101,800	94,617	+0,08
114	66	22,0	1:16	111,100	114,300	106,375	106,375	+0,16
НКБ – Безмуфтовое с трапецеидальной резьбой и узлом уплотнения «металл-металл»								
60	54			62,267	64,667	64,867	57,167	+0,08
73	59			75,267	77,667	77,867	69,750	
89	59	13,6	1:12	91,267	93,667	93,867	85,750	
102	59			104,267	106,667	106,867	98,750	
114	59			117,267	119,667	119,867	111,750	
Примечания:								
1) h_1 – высота профиля; для ОТТМ, ОТТГ и ТБО $h_1=1,60$ мм; для НКМ с условным диаметром от 60 до 102 мм и НКБ всех диаметров $h_1=1,20$ мм (наружная резьба) и $h_1=1,30$ мм (внутренняя резьба); для НКМ с условным диаметром 114 мм $h_1=1,60$ мм.								
2) Предельные отклонения диаметральных размеров рассчитываются исходя из допуска на натяг по резьбовому калибру: допуск на натяг делится на величину конусности.								
3) Аналогично рекомендуется производить контроль диаметров трапецеидальных резьбовых соединений труб и муфт, выпускаемых по корпоративным и отраслевым стандартам и техническим условиям. Расчет положения измерительной плоскости, измеряемых и настроечных параметров производится по данным разработчика соединений.								

9.1.2 Расчет диаметральных размеров в измерительной плоскости для треугольных резьб (ОКТ, ОТУ, НКТ, НКТВ)

9.1.2.1 Расчет среднего диаметра трубы (муфты) в измерительной плоскости

Для соединений с треугольным профилем резьбы основным параметром из диаметральных размеров является средний диаметр резьбы, но для стандартных резьбовых соединений указывается как справочный размер, то можно рекомендовать проведение технологического контроля данного параметра. Контроль среднего диаметра резьбы трубы (муфты) осуществляется с помощью прибора **НИИК 00 с измерительными наконечниками со сферическим контактным элементом (диаметр сферы зависит от шага резьбы, пункт 6.5).**

Средний диаметр резьбы трубы в измерительной плоскости рассчитывается по формуле 5, которую иллюстрирует рисунок 5, средний диаметр резьбы муфты в измерительной плоскости – по формуле 6, иллюстрируемой рисунком 6. В таблице 4 приведены диаметры треугольных резьб труб и муфт, используемые для расчета в измерительной плоскости.

$$d_{\text{ср изм}} = d_{\text{ср}}^* - K \times (l^* - l_{\text{изм}}), \quad (5)$$

где $d_{\text{ср изм}}$ – расчетная величина среднего диаметра резьбы трубы в измерительной плоскости, мм;

$d_{\text{ср}}^*$ – средний диаметр резьбы трубы в основной плоскости, заданный конструкторской документацией, мм;

l^* – расстояние от торца трубы до основной плоскости, мм;

$l_{\text{изм}}$ – расстояние от базового торца трубы до сечения, в котором осуществляются измерения, мм;

K – конусность резьбы.

$$d_{\text{ср изм}} = d_{\text{ср}}^* + K \times (l_7^* - l_{\text{изм}}), \quad (6)$$

где $d_{\text{ср изм}}$ – расчетная величина среднего диаметра резьбы муфты в измерительной плоскости, мм;

$d_{\text{ср}}^*$ – средний диаметр резьбы муфты в основной плоскости, заданный конструкторской документацией, мм;

l_7^* – расстояние от торца муфты до основной плоскости, мм;

$l_{\text{изм}}$ – расстояние от базового торца муфты до сечения, в котором осуществляются измерения, мм;

K – конусность резьбы.

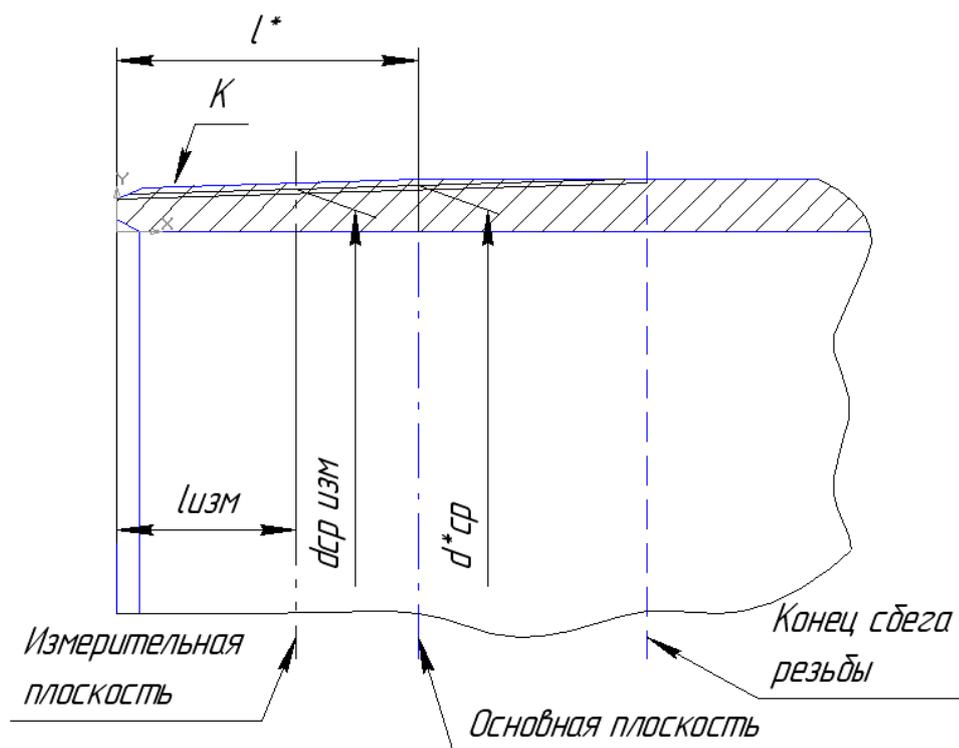


Рисунок 5 - Фрагмент трубы с треугольной резьбой для расчета среднего диаметра резьбы трубы

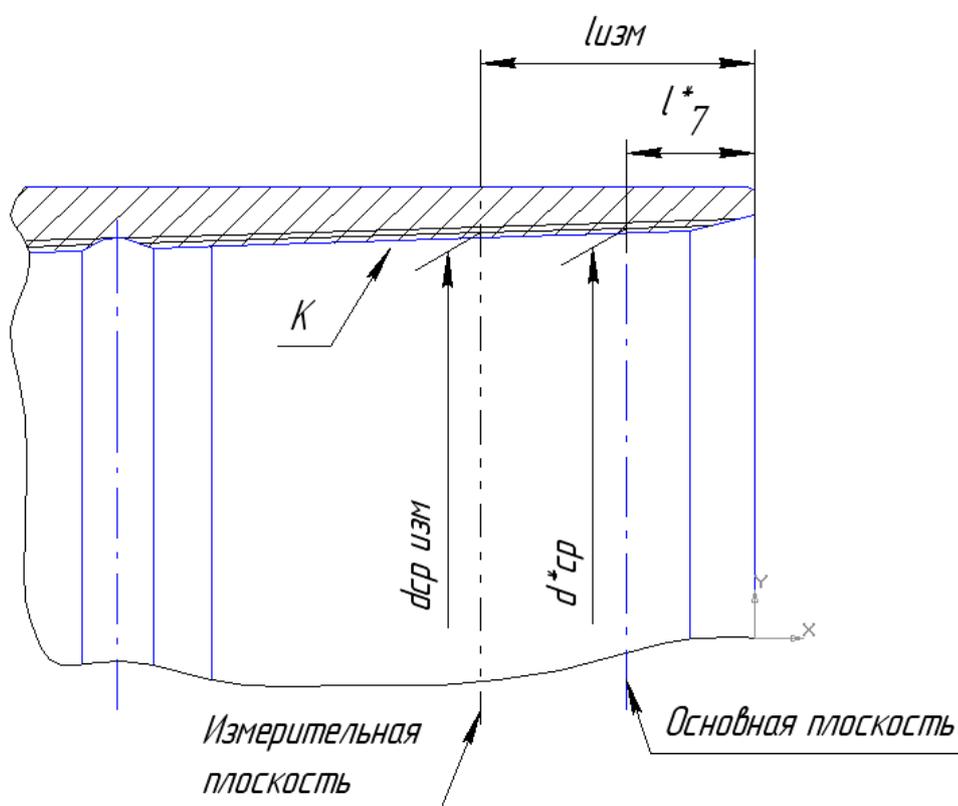


Рисунок 6 - Фрагмент муфты с треугольной резьбой для расчета среднего диаметра резьбы муфты

Таблица 4 – Сводная таблица контролируемых диаметров треугольных резьб

Условный диаметр, мм	Толщина стенки, S	Средний диаметр резьбы в основной плоскости, мм, d*cp	Расстояние от торца трубы (ниппельного конца трубы) до основной плоскости, мм, l*	Расстояние от торца муфты (раструбного конца трубы) до основной плоскости, мм, l*7	Наружный диаметр резьбы в плоскости торца трубы, мм, d*1	Конусность, К	Внутренний диаметр резьбы в плоскости и торца муфты, мм, d*3	Предельные отклонения
ОКТ – Муфтовое с короткой треугольной резьбой								
114	5,2	112,566	35,125	15,875	112,105	1:16	111,230	
114	5,7-8,6	112,566	50,625		111,136		111,230	
127	5,6	125,266	47,625		124,023		123,930	
127	6,4-9,2	125,266	54,125		123,617		123,930	
140	6,2-10,5	137,966	57,125		136,130		136,630	
146	6,5-10,7	144,316	60,125		142,292		142,980	
168	6,5-12,1	166,541	63,625		164,298		165,205	
178	5,9	176,066	44,625		175,011		174,730	
178	6,9-13,7	176,066	63,625		173,823		174,730	
194	7,6-12,7	191,941	66,625		189,511		190,512	
219	6,7	217,341	60,125		215,317		215,912	
219	7,7-14,2	217,341	69,625		214,723		215,912	
245	7,9-13,8	242,741	69,625		240,123		241,312	
273	7,1	271,316	54,125		269,667		269,887	
273	8,9-16,5	271,316	73,125		268,480		269,887	
299	8,5-14,8	296,716	73,125		293,880		295,287	
324	8,5-14,0	322,116	73,125		319,280		320,687	
340	8,4-15,4	337,991	73,125		335,155		336,562	
406	9,5-16,7	404,666	85,625		401,048		403,237	
473	11,1	471,341	85,625		467,723		469,912	
508	11,1-16,1	506,266	85,625	502,648	504,837			
ОТУ – Муфтовое с удлиненной треугольной резьбой								
114	-	112,566	60,125	15,875	110,542	1:16	111,230	
127	-	125,266	69,625		122,648		123,930	
140	-	137,966	73,125		135,130		136,630	
146	-	144,316	79,125		141,105		142,980	
168	-	166,541	82,625		163,111		165,205	
178	-	176,066	85,625		172,448		174,730	
194	-	191,941	89,125		188,105		190,512	
219	-	217,341	98,625		212,911		215,912	
245	-	242,741	104,625		237,936		241,312	
НКТ – Муфтовое с треугольной резьбой без высадки								
33	3,5	32,065	16,3	12,7	32,382	1:16	31,210	
42	3,5	40,828	19,3		40,948		39,973	
48	4,0	46,924	22,3		46,866		46,069	
60	5,0	58,989	29,3		58,494		58,134	
73	5,5; 7,0	71,689	40,3		70,506		70,834	
89	6,5	87,564	47,3		85,944		86,709	

102	6,5	99,866	49,3		98,519		98,519	
114	7,0	112,566	52,3		111,031		111,219	
НКТВ – Муфтовое с треугольной резьбой и высаженными наружу концами								
27	3,0	32,065	16,3	12,7	32,383	1:16	31,210	
33	3,5	35,970	19,3		36,100		35,115	
42	3,5	44,701	22,3		44,643		43,846	
48	4,0	51,845	24,3		51,662		50,990	
60	5,0	64,148	37,3		63,551		62,801	
73	5,5; 7,0	76,848	41,3		76,001		75,501	
89	6,5; 8,0	93,516	47,3		92,294		92,169	
102	6,5	106,216	51,3		104,744		104,869	
114	7,0	118,916	54,3		117,256		117,569	
Примечание: при проведении расчетов диаметров для технологического контроля необходимо учитывать величину припуска, удаляемого на последующих операциях обработки.								

9.1.2.2 Расчет диаметра большого конуса резьбы трубы и диаметра меньшего конуса резьбы муфты в измерительной плоскости

Поскольку для соединений с треугольной резьбой такие параметры как диаметр большого конуса резьбы трубы и диаметр меньшего конуса резьбы муфты являются вспомогательными (операционными размерами), служащими для настройки станков, то рекомендуется осуществлять измерения этих параметров в рамках технологического контроля.

Технологический контроль диаметра большого конуса резьбы трубы и диаметра меньшего конуса резьбы муфты осуществляется с помощью прибора НИИК 01У-01 (или НИИК 01) с наконечниками типа «сапожок».

Диаметр большого конуса резьбы трубы в измерительной плоскости рассчитывается по формуле 7 в соответствии с рисунком 7, диаметр меньшего конуса резьбы муфты в измерительной плоскости – по формуле 8 и рисунку 8. Данные для расчета приведены в таблице 4.

$$\text{Дизм} = d^*_1 + K \times I \text{ изм}, \quad (7)$$

где Дизм – расчетная величина диаметра большого конуса резьбы трубы в измерительной плоскости, мм;

d^*_1 - диаметр большого конуса резьбы в плоскости торца трубы, м;

$I \text{ изм}$ – расстояние от базового торца до сечения, в котором осуществляются измерения, мм;

K – конусность резьбы.

$$\text{дизм} = d^*_3 - K \times I \text{ изм}, \quad (8)$$

где $d_{изм}$ – расчетная величина диаметра меньшего конуса резьбы муфты в измерительной плоскости, мм;

d^*_3 - внутренний диаметр резьбы в плоскости торца муфты, заданный конструкторской документацией, мм;

$l_{изм}$ – расстояние от базового торца до сечения, в котором осуществляются измерения, мм;

K – конусность резьбы.

