

---

**МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ**

**(МГС)**

**INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION**

**(ISC)**

---

**МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
СТАНДАРТ**

**ГОСТ**

*(Проект RUS,  
первая редакция)*

---

**КАЛИБРЫ ДЛЯ СОЕДИНЕНИЙ С КОНИЧЕСКОЙ  
РЕЗЬБОЙ ОБСАДНЫХ, НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫХ,  
БУРИЛЬНЫХ И ТРУБОПРОВОДНЫХ ТРУБ**

**МЕТОДИКА КАЛИБРОВКИ**

*Проект, первая редакция*

*Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его утверждения*

## Предисловие

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены в ГОСТ 1.0–92 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2–2009 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

### Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Закрытым акционерным обществом «Челябинский научно-исследовательский и конструкторский институт средств контроля и измерения в машиностроении» (ЗАО «ЧелябНИИконтроль»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 357 «Стальные и чугунные трубы и баллоны»

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от г. № межгосударственный стандарт ГОСТ введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с .

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок – в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты».*

*Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования - на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет*

© Стандартиформ, 20\_\_

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

## Содержание

1 Область применения.....	1
2 Нормативные ссылки .....	1
3 Термины, определения и сокращения.....	2
4 Операции и средства измерений.....	3
4.1 Перечень операций и средств измерений .....	3
4.2 Погрешность измерений.....	3
5 Условия проведения калибровки.....	3
6 Обеспечение безопасности труда и экологической безопасности .....	7
7 Подготовка к калибровке.....	7
8 Описание операций калибровки .....	7
8.1 Визуальный осмотр .....	7
8.2 Определение шероховатости поверхности .....	7
8.3 Определение наружного диаметра в основной плоскости, конусности и овальности по наружному диаметру, прямолинейности образующей конуса по линии наружного диаметра калибров-пробок с треугольным и трапецеидальным профилем.....	8
8.4 Определение внутреннего диаметра в основной плоскости, конусности и овальности по внутреннему диаметру, прямолинейности образующей конуса по линии внутреннего диаметра калибров-пробок с трапецеидальным профилем .....	14
8.5 Определение среднего диаметра в основной плоскости, конусности и овальности по среднему диаметру, прямолинейности образующей конуса по линии среднего диаметра калибров-пробок с треугольным профилем .....	18
8.6 Определение шага резьбы калибров-пробок .....	24
8.7 Определение геометрических параметров элементов профиля резьбы калибров-пробок.....	27
8.8 Определение перпендикулярности измерительной плоскости калибра-пробки к оси резьбы .....	29
8.9 Определение шага резьбы калибров-колец .....	30
8.10 Определение геометрических параметров элементов профиля резьбы калибров-колец .....	31
8.11 Определение конусности и прямолинейности образующей конуса резьбы калибров-колец .....	31
8.12 Определение внутреннего и наружного диаметров резьбы калибров-колец косвенным методом с помощью УИМ или ДИП .....	34
8.13 Определение диаметра, овальности, конусности (разности диаметров) и прямолинейности образующей конуса гладких калибров-пробок .....	35
8.14 Определение конусности (разности диаметров) и прямолинейности образующей конуса гладких калибров-колец .....	35
8.15 Определение натягов резьбовых и гладких рабочих калибров-колец по гладким контрольным калибрам-пробкам.....	35
8.16 Определение парного, взаимозаменяемого натяга калибров и параллельности измерительной плоскости припасованного калибра-кольца относительно измерительной плоскости калибра-пробки .....	35
9 Координатные методы измерения геометрических параметров резьбовых калибров.....	37
9.1 Основа координатных методов измерения геометрических параметров резьбовых калибров .....	37
9.2 Двухкоординатный метод измерения геометрических параметров резьбовых калибров .....	37

9.3 Трехкоординатный метод измерения геометрических параметров резьбовых калибров .....	47
9.4 Четырехкоординатный метод измерения геометрических параметров резьбовых калибров .....	47
9.5 Определение положения спирали относительно оси калибра .....	48
10 Оценка результатов калибровки.....	48
Приложение А(справочное)Универсальный измерительный микроскоп типа УИМ.....	49
Приложение Б(справочное)Специальный угольник для измерения наружного диаметра калибров-пробок .....	50
Приложение В(справочное)Горизонтальный длинномер .....	51
Приложение Г (справочное)Приборы 481К (481KM) и 481KM2 для измерения параметров резьбы калибров .....	52
Приложение Д (справочное)Гипсовая отливка и приспособления .....	54
Приложение Е (справочное)Прибор НИИК-100/31 для измерения шага резьбы.....	56
Приложение Ж(справочное)Прибор ПБ-500Мдля измерения радиального и торцевого биения тел вращения .....	58
Приложение И (справочное)Приспособление БВ-812 для измерения перпендикулярности измерительной плоскости к оси резьбы у калибров-пробок, не имеющих центров .....	59
Приложение К (справочное)Контурограф .....	60
Приложение Л (справочное)Координатно-измерительная машина (трехкоординатная) .....	61
Приложение М(справочное)Прибор НИИК-483 для измерения параметров резьбовых калибров.....	62
Библиография .....	63



# **М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й   С Т А Н Д А Р Т**

## **КАЛИБРЫ ДЛЯ СОЕДИНЕНИЙ С КОНИЧЕСКОЙ РЕЗЬБОЙ ОБСАДНЫХ, НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫХ, БУРИЛЬНЫХ И ТРУБОПРОВОДНЫХ ТРУБ МЕТОДИКА КАЛИБРОВКИ**

---

### **1 Область применения**

Настоящий стандарт устанавливает методику калибровки геометрических параметров конических резьбовых и гладких калибров для контроля соединений с конической резьбой обсадных, насосно-компрессорных, бурильных и трубопроводных труб, применяемых в нефтяной и газовой промышленности.