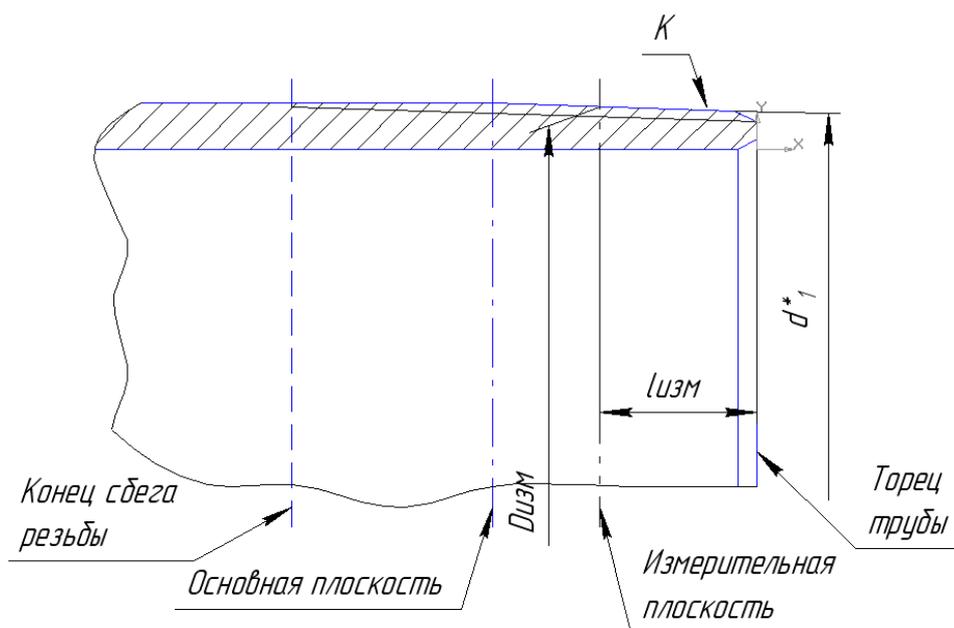


Рисунок 7 – Фрагмент трубы с треугольной резьбой для расчета диаметра большего конуса резьбы трубы

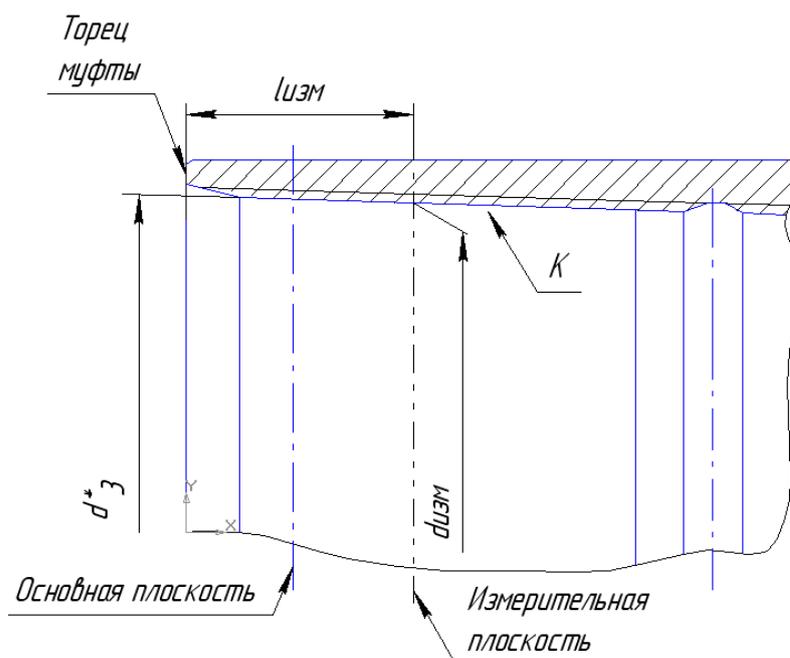


Рисунок 8 – Фрагмент муфты с треугольной резьбой для расчета диаметра меньшего конуса резьбы муфты

9.1.3 Расчет диаметра уплотнительного конического пояска в измерительной плоскости

В соответствии с нормативно – технической документацией диаметр уплотнительной конической расточки задается в расчетной плоскости. В то время как диаметр уплотнительного конического пояска определяется в плоскости торца трубы, на практике измерение диаметра уплотнительного пояска в плоскости торца не возможно, поэтому измерения осуществляются в измерительной плоскости уплотнительного пояска.

Диаметр уплотнительного пояска в измерительной плоскости уплотнительного пояска рассчитывается по формуле 9 в соответствии с рисунком 9. Данные, необходимые для расчета представлены в таблице 3.

$$d^*_{\text{упл изм}} = d^*_2 + K \times l_{\text{упл изм}}, \quad (9)$$

где $d^*_{\text{упл изм}}$ – расчетная величина диаметра уплотнительного пояска в измерительной плоскости уплотнительного пояска, мм;

d^*_2 - диаметр уплотнительного пояска в плоскости торца трубы, заданный конструкторской документацией, мм;

$l_{\text{упл изм}}$ – расстояние от базового торца до сечения, в котором осуществляются измерения, мм;

K – конусность уплотнительного пояска.

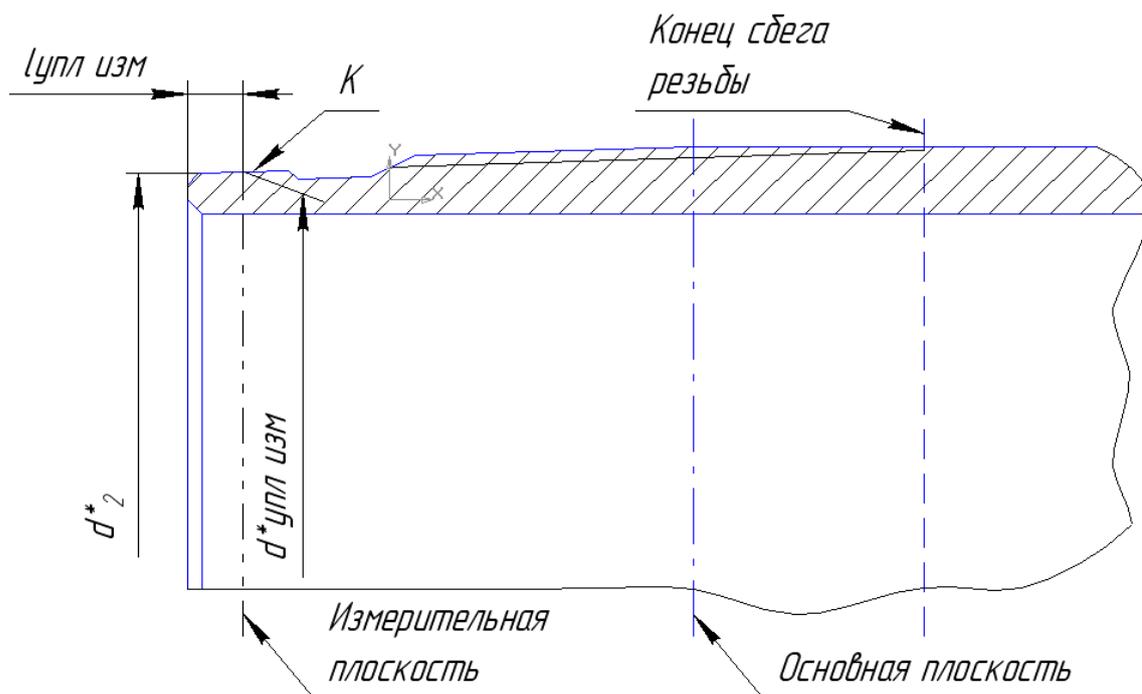


Рисунок 9 – Фрагмент трубы с уплотнительным пояском для расчета диаметра уплотнительного пояска в измерительной плоскости

9.2 Особенности конструкции и общий вид нерегулируемых настроечных шаблонов

Настройка индикаторного прибора на конкретный проверяемый размер необходима при контроле диаметров резьбы, диаметров уплотнительных поверхностей, высоты профиля резьбы и шага резьбы, поскольку при измерении данных параметров используется метод сравнения с мерой.

Общие виды нерегулируемых настроечных шаблонов приведены в приложении Р.

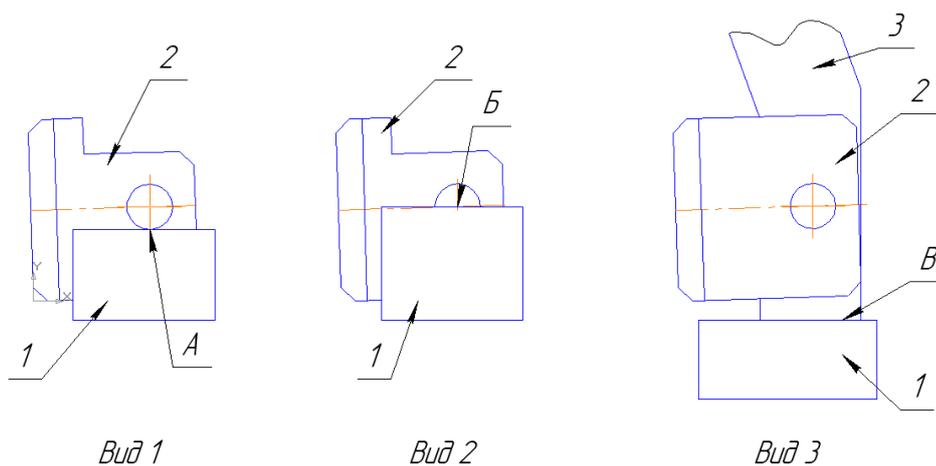
Конструкция нерегулируемых настроечных шаблонов должна отвечать следующим принципам:

- обеспечение минимальной погрешности измерения;
- технологичность конструкции;
- единство настроечных и измерительных баз.

9.2.1 Особенности конструкции и методика расчета исполнительных размеров нерегулируемых настроечных шаблонов для прибора НИИК 01У-01 (или НИИК 01)

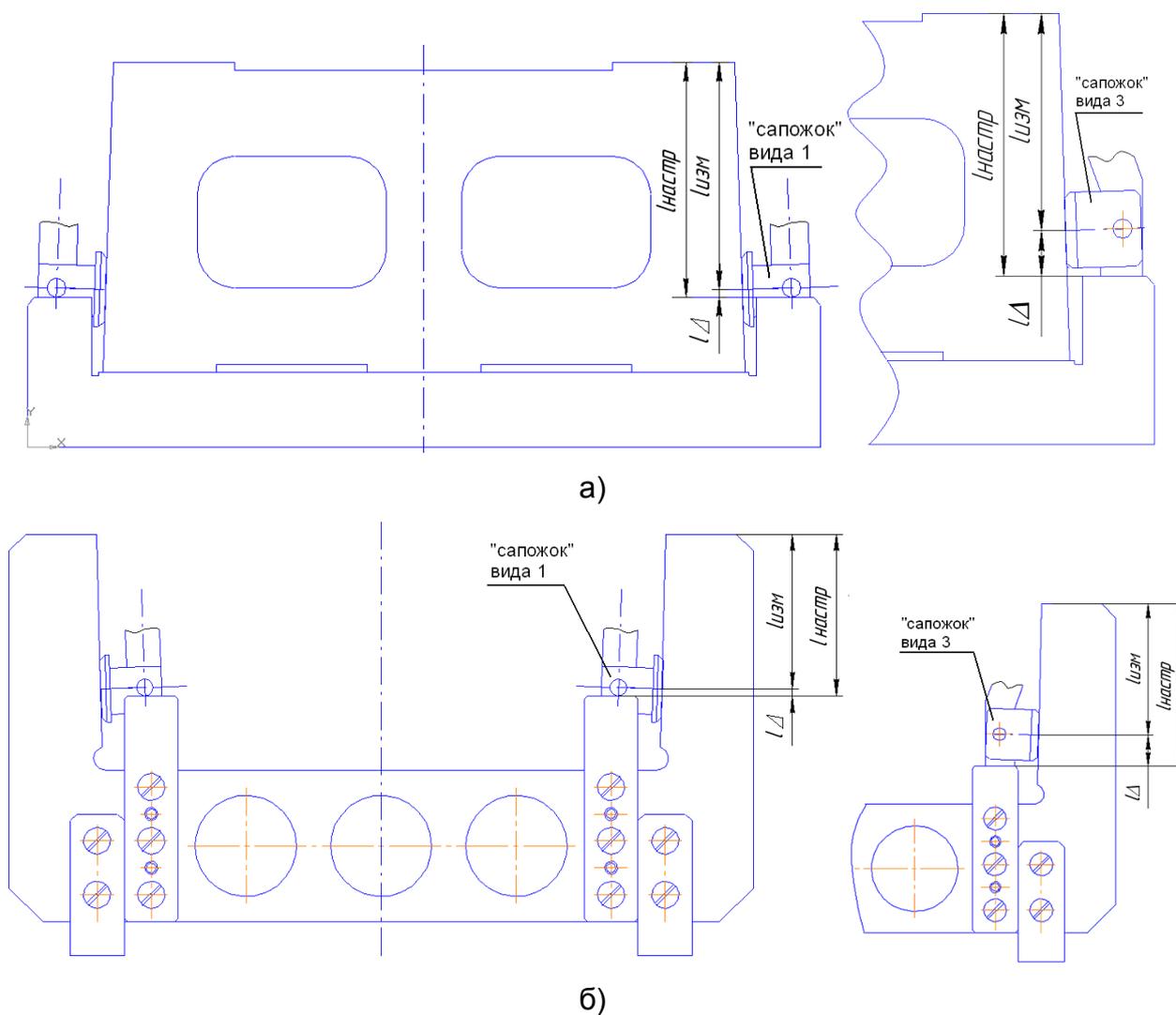
Измерительные наконечники прибора НИИК 01У-01 (или НИИК 01) – «сапожки» являются самоустанавливающимися. Контроль диаметра осуществляется центральной точкой плоской контактной поверхности «сапожка». Настройка прибора НИИК 01У-01 (НИИК 01) для контроля наружного диаметра резьбы трубы осуществляется по настроечному шаблону НИИК 01У.хх.ххх. (или НИИК 07, НИИК 07-01) в соответствии с чертежной документацией ЗАО «ЧелябНИИконтроль» или другого производителя шаблонов. В зависимости от конструкции измерительных наконечников и даты выпуска прибора в качестве базы при настройке по шаблону могут использоваться различные опорные поверхности и точки (рисунок 10): вид 1 – точка касания наружной поверхности оси «сапожка» - точка А (2005 года выпуска); вид 2 – лыска на оси сапожка – плоскость Б (2004 года выпуска); вид 3 – штанга прибора – плоскость В (с 2006 года выпуска по настоящее время).

В зависимости от модификации «сапожка» настроечный размер $I_{настр}$ для шаблонов (рисунок 11) будет иметь различные значения. Формулы для расчета настроечного размера для различных модификаций наконечников и соответствующие пояснения будут приведены ниже.



1 – опорная часть эталона; 2 – измерительный наконечник типа «сапожок»;
3 – штанга прибора НИИК 01У-01 (НИИК 01).

Рисунок 10 – Модификации измерительных наконечников типа «сапожок»



а) – шаблон для настройки на диаметральный размер большего конуса трубы; б) – шаблон для настройки на диаметральный размер меньшего конуса муфты.

Рисунок 11 – Общий вид шаблонов для прибора НИИК 01У-01 (или НИИК 01)

9.2.1.1 Определение настроечного размера для наконечника типа «сапожок» вида 1

На рисунке 12 приведена схема, поясняющая расчет настроечного размера (исполнительного размера) шаблонов для наконечника типа «сапожок» вида 1.

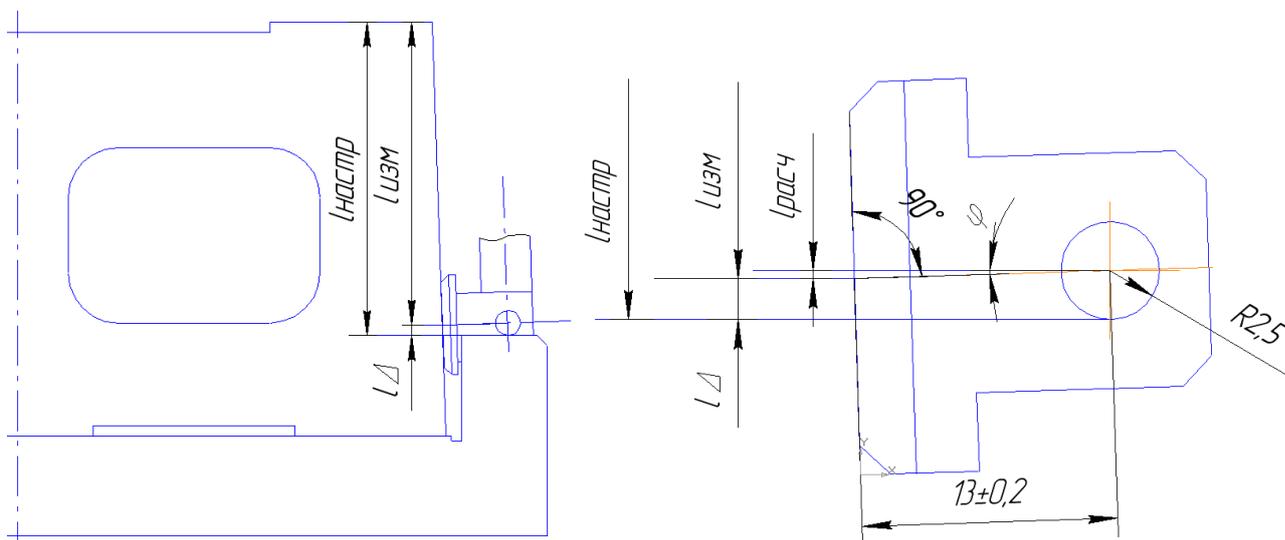


Рисунок 12 – Схема определения настроечного размера шаблонов для наконечника типа «сапожок» вида 1

Таким образом, в соответствии со схемой произведем расчет настроечного размера (вылета наконечников) – $l_{настр}$.

$$l_{расч} = 13 \times \operatorname{tg} \varphi = 13 \times (K/2)$$

$$l_{\Delta} = R_{2,5} - l_{расч} = 2,5 - 13 \times \operatorname{tg} \varphi$$

$$l_{настр} = l_{изм} + l_{\Delta} = l_{изм} + (2,5 - 13 \times \operatorname{tg} \varphi)$$

$$\text{То есть } l_{настр} = l_{изм} + (2,5 - 13 \times \operatorname{tg} \varphi) \text{ или } l_{настр} = l_{изм} + [2,5 - 13 \times (K/2)],$$

где $l_{настр}$ – настроечный размер эталона, мм;

$l_{изм}$ – контролируемый параметр (расстояние от торца трубы или муфты до измерительной плоскости), мм;

φ – угол наклона резьбы, °;

K – конусность резьбы.

9.2.1.2 Определение настроечного размера для наконечника типа «сапожок» вида 2

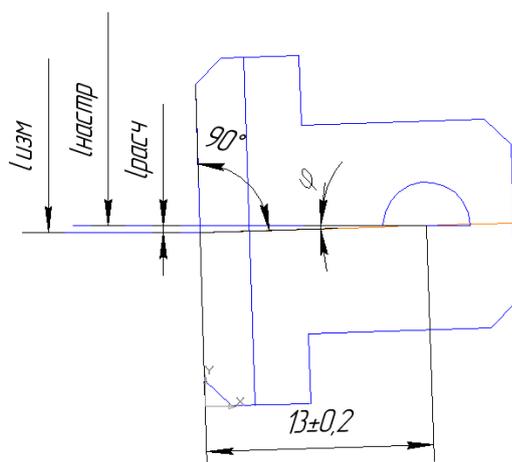


Рисунок 13 – Схема определения настроечного размера для эталонов для наконечника типа «сапожок» вида 2

В соответствии со схемой на рисунке 13 настроечный размер шаблона для наконечника типа «сапожок» вида 2 будет иметь вид:

$$l_{настр} = l_{изм} - l_{расч} = l_{изм} - 13 \times \operatorname{tg} \varphi = l_{изм} - 13 \times (K/2)$$

9.2.1.3 Определение настроечного размера для наконечника типа «сапожок» вида 3

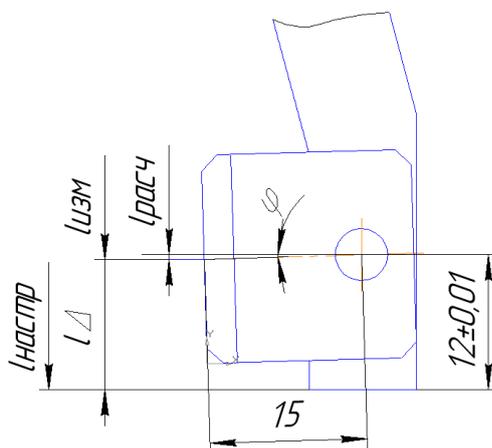


Рисунок 14 – Схема определения настроечного размера шаблонов для наконечника типа «сапожок» вида 3

В соответствии со схемой на рисунке 14 настроечный размер шаблона для наконечника типа «сапожок» вида 3 будет иметь вид:

$$l_{расч} = 15 \times \operatorname{tg} \varphi = 15 \times (K/2)$$

$$l_{настр} = 12 - l_{расч} = 12 - 15 \times \operatorname{tg} \varphi$$

$$l_{\text{настр}} = l_{\text{изм}} + \Delta = l_{\text{изм}} + (12 - 15 \times \text{tg } \varphi)$$

$$\text{То есть } l_{\text{настр}} = l_{\text{изм}} + (12 - 15 \times \text{tg } \varphi) \text{ или } l_{\text{настр}} = l_{\text{изм}} + [12 - 15 \times (K/2)],$$

9.2.2 Особенности конструкции и методика расчета исполнительных размеров нерегулируемых настроечных шаблонов для прибора НИИК 01У-02 (или НИИК 02)

Прибор НИИК 01У-02 (или НИИК 02) оснащен роликовыми наконечниками и настраивается по шаблону НИИК 01У.хх.ххх (или НИИК 08, НИИК 08-01, НИИК 01У.10.000) в соответствии с чертежной документацией. В зависимости от конструкции измерительных наконечников и даты выпуска прибора в качестве базы при настройке по эталону могут использоваться различные опорные поверхности (рисунок 15): вид 1 – поверхность первого витка – плоскость 1 (2005 года выпуска); вид 2 – поверхность последнего витка – плоскость 2 (2006 года выпуска); вид 3 – поверхность последнего витка – плоскость 3 (с 2006 года выпуска по настоящее время).

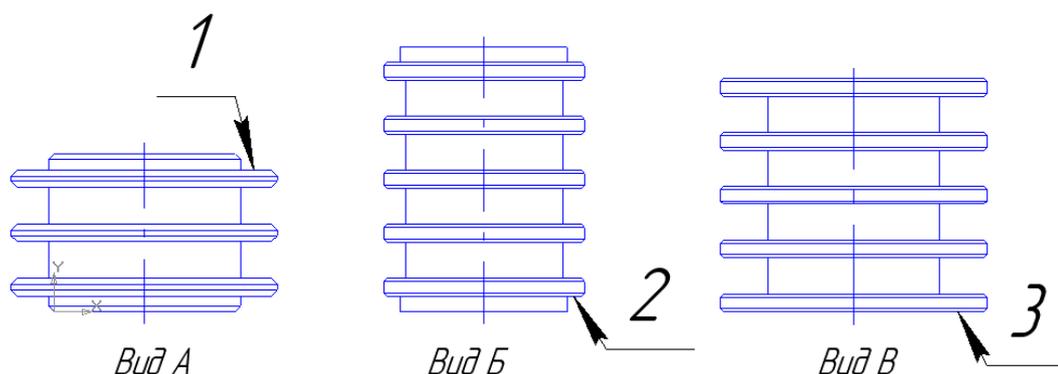


Рисунок 15 – Модификации измерительных роликовых наконечников

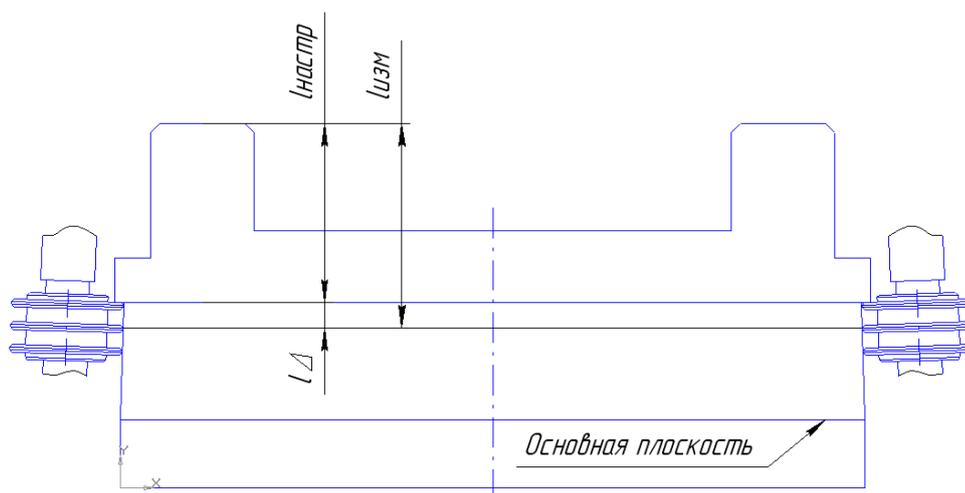
В зависимости от того, какой точкой ролика осуществляется контроль диаметра, делается вывод о необходимости расчета настроечного размера.

Так, в случае использования ролика вида А, когда контроль диаметра осуществляется средней точкой среднего витка, необходим расчет настроечного размера для шаблонов НИИК08 и НИИК 08-01 (рисунок 16 а, б). В соответствии со схемой на рисунке 17 настроечный размер шаблона для роликового наконечника вида А будет иметь вид:

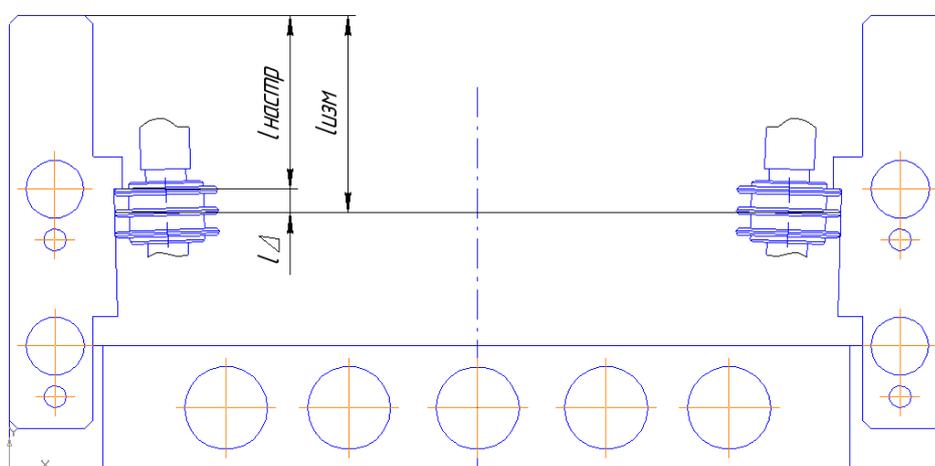
$$\Delta = 5,95 \times \cos \varphi$$

$$l_{\text{настр}} = l_{\text{изм}} - \Delta = l_{\text{изм}} - 5,95 \times \cos \varphi$$

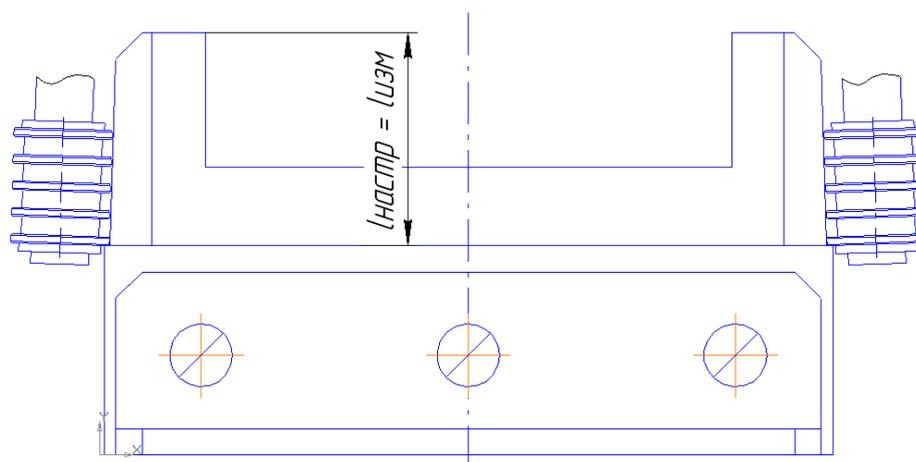
$$\text{То есть } l_{\text{настр}} = l_{\text{изм}} - 5,95 \times \cos \varphi$$



а)



б)



в)

а) – НИИК 08-01; б) – НИИК 08; в) - НИИК 01У.10.000

Рисунок 16 - Общие виды эталонов для прибора НИИК 01У-02 (или НИИК 02)

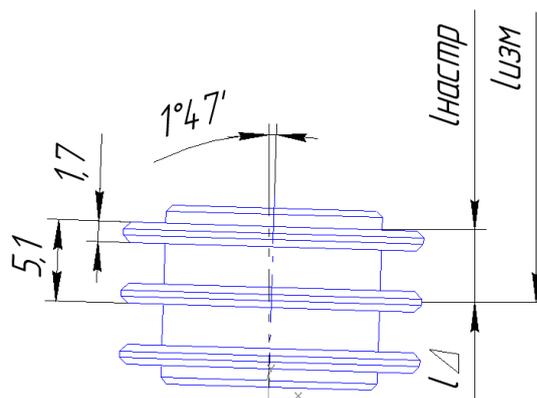


Рисунок 17 – Схема определения настроечного размера шаблонов для роликового наконечника вида А

При использовании роликов вида Б или В и при осуществлении контроля диаметра точкой последнего витка расчет настроечного размера для шаблонов НИИК 01У.10.000 не требуется, поскольку в данном случае настроечным размером будет величина расстояния от базового торца до сечения в котором производятся измерения: $I_{настр} = I_{изм}$. (рисунок 16 в).

9.3 Особенности конструкции и общий вид универсального прибора модели НИИК 20 для настройки индикаторных приборов

Прибор универсальный линейных измерений модели НИИК 20 в базовом исполнении предназначен для координатных измерений линейных размеров (длин, диаметров и т.д.).

При наличии соответствующих наладок и оснастки (настроечные шаблоны, стойки, установочные меры, столики и т.д.) прибор используется для настройки универсальных и специальных индикаторных приборов, предназначенных для контроля геометрических параметров резьбовых и уплотнительных поверхностей труб и муфт нефтегазового сортамента.

Общий вид, конструкция, технические характеристики прибора модели НИИК 20 приведены в приложении П. Также в приложении П представлены рисунки с изображениями настройки приборов (НИИК 01У, НИИК 01, НИИК 02, НИИК 03, НИИК 04, НИИК 15, НИИК 16) с помощью универсального прибора НИИК 20.

Настройка индикаторных приборов для контроля диаметров резьбы трубы (муфты) с помощью НИИК 20 осуществляется в соответствии со схемами, приведенными на рисунках 18 и 19. На рисунках 20 и 21 представлены схемы для

настройки индикаторных приборов по контролю диаметров уплотнительных поверхностей труб и муфт с помощью НИИК 20.

В соответствии со схемами на данных рисунках настроечный диаметральный размер имеет следующие составляющие:

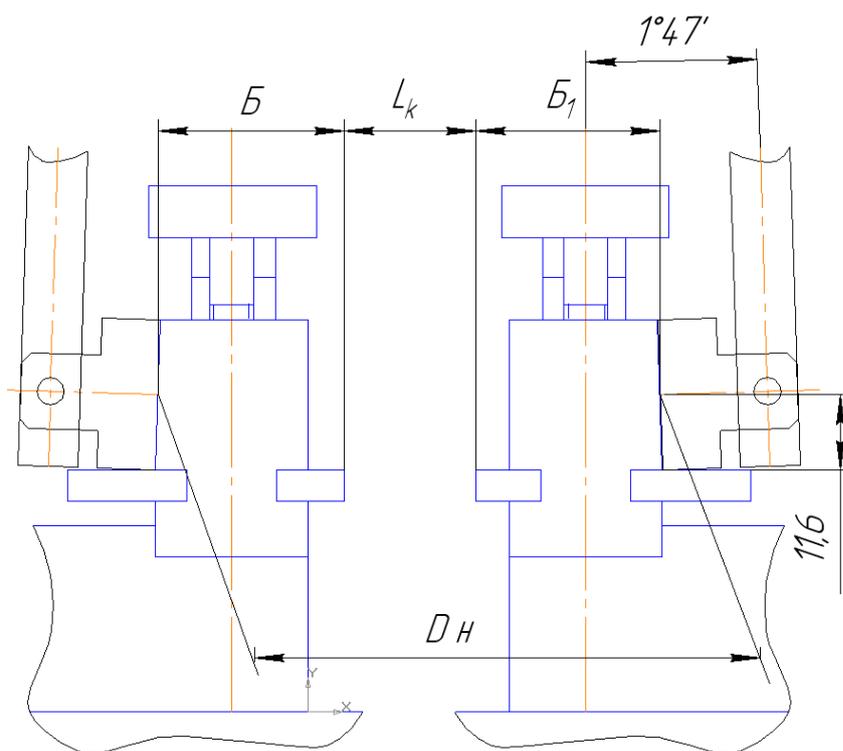
$$d_n (d_n \text{ упл}) = A + L_k + A_1,$$

$$D_n (D_n \text{ упл}) = B + L_k + B_1,$$

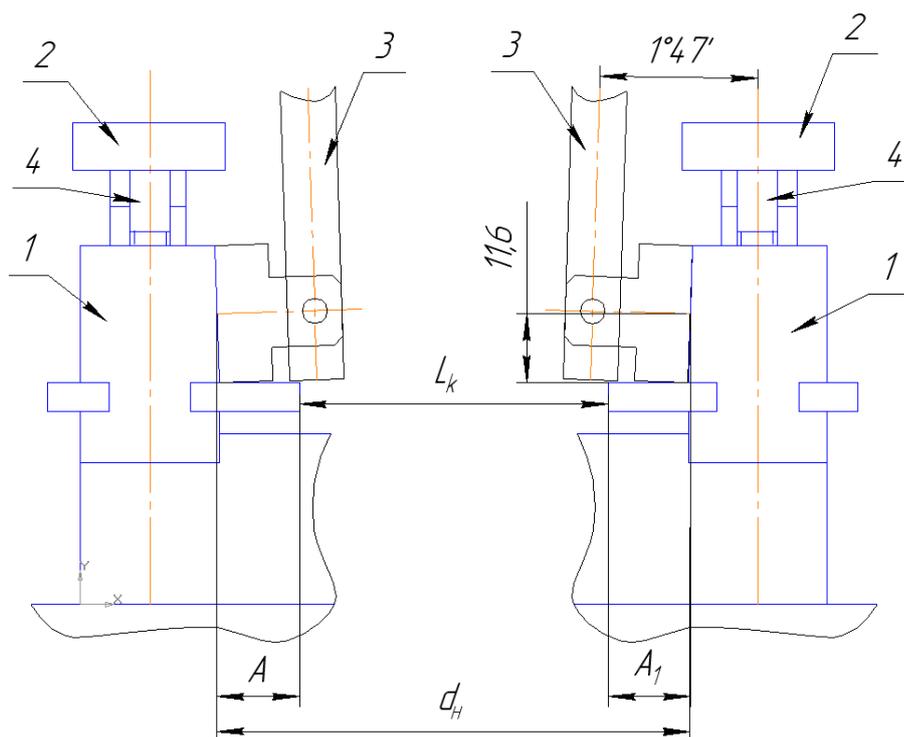
где D_n , $D_n \text{ упл}$, d_n , $d_n \text{ упл}$ – диаметры настройки;

A , A_1 , B , B_1 – аттестованные размеры настроечных шаблонов;

L_k – расчетный размер, выставляемый с помощью устройства цифровой индикации.



а)

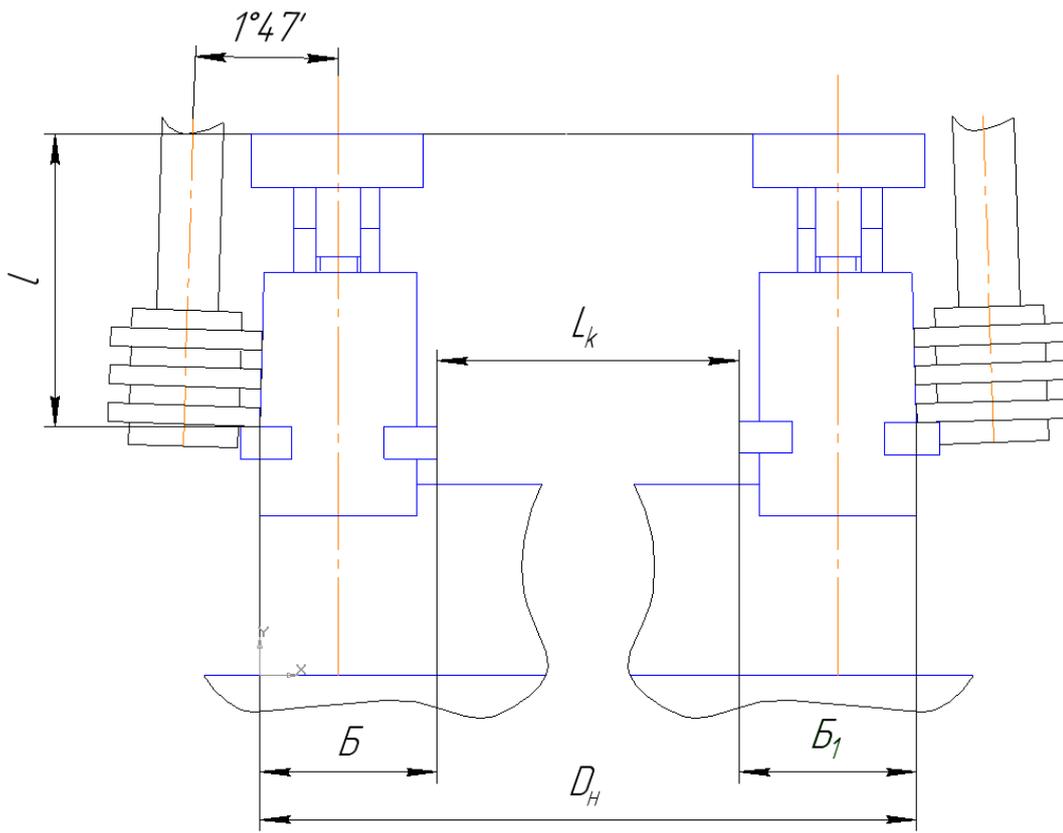


б)

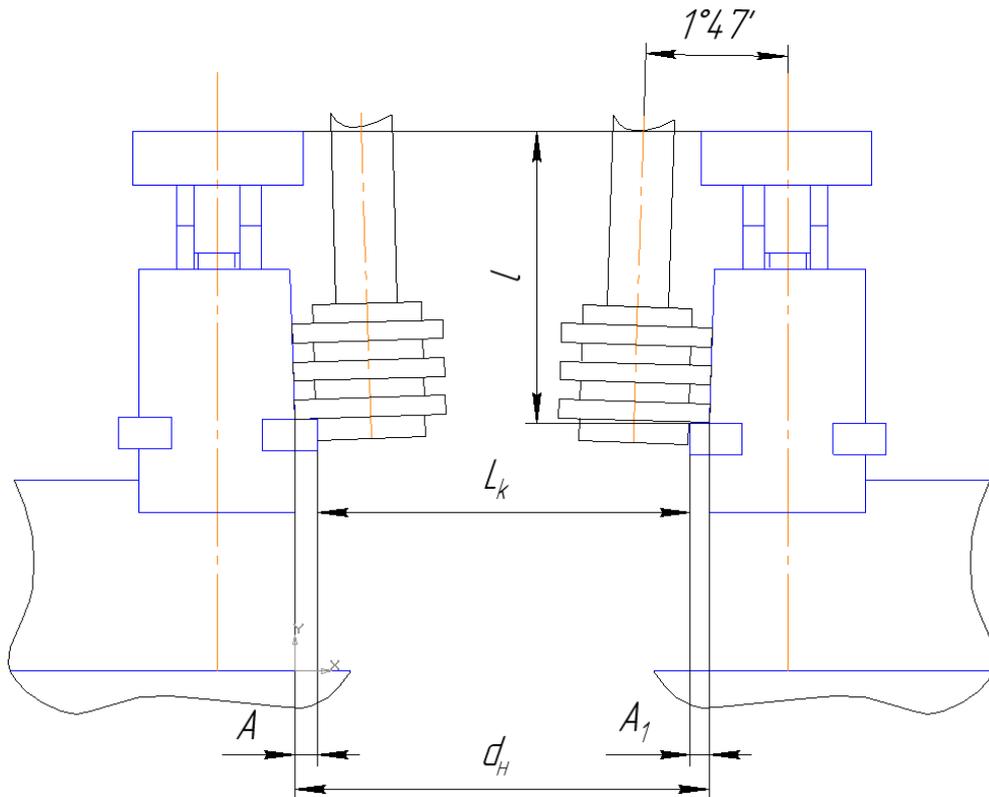
а) – схема при настройке на диаметр большого конуса резьбы трубы; б) – схема при настройке на диаметр меньшего конуса резьбы муфты.

1 – сменные шаблоны; 2 – прижимная планка; 3 – штанги настраиваемого индикаторного прибора; 4 – набор концевых мер длины.

Рисунок 18 – Схемы настройки индикаторного прибора НИИК 01У-01 (или НИИК 01) с помощью НИИК 20



а)



а) – схема при настройке на диаметр меньшего конуса резьбы трубы; б) – схема при настройке на диаметр большего конуса резьбы муфты.

Рисунок 19 – Схемы настройки индикаторного прибора НИИК 01У-02 (или НИИК 02) с помощью НИИК 20

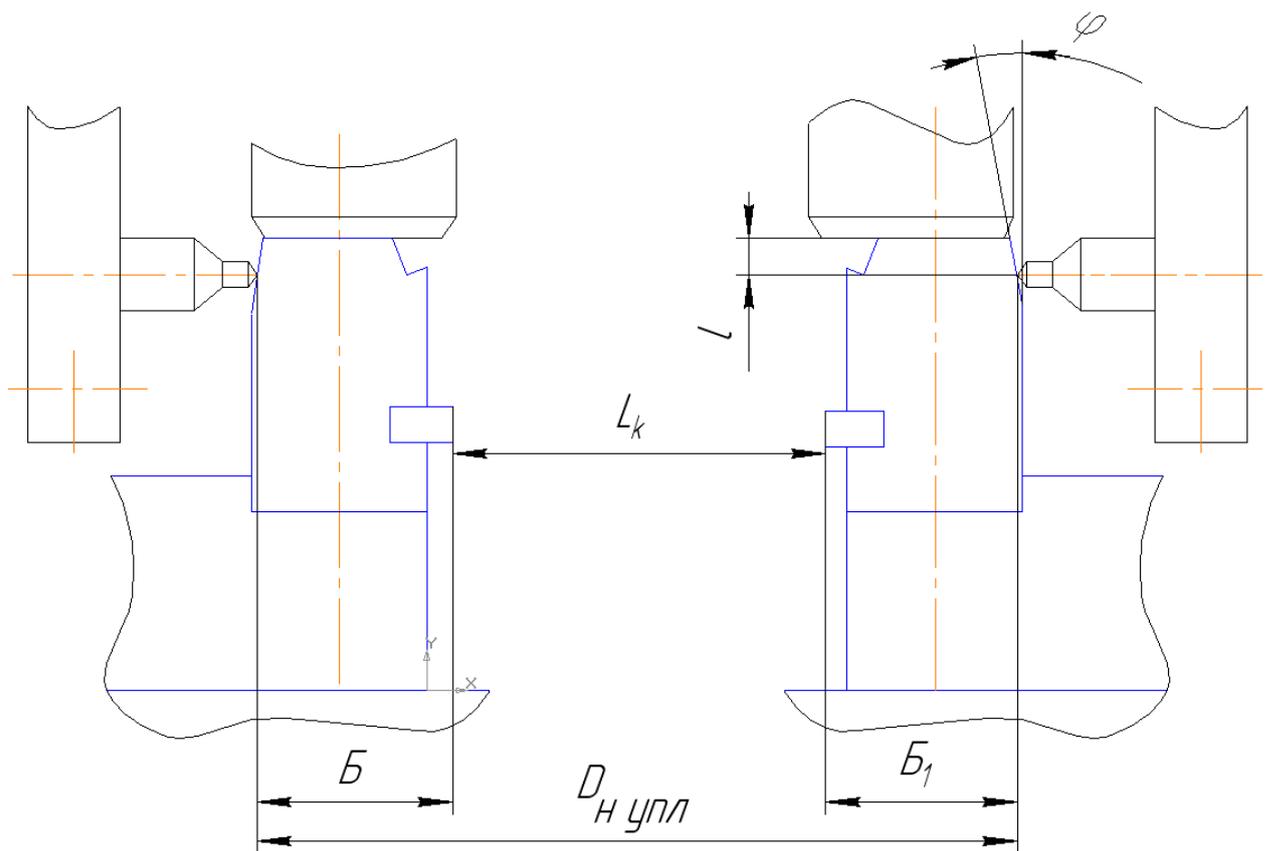


Рисунок 20 – Схема настройки на диаметр уплотнительного пояса трубы
(НИИК 03, НИИК 15) с помощью НИИК 20

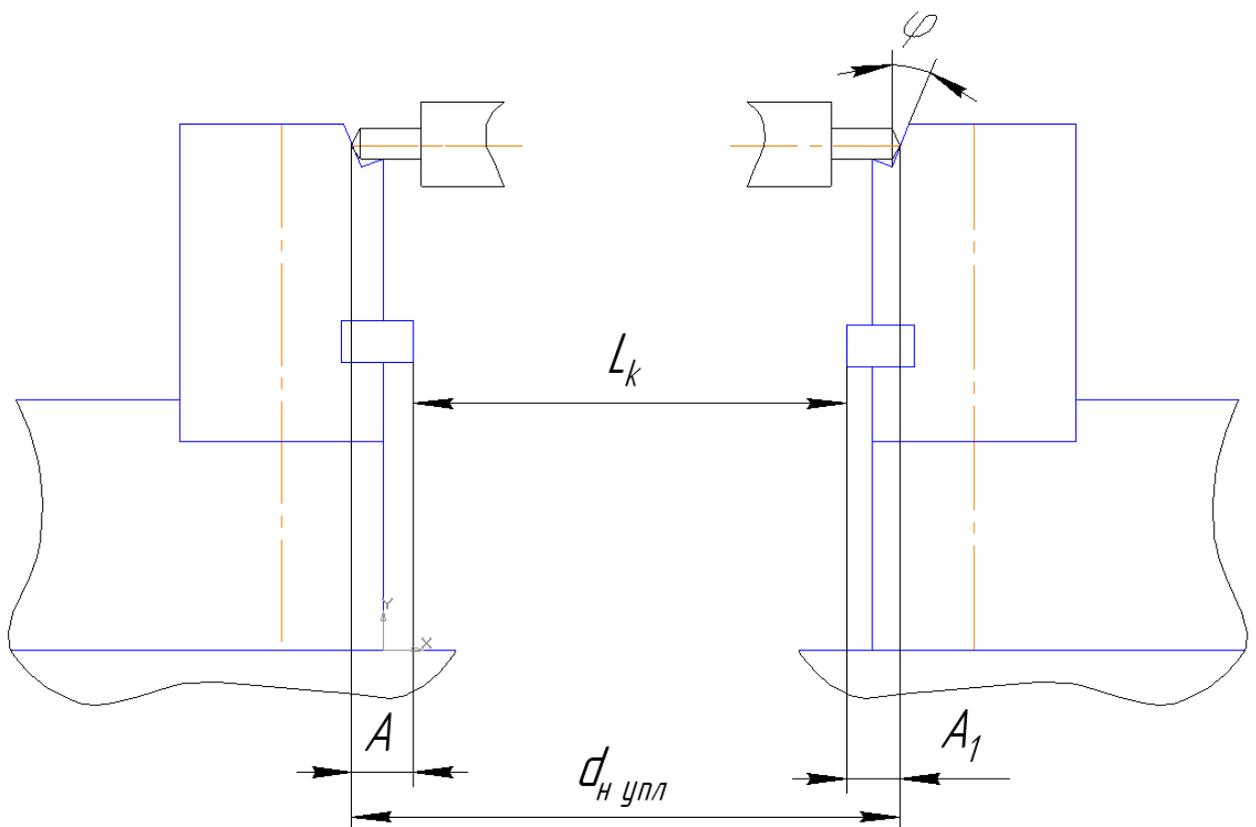


Рисунок 21 – Схема настройки на диаметр уплотнительной расточки муфты
(НИИК 04, НИИК 16) с помощью НИИК 20

9.4 Настройка универсального прибора модели НИИК 20

При подготовке к работе универсального прибора модели НИИК 20 необходимо выполнить ряд последовательных действий:

А) когда контроль диаметрального размера осуществляется на расстоянии от торца трубы (муфты) $l_{изм}$, то настройка на размер $l_{изм}$ проводится подбором набора концевых мер длины с учетом высоты прижимной планки (см. Приложение П, рисунок П2);

Б) кроме того, необходимо подобрать настроечные шаблоны, повторяющие контур контролируемой трубы (муфты) (см. рисунок 18, 19, 20, 21), и закрепить их на привалочные плоскости бабок (на них устанавливаются подобранные наборы концевых мер с прижимной планкой и подпружиненными винтами);

В) вручную подводится подвижная бабка к неподвижной с зазором 1-3 мм между поверхностями шаблонов и фиксируется крепежным винтом;

Г) при включенном устройстве цифровой индикации с помощью фрикционного устройства микрометрической головки шаблоны сводятся до касания поверхностей А (см. рисунок П2) и показание на табло устройства цифровой индикации обнуляется;

Д) необходимо освободить подвижную бабку и переместить ее вручную на величину большую на 1-3 мм размера L_k , рассчитываемого в соответствии с пунктом 9.3 и рисунками 18, 19, 20, 21;

Е) винтом фиксируется положение подвижной бабки, а микрометрическим винтом устанавливается точный расчетный размер.

9.5 Рекомендуемые диаметры сферических контактных элементов измерительных наконечников

Измерительные наконечники со сферическим контактным элементом используются в основном в индикаторных приборах для измерения конусности и шага резьбы. Диаметры сферических контактных элементов измерительных наконечников зависят от формы профиля (треугольный или трапецеидальный) и шага резьбы.

Применение для контроля треугольных резьб измерительных наконечников с диаметром сферической контактной поверхности d_n , рассчитываемым по формуле 10, является предпочтительным, поскольку в процессе измерения резьбы они

обеспечивают касание сферической поверхности с профилем резьбы по среднему диаметру (рисунок 22а). Но если невозможно применение наконечников с предпочтительным диаметром сферической контактной поверхности, то возможен выбор диаметра из рекомендуемого интервала от $d_{n \min}$ до $d_{n \max}$ ($d_{n \min}=0,5052 \cdot P$; $d_{n \max}=1,2 \cdot d_n$).

$$d_n = \frac{P}{2 \cdot \cos \alpha / 2}, \quad (10)$$

где d_n – предпочтительный диаметр сферических контактных элементов измерительных наконечников;

P – шаг резьбы;

α – угол профиля резьбы.

Для трапецеидальной резьбы рекомендуемый интервал сферических контактных поверхностей измерительных наконечников определяется исходя из условия свободного расположения сферической части наконечника во впадине профиля при касании по диаметру меньшего конуса трубы (либо диаметру большего конуса муфты) и боковой стороны профиля, при этом другой стороны профиля наконечник касаться не должен (рисунок 22б).

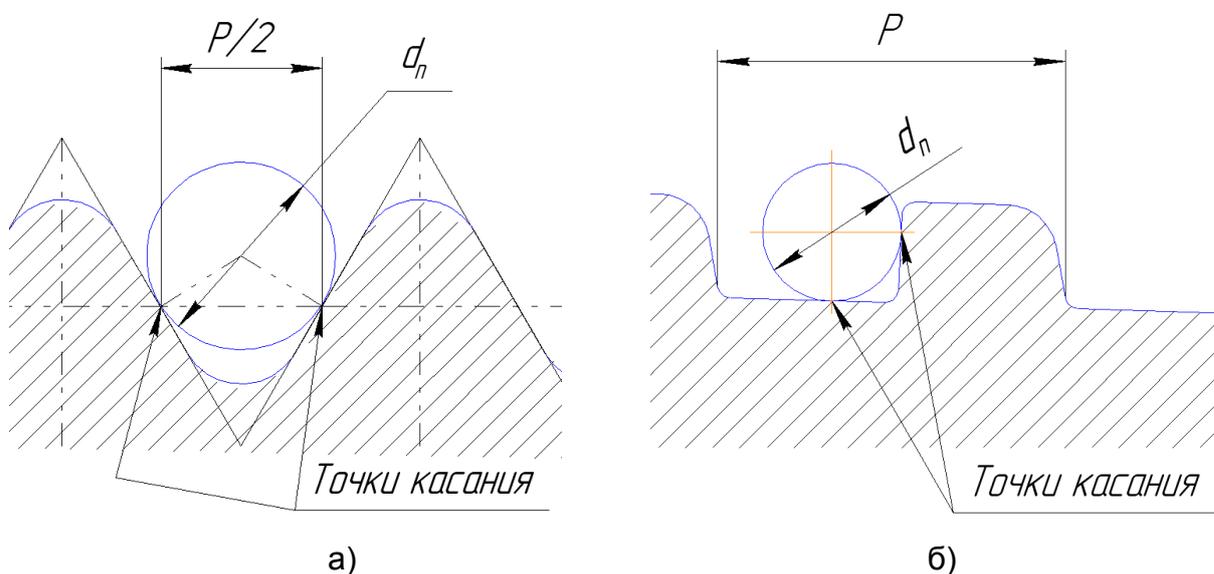


Рисунок 22 – Размещение сферической части наконечника во впадине профиля

Значения предпочтительных и рекомендуемых диаметров сферических контактных поверхностей измерительных наконечников представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Предпочтительные и рекомендуемые диаметры сферических контактных поверхностей измерительных наконечников

Тип резьбы	Шаг резьбы, мм	d_n , мм (предпочтительные)	$d_{n \min} - d_{n \max}$, мм (рекомендуемые)
ОКТ, ОТУ	3,175	1,833	1,604-2,200
ОТТГ, ОТТМ, ОГ	5,08	-	1,833-2,173
НКТ, НКТВ	2,540	1,466	1,283-1,759
НКТ, НКТВ	3,175	1,833	1,604-2,200
НКМ	4,233	-	1,432-1,732
НКМ	5,08	-	1,833-2,173

9.6 Визуальный контроль

Контролируемая резьба не должна иметь видимых несовершенств любого вида (царапины, риски, забоины, заусенцы), нарушающих ее непрерывность, в пределах длины резьбы с полным профилем. На резьбовых поверхностях не должно быть продуктов коррозии. Поверхность уплотнений не должна иметь дефектов, которые могли бы вызвать повреждение сопряженной поверхности при затяжке.

Другие требования, предъявляемые к продукции при визуальном контроле, по API Spec 5B и корпоративным стандартам.

10 Выполнение измерений

10.1 Определение диаметра и овальности резьбы

Контроль диаметров резьбы трубы (муфты) осуществляется с помощью индикаторных приборов НИИК 01У, НИИК 01, НИИК 02 (Приложения А, Б, В). Настройка индикаторных приборов при измерении может проводиться двумя способами:

- по нерегулируемым настроечным шаблонам;
- с помощью универсального настроечного прибора модели НИИК 20.

Настроечные размеры рассчитываются в соответствии с пунктом 6 либо для настройки используются контролируемые параметры, указанные в нормативно-технической документации на резьбовые соединения труб и муфт.

При настройке по шаблону индикаторный прибор устанавливается опорными пластинами на торец настроечного шаблона. Наконечники опускаются до упорных поверхностей шаблона и фиксируются. Перемещением подвижного блока прибор настраивается на номинал проверяемого диаметра с натягом индикатора не менее 1 мм. При этом необходимо стрелку индикатора установить на нуль, а блоки и штанги прибора надежно зафиксировать.

При перенастройке прибора с контроля резьбы трубы на контроль резьбы муфты колодки меняются местами.

При настройке с помощью НИИК 20 индикаторный прибор устанавливается опорными пластинами на подставки (см. рисунок П2). Наконечники опускаются до упорных поверхностей подобранных настроечных шаблонов прибора НИИК 20 и фиксируются. Перемещая подвижный блок, индикаторный прибор необходимо настроить на номинал контролируемого диаметра с натягом индикатора не менее 1 мм. Блоки и штанги прибора надежно фиксируются, а показания индикатора обнуляются.

При проведении контроля диаметральных размеров необходимо, пользуясь арретиром, установить индикаторный прибор на торец трубы (муфты) и тем самым ввести наконечники в зону измерения. Малыми поперечными перемещениями прибора выявить наибольшее показание индикатора. Отклонение стрелки индикатора от нуля покажет величину отклонения от настроенного по шаблону или с помощью НИИК 20 номинального диаметра трубы (муфты).

Величина овальности резьбы трубы (муфты) определяется как наибольшая разность диаметров при замере в нескольких диаметральных плоскостях.

10.2 Определение конусности резьбы

Контроль конусности резьбы трубы осуществим с помощью индикаторного прибора НИИК 33 (Приложение М), муфты – с использованием прибора НИИК 16. Для измерения конусности резьбы муфты прибор НИИК 16 оснащается измерительными наконечниками со сферическим контактным элементом (диаметр сферы зависит от шага резьбы, пункт 6.5). (Приложение Ж).

Конусность измеряется и рассчитывается как разность средних диаметров резьбы на базовой длине для треугольных резьб и как разность диаметров меньшего конуса резьбы трубы или разность диаметров большего конуса резьбы муфты на базовой длине для трапецеидальных резьб.

Конусность измеряют вдоль образующей конуса в двух сечениях. Вдоль образующей чертят цветным карандашом (маркером) линию по всей длине резьбы. На этой линии отмечают на базовой длине ($l_{\text{баз}}$) две впадины резьбы, где должны проводиться измерения.

При измерении жесткий наконечник прибора приводится в контакт с отмеченной впадиной на меньшем контролируемом диаметре резьбы, подвижный наконечник доводится до касания с противоположной частью впадины, при этом должен обеспечиваться натяг 1 мм. Слегка двигая прибор в поперечном направлении, необходимо зафиксировать положение с наибольшим показанием индикатора и обнулить показание. Далее необходимо переместить наконечники индикаторного прибора во вторую отмеченную впадину (на больший диаметр) резьбы. Двигая прибор в поперечном направлении, необходимо зафиксировать максимальное показание индикатора. Разность измеренных диаметров резьбы (разность показаний индикатора) на базовой длине определяет измеренную (фактическую) конусность резьбы.

Измерения повторяются три раза, определяется среднее арифметическое значение, которое принимается за результат измерения конусности резьбы ($\Delta D_{\text{изм}}$). Далее в пункте 8.3 описана методика сравнения измеренного значения с нормативным.

10.3 Определение диаметра и овальности уплотнительных поверхностей труб (муфт)

Измерение отклонения диаметров уплотнительных поверхностей труб (муфт) осуществляется с помощью индикаторных приборов НИИК 01У, НИИК 03, НИИК 04, НИИК 15, НИИК 16, НИИК 24 (Приложения А, Г, Д, Е, Ж, Л). Настройка индикаторных приборов при измерении может проводиться двумя способами:

- по нерегулируемым настроечным шаблонам;
- с помощью универсального настроечного прибора модели НИИК 20.

Настройка по нерегулируемым шаблонам осуществляется следующим образом:

А) настройка при контроле диаметральных размеров уплотнительного пояса трубы: индикаторный прибор устанавливается на настроечный шаблон так, чтобы упоры опирались на опорную поверхность шаблона, а измерительные наконечники соприкасались с аттестованной поверхностью шаблона. Необходимо зафиксировать

перемещение кронштейнов на штанге, а перемещением индикатора создать натяг 1 мм при минимальной величине показаний по шкале индикатора. Далее требуется установить на индикаторе нулевое показание. Повторной 2-3 разовой установкой прибора на шаблон проверить стабильность настройки, при необходимости поворотом шкалы индикатора откорректировать нулевое положение стрелки.

Б) настройка при контроле диаметральных размеров уплотнительной расточки муфты: измерительные наконечники устанавливаются на требуемую глубину измерения по муфте, а установка на конкретный диаметр осуществляется по шаблону. В шаблон, имеющий номинальный измеряемый размер устанавливается прибор так, чтобы измерительные наконечники касались настроечных поверхностей. Перемещением наконечников в диаметральной плоскости определяются максимальные показания по шкале индикатора, и осуществляется его настройка на ноль. Также повторной 2-3-х разовой установкой необходимо проверить стабильность настройки, при необходимости поворотом шкалы индикатора корректировать нулевое положение. Движущиеся детали закрепляются от произвольного перемещения.

При настройке для контроля диаметра уплотнительного пояса с помощью НИИК 20 индикаторный прибор устанавливается упорами на настроечный шаблон (см. рисунок 20). Наконечники настраиваются на диаметр с натягом индикатора не менее 1 мм и фиксируются. Блоки и штанги прибора также надежно фиксируются, а показания индикатора обнуляются.

При настройке для контроля диаметра уплотнительной расточки с помощью НИИК 20 установка на конкретный диаметр осуществляется следующим образом: осуществляется выбор соответствующего настроечного шаблона (рисунок 21), измерительные наконечники вводятся в соприкосновение с настроечными поверхностями шаблона НИИК 20 и фиксируются; индикаторный прибор настраивается на номинал контролируемого диаметра с натягом индикатора не менее 1 мм, при этом показания индикатора обнуляются, а блоки и штанги прибора надежно фиксируются от произвольного перемещения. Настройка на требуемую глубину измерения проводится по упорному уступу в муфте.

Величина овальности уплотнительных поверхностей труб и муфт определяется как наибольшая разность диаметров при замере в нескольких диаметральных плоскостях.

10.4 Определение конусности уплотнительных поверхностей труб (муфт)

Контроль конусности уплотнительного пояса трубы осуществляется индикаторными приборами НИИК 01У, НИИК 03, НИИК 15 (Приложения А, Г, Е), а контроль конусности уплотнительной расточки муфты проводится приборами НИИК 01У, НИИК 04, НИИК 17 (18) (Приложения А, Д, И).

Для определения конусности уплотнительных поверхностей труб или муфт, прибор устанавливают на торец трубы (муфты) выступами ступенчатых упоров (ступенька равна базовой длине, на которой определяется конусность) и настраивают на «0» с натягом 1 мм. Затем прибор снимают с трубы (муфты), проворачивают ступенчатые упоры на 180° (либо сдвигают упоры, как у прибора НИИК 01У) для ввода измерительных наконечников прибора в следующее измерительное сечение. Далее необходимо провести повторный замер диаметра уплотнительной поверхности. Вместо ступенчатых упоров может использоваться мера, устанавливаемая на торец трубы (муфты) при первом замере и снимаемая при втором.

За результат измерения конусности уплотнительной поверхности принимается $\Delta D_{\text{изм упл}}$ - разность показаний индикатора при измерении последовательно в двух сечениях. В пункте 11.3 представлена методика приведения измеренной величины к виду сопоставимому с нормативным значением.

10.5 Определение расстояния от торца муфты до упорного уступа

Контроль расстояния от торца муфты до упорного уступа осуществляется с помощью прибора НИИК 21 (НИИК 21Э) (Приложение К). Прибор НИИК 21Э в отличие от НИИК 21 оснащен электронным блоком (вместо индикатора), позволяющим выводить величину отклонения от параметра, измеренную наконечником, на дисплей прибора.

Настройка НИИК 21 может осуществляться с помощью нерегулируемых настроечных шаблонов (рисунок Р7) или настроечного прибора НИИК 20, при этом прибор устанавливается так, чтобы измерительный наконечник касался настроечных поверхностей; создается натяг не менее 1 мм по шкале индикатора, и показания индикатора обнуляются.

Настройка НИИК 21Э осуществляется с помощью поверочной плиты. Прибор опорной поверхностью устанавливается на поверочную плиту так, чтобы измерительный наконечник касался плиты. Далее для включения дисплея прибора необходимо кратковременно нажать кнопку «SET». Затем нажать кнопку «MODE», и снова кнопку «SET», при этом на дисплее появится нулевое показание, то есть произойдет обнуление начала отсчета. Процедуру настройки рекомендуется повторить не реже 1 раза в час и после каждого отключения электронного блока.

При необходимости (для корпоративных резьбовых соединений) определения расстояния L_5 (рисунок 23) от торца муфты до радиуса перехода радиального уплотнения и упорного уступа (точка А) из-за использования наконечников со сферической частью диаметром D возникает систематическая погрешность величиной I_{Δ} (расстояние между точками А и Б). Эта погрешность должна быть компенсирована при настройке прибора, то есть необходимо ввести поправку на величину I_{Δ} .

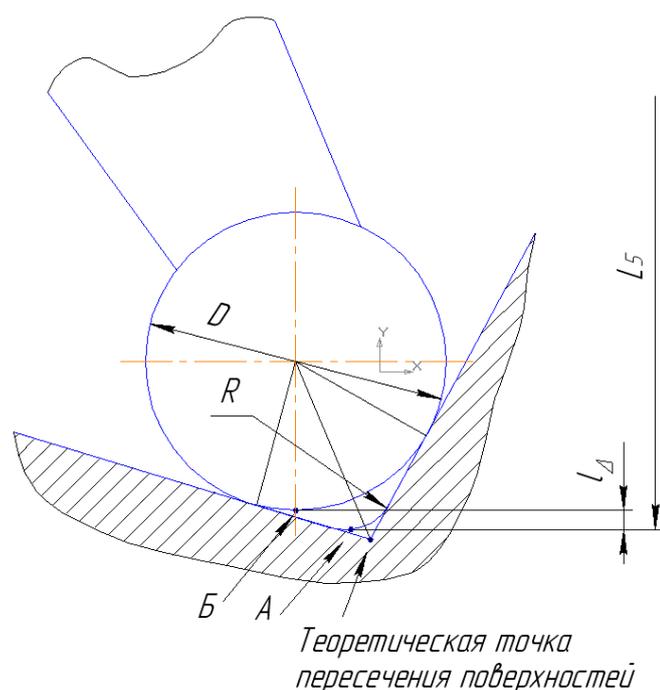


Рисунок 23 - Схема определения величины коррекции измеренного размера

Поправка может быть введена одним из следующих методов:

А) Подложить под наконечник блок концевых мер длиной I_{Δ} и обнулить показания.

Б) Осуществлять настройку прибора по специальному шаблону НИИК21Э.01.000 (рисунок Р8) так, чтобы измерительный наконечник находился на уступе высотой I_{Δ} и обнулить показания.

В) Для НИИК 21Э возможен ввод поправки с помощью электронного блока после настройки прибора по поверочной плите. Для этого при помощи кнопок «MODE», «SET» необходимо на дисплее прибора установить величину поправки, равную I_{Δ} .

При осуществлении контроля настроенный прибор устанавливается на торец муфты. При использовании НИИК 21 величину отклонения расстояния от торца муфты до упорной поверхности от номинального значения, настроенного по шаблону, будет показывать отклонение стрелки индикатора прибора от «0». При использовании НИИК 21Э штанга прибора опускается до касания упорного уступа и производится фиксация показаний дисплея последовательным нажатием кнопок «MODE» и «SET».

Таким образом, при контроле расстояния от торца муфты до упорного уступа с помощью НИИК 21 в результате измерения получаем величину отклонения от номинального значения размера, а при использовании НИИК 21Э результатом измерения является действительный размер, отклонение от номинального рассчитывается отдельно.

10.6 Определение шага резьбы трубы (муфты)

Контроль величины шага резьбы трубы (муфты) осуществляется прибором НИИК 31 (Приложение Н).

Шаг резьбы при помощи шагомера НИИК 31 может контролироваться двумя способами: при первом способе настройка прибора осуществляется при помощи калибра, при втором установка на заданный размер проводится при помощи настроечного шаблона или универсального микроскопа (микроскоп рекомендуется использовать при отсутствии настроечных шаблонов).

Способ 1.

При контроле шага резьбы трубы шагомер устанавливают на размер по аттестованному калибру-пробке, а при проверке резьбы муфты – по калибру кольцу.

При настройке шагомера НИИК 31 по калибру в рычаг и траверсу (рисунок М2) ввинчивают три измерительных наконечника для проверки требуемого шага резьбы и втулку с траверсой устанавливают по корпусу трубы на требуемое расстояние. Наконечники устанавливают во впадины резьбы калибра (пробки или кольца) вдоль оси резьбы и закрепляют траверсу винтом, затем корректируют положение втулки по рискам, нанесенным в верхней части втулки и на корпусе

трубы. Рычаг устанавливают так, чтобы ось измерительного наконечника была перпендикулярна к оси трубы. После этого втулку закрепляют винтом и устанавливают прибор на исходный размер.

При контроле шага резьбы трубы шагомер вводят двумя наконечниками траверсы во впадину резьбы у малого торца изделия, а наконечник рычага вводят во впадину резьбы у большого торца. Поднимая и опуская наконечник рычага, наблюдают отклонение шага резьбы по шкале индикатора. При проверке шага резьбы муфты шагомер вводят двумя наконечниками траверсы во впадину резьбы у большого торца муфты, а наконечник рычага во впадину резьбы у малого торца.

Способ 2.

При настройке шагомера НИИК 31 на заданный размер с помощью универсального микроскопа траверсу поворачивают на 90° (вдоль оси шагомера) и используют при измерениях в этой траверсе только один наконечник.

Настройка НИИК 31 также может осуществляться с использованием настроечного шаблона, общий вид которого приведен на рисунке Р6. Так как шагомер НИИК 31 имеет три измерительных наконечника, то проверка шага осуществляется простым накладыванием шагомера на резьбу изделия.

Шаг резьбы Р по нормативно-технической документации на резьбовые соединения труб и муфт нефтегазового комплекса должен измеряться параллельно оси резьбы на длине 25,4 мм и на всей длине. Однако на практике шаг измеряют параллельно образующей конуса резьбы и пересчитывают в случае непосредственного измерения в направлении, параллельном оси резьбы.

При контроле шага резьбы параллельно образующей конуса отклонение шага по линии параллельной оси резьбы может быть вычислено по формуле 11.

$$p_r = p_1 \cos \varphi, \quad (11)$$

где n – число витков;

p – шаг резьбы по линии, параллельной оси резьбы;

p_1 – шаг резьбы по линии, параллельной образующей конуса;

φ – угол наклона резьбы.

При первом способе контроля шага резьбы пересчет отклонения шага по линии параллельной оси резьбы не требуется, поскольку при настройке по калибру угол наклона резьбы учитывается, и контроль осуществляется вдоль линии параллельной оси резьбы.

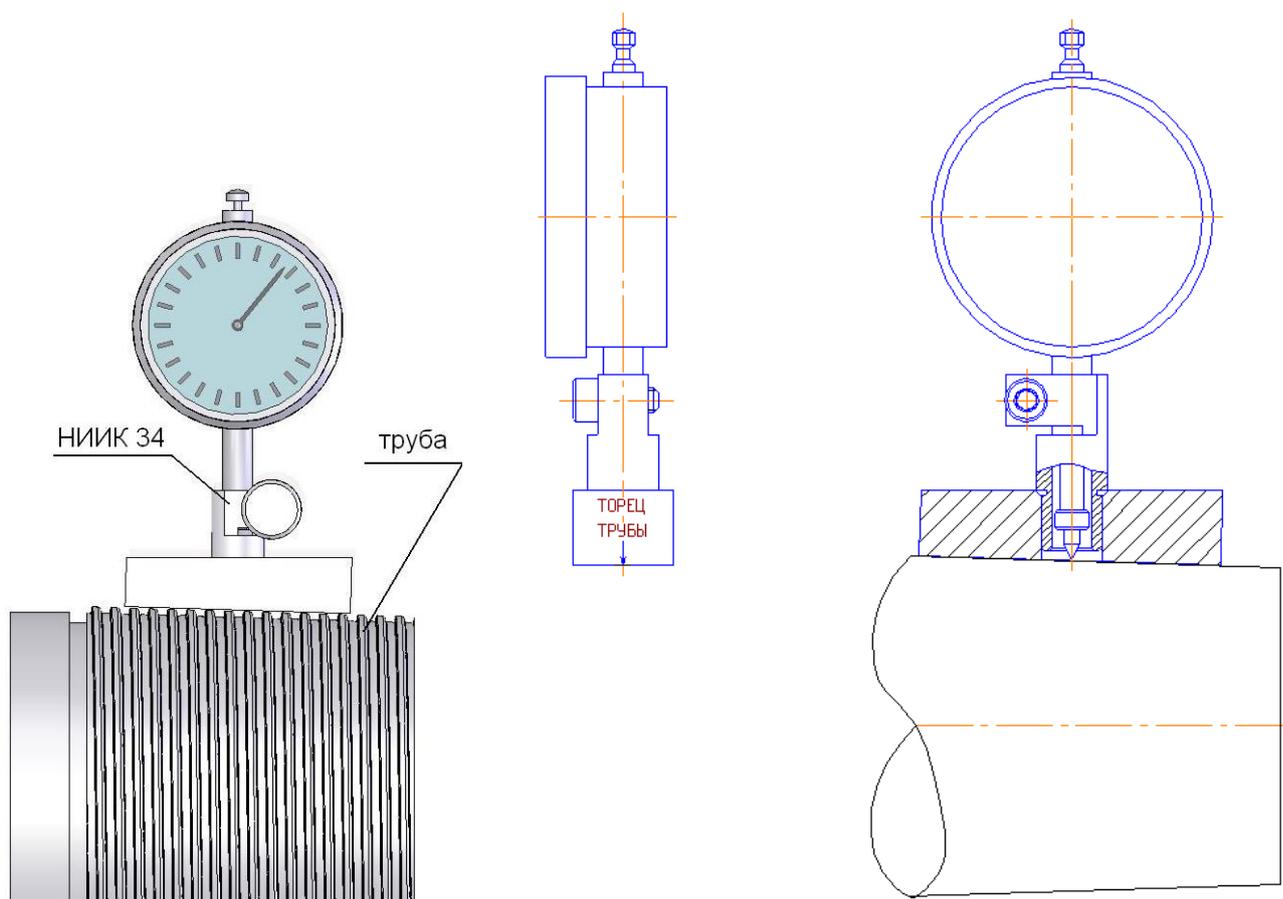
10.7 Определение высоты профиля резьбы трубы (муфты)

Контроль высоты профиля резьбы трубы (муфты) осуществляется при помощи глубиномера резьбового НИИК 34 (Приложение О).

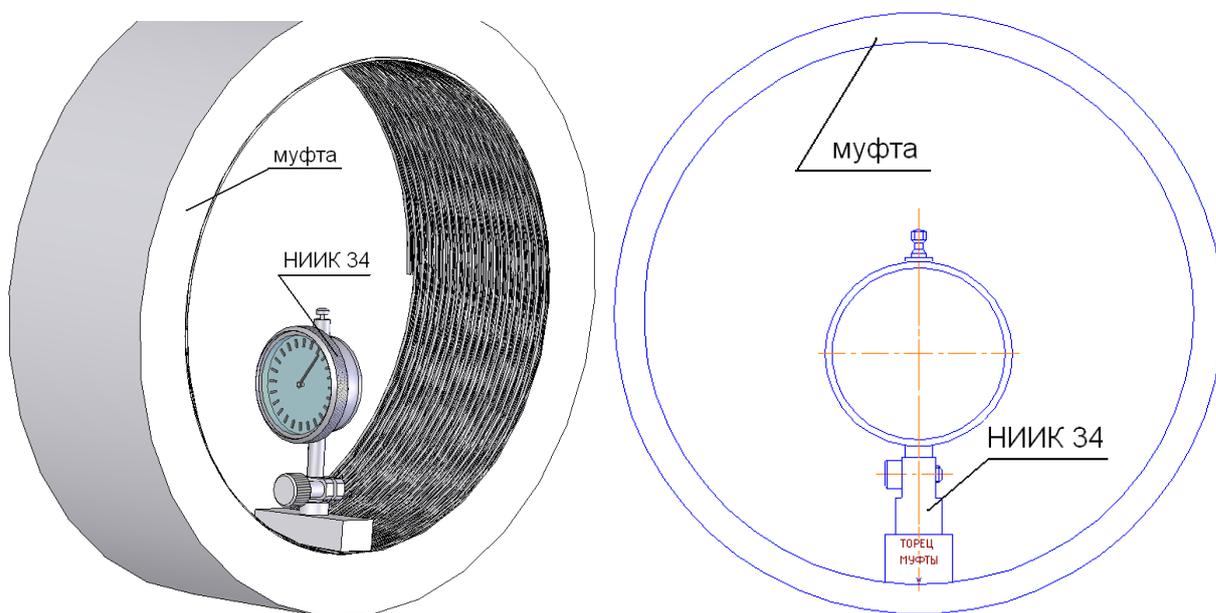
При настройке прибор для измерения высоты профиля устанавливается основанием на поверочную плиту. Перемещением индикатора во втулке, необходимо создать натяг по шкале индикатора в зависимости от величины контролируемого размера равный $(t_1+0,5)$ мм, где t_1 – контролируемая высота витка. Винтом закрепляется индикатор. Шкалу индикатора необходимо повернуть до совмещения стрелки с нулевым показанием, снять прибор и снова установить на поверочную плиту. При необходимости скорректировать нулевое показание индикатора.

Прибор для измерения высоты профиля резьбы плоскостью основания устанавливается на вершины ниток резьбы таким образом, чтобы стрелка, изображенная на основании, была обращена в сторону меньшего диаметра конуса резьбы. При этом наконечник индикатора должен упираться во впадину резьбы.

Небольшими перемещениями прибора вдоль оси резьбы фиксируем наибольшее показание индикатора прибора. Полученная величина показания индикатора с учетом показания малой стрелки и будет соответствовать высоте витка резьбы.



а)



б)

Рисунок 24 – Определение высоты профиля с помощью НИИК 34

11 Обработка (вычисление) результатов измерений

При обработке результатов измерений и оформлении протокола измерений полученные фактические значения контролируемых параметров сравниваются с номинальными значениями и при условии, что отклонения от номинала в допускаемых пределах, то делается вывод о годности резьбового соединения по данному параметру. Таким образом, контролируются овальность и конусность резьбы, диаметр, овальность и конусность уплотнительных поверхностей, высота профиля и шаг резьбы. При этом необходимо учитывать зависимость диаметрального размера резьбы от комплексного влияния погрешности овальности и конусности резьбовой поверхности.

То есть для обеспечения свинчиваемости соединения необходимо оценить положение прямой, образующей меньшего конуса для трубы или меньшего конуса для муфты при сечении плоскостью, проходящей через ось резьбы, в заданных пределах.

11.1 Обработка результатов измерений диаметра резьбы трубы

На рисунке 25а условно показан резьбовой конец трубы. Для удобства производимых расчетов введем систему координат как показано на рисунке 25б: ось X проходит по оси резьбы трубы, ось Y – в плоскости торца. В соответствии с рисунком 25б поле допуска (на радиальный размер контролируемой поверхности) соответствует параллелограмму 1-2-3-4.

Чтобы узнать граничные точки поля допуска в заданной системе координат введем уравнения прямых y_1 и y_2 .

$$y_1 = \frac{\kappa}{2} * x + \frac{D_T}{2} \quad \text{или} \quad y_1 = \frac{\kappa}{2} * x + \frac{D_{on}}{2} - \frac{\kappa}{2} * l_{\max} \quad (12)$$

$$y_2 = \frac{\kappa}{2} * x + \frac{D_T}{2} + 0,08 \quad \text{или} \quad y_2 = \frac{\kappa}{2} * x + \frac{D_{on}}{2} - \frac{\kappa}{2} * l_{\max} + 0,08 \quad (13)$$

Для того чтобы определить фактические значения диаметральных размеров в основной плоскости и плоскости торца трубы введем уравнение y .

$$y = \frac{\kappa_{\phi}}{2} * x + \frac{D_{изм}}{2} - \frac{\kappa_{\phi}}{2} * l_{изм} \quad (14)$$

где l_{\max} – длина резьбы, участвующая в соединении;

κ – конусность резьбы;

k_{ϕ} – фактическая (измеренная) конусность резьбы;

D_t – номинальное значение диаметра меньшего конуса резьбы в плоскости торца трубы;

$D_{оп}$ – номинальное значение диаметра меньшего конуса резьбы в основной плоскости трубы;

$D_{\phi 1}$ – фактическое значение диаметра меньшего конуса резьбы в плоскости торца трубы;

$D_{\phi 2}$ – фактическое значение диаметра меньшего конуса резьбы в основной плоскости трубы.

Отсюда при $l = l_T = x = 0$ рассчитаем $y = (D_{\phi 1})/2$, т.е. диаметр меньшего конуса резьбы в плоскости торца трубы;

при $l = x = l_{max}$ рассчитаем $y = (D_{\phi 2})/2$, т.е. диаметр меньшего конуса резьбы в основной плоскости.

Для обеспечения годности резьбовой поверхности необходимо выполнение следующего условия:

$$\begin{aligned} D_t \leq D_{\phi 1} \leq D_t + 0,16 \\ D_{оп} \leq D_{\phi 2} \leq D_{оп} + 0,16, \end{aligned} \quad (15)$$

Существует два варианта учета влияния погрешности овальности на диаметральный размер при свинчиваемости.

Вариант 1.

Для обеспечения свинчиваемости соединения при расчете фактических значений диаметров меньшего конуса резьбы в основной плоскости и плоскости торца и проверке выполняемости условия (15) необходимо учитывать и максимальное, и минимальное значения диаметра резьбы (рисунок 26а), получаемых при измерении овальности в измерительной плоскости (путем подстановки в формулу 14 и D изм min, и D изм max). То есть:

$$\begin{aligned} D_t \leq D_{\phi 1 \min} \leq D_t + 0,16 & \quad D_t \leq D_{\phi 1 \max} \leq D_t + 0,16 \\ D_{оп} \leq D_{\phi 2 \min} \leq D_{оп} + 0,16 & \quad D_{оп} \leq D_{\phi 2 \max} \leq D_{оп} + 0,16 \end{aligned}$$

Вариант 2.

В соединении труба и муфта будут соприкасаться в точках 1 (рисунок 26б), в которых и будет обеспечиваться герметичность соединения. Тогда необходимо, чтобы максимальный диаметр на трубе и минимальный на муфте были в пределах поля допуска с учетом фактического значения конусности и величина зазора $\Delta_{зазор}$ должна быть заданных пределах. То есть:

Для муфты: $D_t \leq D_{\phi 1 \min} \leq D_t + 0,16$

Для трубы:

$$D_{\text{оп}} \leq D_{\text{ф2}} \leq D_{\text{оп}} + 0,16$$

$$D_{\text{т}} \leq D_{\text{ф1}} \leq D_{\text{т}} + 0,16$$

$$D_{\text{оп}} \leq D_{\text{ф2}} \leq D_{\text{оп}} + 0,16$$

А также:

$$\Delta_{\text{min}} \leq \Delta_{\text{зазор}} \leq \Delta_{\text{max}}$$

Таким образом, в измерительной плоскости на расстоянии $l_{\text{изм}}$ от торца трубы проводятся измерения диаметральных размеров, также определяется фактическое значение конусности резьбы, далее в соответствии с формулой 14 рассчитываются фактические значения диаметров меньшего конуса резьбы в плоскости торца трубы и в основной плоскости; полученные значения сравниваются с предельными, указанными либо в нормативной документации, либо определенные по формулам 12, 13. Для положительного вывода о годности резьбовой поверхности необходимо выполнение условия (15) в соответствии с одним из вариантов учета овальности резьбы.

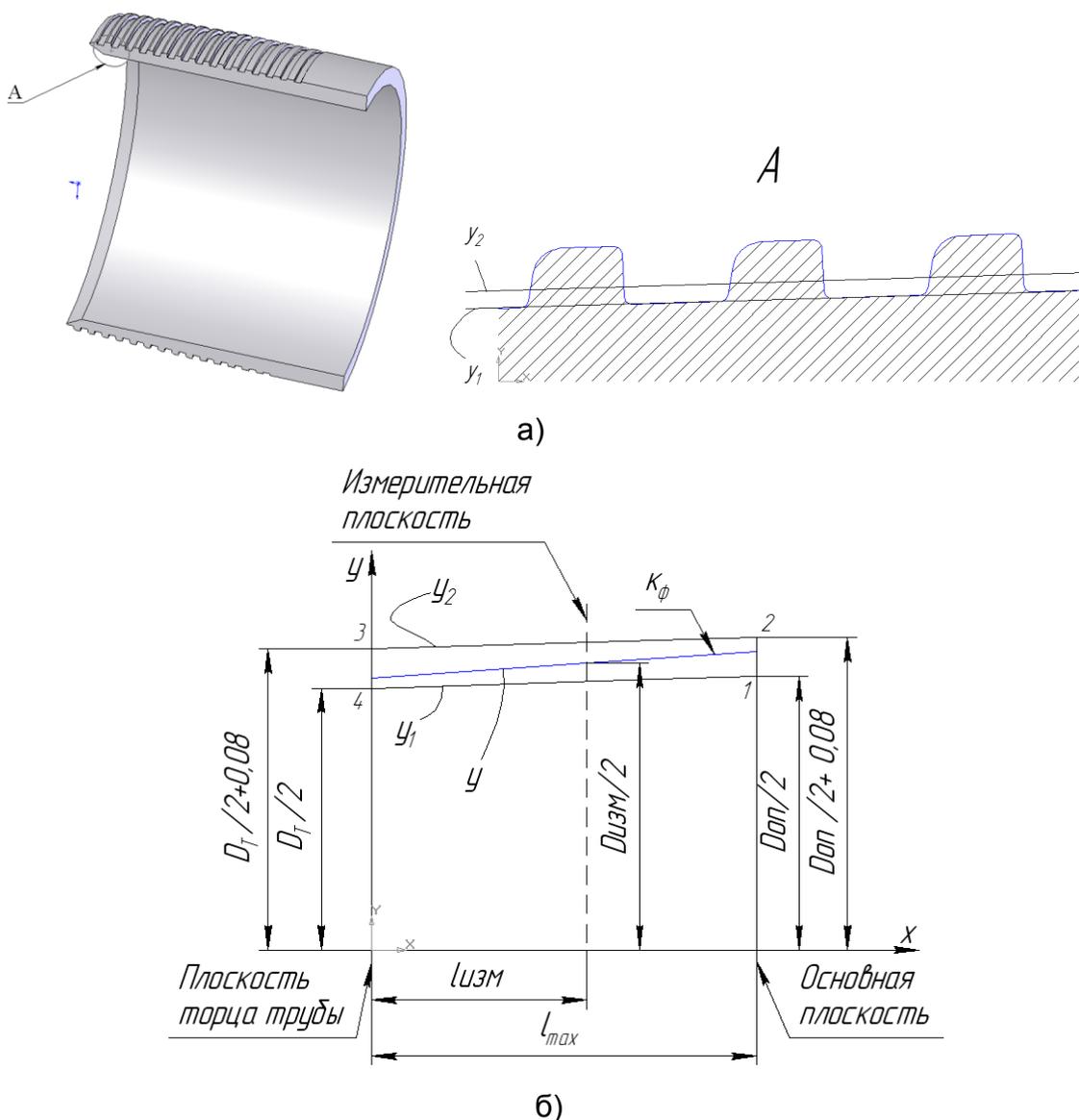


Рисунок 25 – Схематичное изображение резьбового конца трубы

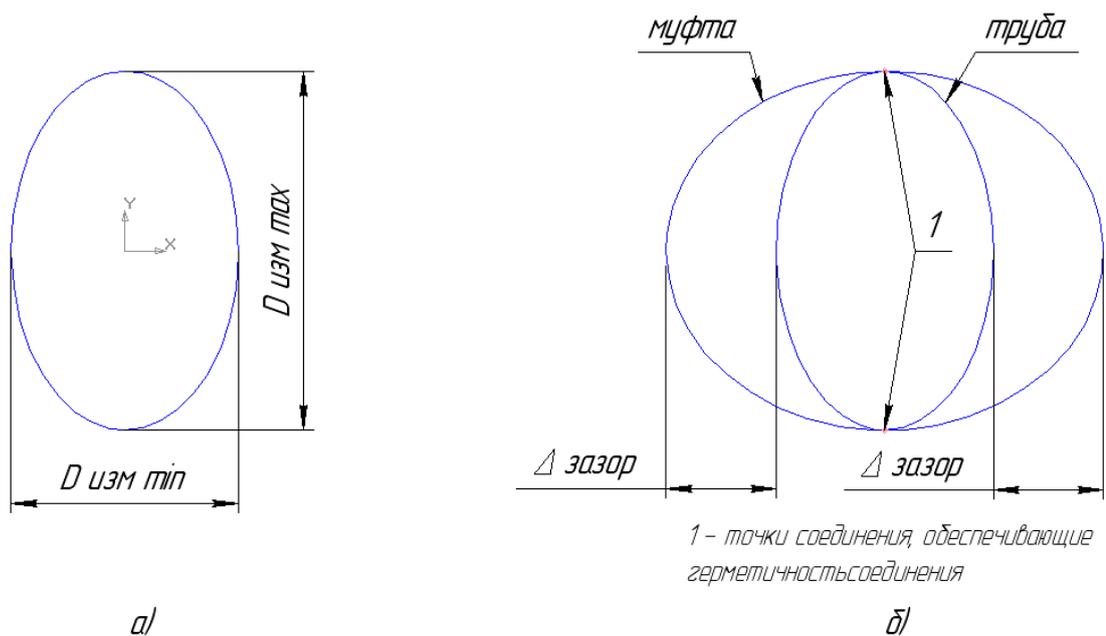


Рисунок 26 – Условное изображение овальности резьбы

11.2 Обработка результатов измерений диаметра резьбы муфты

На рисунке 27 условно показан резьбовой конец муфты. Для удобства производимых расчетов введена система координат как показано на рисунке 27: ось X проходит по оси резьбы муфты, ось Y – в плоскости торца муфты. В соответствии с рисунком 27 поле допуска соответствует параллелограмму 1-2-3-4.

Чтобы узнать граничные точки поля допуска в заданной системе координат введем уравнения прямых y_1 и y_2 .

$$y_1 = -\frac{\kappa}{2} * x + \frac{D_T}{2} \quad \text{или} \quad y_1 = -\frac{\kappa}{2} * x + \frac{D_y}{2} + \frac{\kappa}{2} * l_{\max} \quad (16)$$

$$y_2 = -\frac{\kappa}{2} * x + \frac{D_T}{2} + 0,08 \quad \text{или} \quad y_2 = -\frac{\kappa}{2} * x + \frac{D_y}{2} + \frac{\kappa}{2} * l_{\max} + 0,08 \quad (17)$$

Для того чтобы определить фактические значения диаметральных размеров в плоскости торца муфты и плоскости уступа в муфте введем уравнение y .

$$y = -\frac{\kappa_{\phi}}{2} * x + \frac{D_{изм}}{2} - \frac{\kappa_{\phi}}{2} * l_{изм} \quad (18)$$

где l_{\max} – длина резьбы, участвующая в соединении;

κ – конусность резьбы;

κ_{ϕ} – фактическая (измеренная) конусность резьбы;

D_T – номинальное значение диаметра меньшего конуса резьбы в плоскости торца муфты;

D_y – номинальное значение диаметра меньшего конуса резьбы в плоскости уступа в муфте;

$D_{ф1}$ – фактическое значение диаметра меньшего конуса резьбы в плоскости торца муфты;

$D_{ф2}$ – фактическое значение диаметра меньшего конуса резьбы в плоскости уступа в муфте.

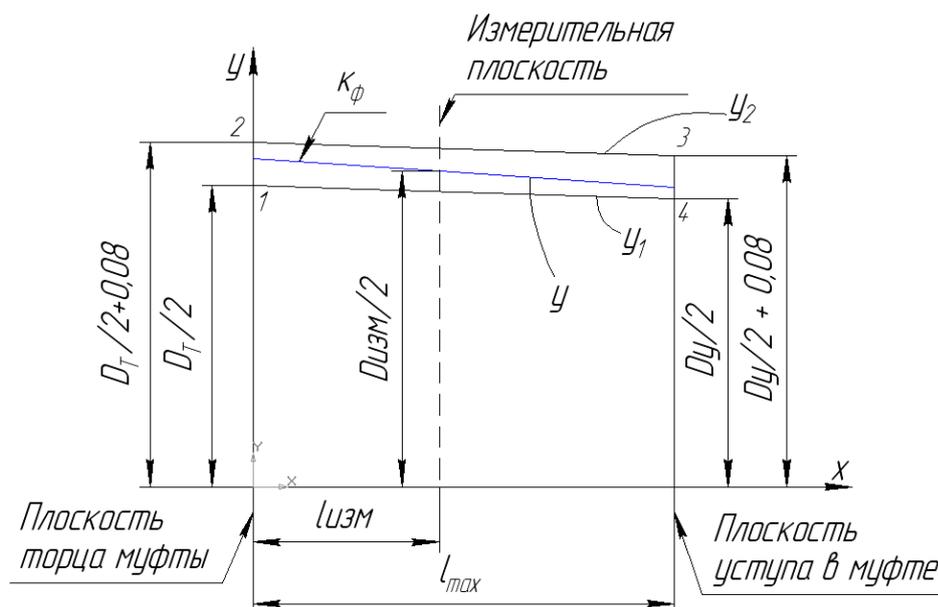


Рисунок 27 – Схематичное изображение резьбового конца муфты

Отсюда при $l = l_T = x = 0$ рассчитаем $y = (D_{ф1})/2$, т.е. диаметр меньшего конуса резьбы в плоскости торца муфты;

при $l = x = l_{max}$ рассчитаем $y = (D_{ф2})/2$, т.е. диаметр меньшего конуса резьбы в плоскости уступа в муфте.

Для обеспечения годности резьбовой поверхности необходимо выполнение следующего условия:

$$\begin{aligned} D_T &\leq D_{ф1} \leq D_T + 0,16 \\ D_y &\leq D_{ф2} \leq D_y + 0,16, \end{aligned} \quad (19)$$

Таким образом, в измерительной плоскости на расстоянии $l_{изм}$ от торца муфты проводятся измерения диаметральных размеров, далее по формуле 18 рассчитываются фактические значения диаметров меньшего конуса резьбы в плоскости торца муфты и в плоскости уступа в муфте; полученные значения сравниваются с предельными, указанными либо в нормативной документации, либо определенные по формулам 16, 17. Для положительного вывода о годности резьбовой поверхности необходимо выполнение условия 19 в соответствии с одним из вариантов учета овальности резьбы (аналогично пункту 11.1).

11.3 Обработка результатов измерений конусности резьбы и уплотнительной поверхности

11.3.1 Конусность резьбы

Номинальная разность диаметров резьбы заданной в нормативной документации длине (100 мм) должна составлять:

$$\Delta D_{\text{ном}} = k \cdot 100 \pm T_{\Delta d};$$

где k – конусность резьбы и, например, для $k=1:16$

$$\Delta D_{\text{ном}} = 1/16 \cdot 100 = 6,25 \pm T_{\Delta d};$$

$T_{\Delta d}$ – допуск конусности резьбы (в соответствии с нормативной документацией).

Поскольку конусность резьбы измеряется на некоторой базовой длине, не обязательно равной 100 мм, то для обеспечения сопоставимости результатов измерения $\Delta D_{\text{изм}}$ пересчитывается с учетом задаваемой нормативной документацией длины 100 мм по формуле 20.

$$\Delta D = \frac{\Delta D_{\text{изм}}}{l_{\text{баз}}} \cdot 100; \quad (20)$$

где $\Delta D_{\text{изм}}$ - разность измеренных диаметров резьбы на базовой длине;

$l_{\text{баз}}$ – базовая длина, на которой осуществляется измерение конусности.

Значение ΔD необходимо сопоставить с $\Delta D_{\text{ном}} \pm T_{\Delta d}$, и сделать вывод о годности.

11.3.2 Конусность уплотнительной поверхности

В нормативной документации номинальная разность диаметров уплотнительной поверхности задается на всей длине $l_{\text{полн}}$ уплотнительного пояска (или расточки), т.е.:

$$\Delta D_{\text{ном упл}} = k_{\text{упл}} \cdot l_{\text{полн}} \pm T_{\Delta d};$$

где $k_{\text{упл}}$ – конусность уплотнительной поверхности;

$T_{\Delta d}$ – допуск конусности уплотнительной поверхности (в соответствии с нормативной документацией);

$l_{\text{полн}}$ – полная длина уплотнительной поверхности.

Поскольку конусность уплотнительной поверхности измеряется на некоторой базовой длине ($l_{\text{баз}}$), не обязательно равной $l_{\text{полн}}$, то для обеспечения сопоставимости результатов измерения $\Delta D_{\text{изм упл}}$ пересчитывается с учетом задаваемой нормативной документацией длины $l_{\text{полн}}$ по формуле 21.

$$\Delta D_{упл} = \frac{\Delta D_{измупл} * l_{полн}}{l_{баз}}; \quad (21)$$

где $\Delta D_{изм упл}$ - разность измеренных диаметров уплотнительной поверхности на базовой длине;

$l_{баз}$ – базовая длина, на которой осуществляется измерение конусности;

$l_{полн}$ – полная длина уплотнительной поверхности.

Значение $\Delta D_{упл}$ необходимо сопоставить с $\Delta D_{ном упл} \pm T_{\Delta d}$, и сделать вывод о годности.

12 Контроль точности результатов измерений

Все индикаторные приборы и технические средства, используемые при выполнении измерений должны быть своевременно поверены в соответствии с документацией по поверке (таблица 6).

Таблица 6 – Перечень методик поверки средств измерений

Порядковый номер и наименование средства измерений, технического средства	Методика поверки
1 Индикаторный прибор универсальный модели НИИК 01 У	МИ xxx-2007
2 Индикаторный прибор модели НИИК 01	
3 Индикаторный прибор модели НИИК 02	
4 Индикаторный прибор модели НИИК 03	
5 Индикаторный прибор модели НИИК 04	
6 Индикаторный прибор модели НИИК 15	
7 Индикаторный прибор модели НИИК 16	
8 Индикаторный прибор модели НИИК 17(18)	
9 Индикаторный прибор модели НИИК 24	
10 Индикаторный прибор модели НИИК 33	
11 Шагомер индикаторный модели НИИК 31	
12 Глубиномер резьбовой модели НИИК 34	
13 Прибор универсальный для линейных измерений модели НИИК 20 с наладкой для настройки индикаторных приборов для контроля геометрических параметров резьбовых и уплотнительных поверхностей труб и муфт нефтегазового сортамента	

13 Оформление результатов измерений

Результаты проводимых измерений геометрических параметров резьбовых поверхностей труб и муфт нефтегазового сортамента оформляются в виде протокола измерения, в котором фиксируются обозначение контролируемого резьбового соединения, контролируемые параметры, номинальные и фактические (измеренные) значения этих параметров, время проведения контроля и контролер.

Пример оформления протокола результатов измерения трубы представлен на рисунке 28. Данный протокол содержит следующие поля, подлежащие заполнению (рисунок 29):

- 1 – логотип предприятия, проводящего измерения;
- 2 - наименование предприятия, проводящего измерения;
- 3 – дата и время проведения измерений;
- 4 – наименование и обозначение контролируемого резьбового соединения;
- 5 – чертеж с обозначением контролируемых параметров;
- 6 – сводная таблица, содержащая номинальные и фактические (измеренные) значения контролируемых параметров и выводы о годности по каждому параметру;
- 7- строка в сводной таблице, отображающая результаты контроля внутреннего диаметра резьбы с учетом комплексного влияния погрешности овальности и конусности резьбовой поверхности;
- 8 – контролер (фамилия и подпись).

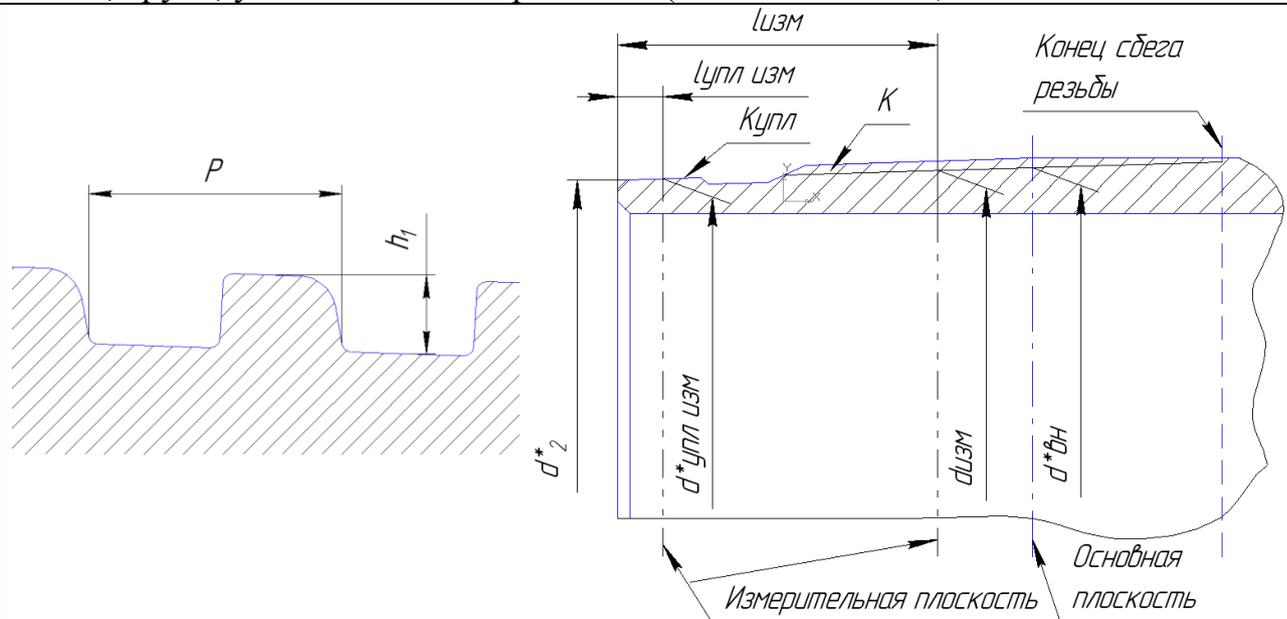
Поля, отмеченные знаком «*» (рисунок 29), являются необязательными.



ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЯ

Дата 20.10.2007 Время 10:40

Контролируемое резьбовое соединение:
ОТТГ, труба, условный диаметр 114 мм (по ГОСТ 632-80)



Контролируемый параметр	Номинал	Миним. значение	Максим. значение	Измеренное значение		Расчетное значение	Вывод
Высота профиля, h_1	1,60	1,57	1,63	1,62		-	годна
Шаг резьбы, P	5,08	5,03	5,13			-	
Конусность резьбы, K	1:16					-	
Конусность упл-ного пояска, $K_{упл}$	1:16					-	
Внутренний диаметр резьбы в основной плоскости, $d^*_{вн}$	111,100			dизм			
Диаметр уплотнительного пояска в плоскости торца, d^*_2	106,375			d*упл изм			
Натяг резьбы						-	
Внутренний диаметр резьбы с учетом конусности и овальности	-	Доп	Доп+0,16	dизм min	dизм max	Dф1 max	
		Дт	Дт+0,16			Dф2 max	
		Δ_{min}	Δ_{max}			$\Delta_{зазор}$	

Контролер: _____ Фамилия _____ (подпись)

Рисунок 28 – Пример оформления протокола измерения (проект протокола)

1*
2
1*

3

**ЗАО «Челябинский Научно-Исследовательский
и Конструкторский Институт Средств
Измерения и Контроля в Машиностроении»**

ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЯ

Дата	20.10.2007	Время	10:40
Контролируемое резьбовое соединение: ОТТГ, труба, условный диаметр 114 мм (по ГОСТ 632-80)			

4

5*

Контролируемый параметр	Номинал	Нижний предел	Верхний предел	Измеренное значение	Расчетное значение	Вывод
Высота профиля, h_1	1,60	1,57	1,63	1,62	-	годна
Шаг резьбы, P	5,08	5,03	5,13		-	
Конусность резьбы, K	1:16				-	
Конусность ушл-ного пояска, $K_{ушл}$	1:16				-	
Внутренний диаметр резьбы в основной плоскости, $d^*_{вн}$	111,100			дизм		
Диаметр уплотнительного пояска в плоскости торца, d^*_2	106,375			д*ушл изм		
Натяг резьбы					-	
Внутренний диаметр резьбы с учетом конусности и овальности		Доп	Доп+0,16	дизм min	дизм max	Dф1 max
		Дт	Дт+0,16			Dф2 max
		? min	? max			? зазор

6

7*

8

Контролер:	Фамилия	_____ (подпись)
------------	---------	-----------------

Рисунок 29 – Пример протокола измерения с обозначением заполняемых полей