Технические требования к калибрам приведены в ГОСТ 10071, ГОСТ 10654, ГОСТ 10655, ГОСТ 24672, ГОСТ 24932, ГОСТ 25575, ГОСТ 25576, ГОСТ Р 51906, ГОСТ 8867, ГОСТ Р ИСО 10424, ГОСТ Р 53365 и других нормативных документах.

### **2 Нормативные ссылки**

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

- ГОСТ 2016-86 Калибры резьбовые. Технические условия
- ГОСТ 2475-88 Проволочки и ролики. Технические условия
- ГОСТ 4046-80 Линейки синусные. Технические условия
- ГОСТ 6507-90 Микрометры. Технические условия
- ГОСТ 7013-67 Ножи измерительные
- ГОСТ 8505-80 Нефрас С 50/170. Технические условия
- ГОСТ 8867-89 Калибры для замковой резьбы. Виды. Основные размеры и допуски
- ГОСТ 9038-90 Меры длины концевые плоскопараллельные. Технические условия
- ГОСТ 9244-75 Нутромеры с ценой деления 0,001 и 0,002 мм. Технические требования
- ГОСТ 9378-93 Образцы шероховатости поверхности (сравнения). Общие технические условия
- ГОСТ 9696-82 Индикаторы многооборотные с ценой деления 0,001 и 0,002 мм. Технические условия
- ГОСТ 10071-89 Калибры для трапецеидальной резьбы. Допуски
- ГОСТ 10197-70 Стойки и штативы для измерительных головок. Технические условия
- ГОСТ 10654-81 Калибры для треугольной резьбы насосно-компрессорных труб и муфт к ним. Типы. Основные размеры и допуски
- ГОСТ 10655-81 Калибры для треугольной резьбы обсадных труб и муфт к ним. Типы. Основные размеры и допуски
- ГОСТ 10905-86 Плиты поверочные и разметочные. Технические условия
- ГОСТ 11007-66 Наконечники измерительные к приборам для линейных измерений. Технические условия
- ГОСТ 11708-82 Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба. Термины и определения

- ГОСТ 18833-73 Головки измерительные рычажно-зубчатые. Технические условия
- ГОСТ 19300-86 Средства измерений шероховатости поверхности профильным методом. Профилографы-профилометры контактные. Типы и основные параметры
- ГОСТ 24672-81 Калибры для конической резьбы. Технические условия
- ГОСТ 24932-81 Калибры для конических соединений. Допуски
- ГОСТ 25575-83 Калибры для соединений с трапецеидальной резьбой обсадных труб и муфт к ним. Типы, основные размеры
- ГОСТ 25576-83 Калибры для соединений с трапецеидальной резьбой насосно-компрессорных труб и муфт к ним. Типы, основные размеры и допуски
- ГОСТ 25706-83 Лупы. Типы, основные параметры. Общие технические требования
- ГОСТ 29298-2005 Ткани хлопчатобумажные и смешанные бытовые. Общие технические условия
- ГОСТ Р 8.563-2009 Методики (методы) измерений
- ГОСТ Р 51906-2002 Соединения резьбовые обсадных, насосно-компрессорных труб и трубопроводов и резьбовые калибры для них. Общие технические требования
- ГОСТ Р 53365-2009 Трубы обсадные и насосно-компрессорные и муфты к ним. Основные параметры и контроль резьбовых соединений. Общие технические требования
- ГОСТ Р 53366-2009 Трубы стальные, применяемые в качестве обсадных или насосно-компрессорных труб для скважин в нефтяной и газовой промышленности. Общие технические условия
- ГОСТ Р 53442-2009 Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические. Допуски формы, ориентации, месторасположения и биения
- ГОСТ Р (ИСО 10424-2:2007) Трубы бурильные и другие элементы бурильных колонн в нефтяной и газовой промышленности. Основные параметры и контроль резьбовых упорных соединений. Общие технические требования
- ПР 50.2.016-94 ГСИ Требования к выполнению калибровочных работ

**Примечание** - При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования - на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

### **3 Термины, определения и сокращения**

3.1. В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 11708, ГОСТ Р 51906, ГОСТ Р 53365, ГОСТ Р 53442, ГОСТ Р 53366, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **большой торец калибра**: Торец калибра-пробки или калибра-кольца, имеющий больший диаметр резьбы.

3.1.2 **измерительная плоскость**: Плоскость, перпендикулярная к оси резьбы, относительно которой измеряют натяг свинченной пары калибров и геометрические параметры профиля резьбы калибра.

3.1.3 **малый торец калибра**: Торец калибра-пробки или калибра-кольца, имеющий меньший диаметр резьбы.



3.1.4 **размер калибра:** Номинальный диаметр резьбы калибра в миллиметрах, округленный до целого значения.

3.2В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

УИМ – универсальный измерительный микроскоп;

ДИП – двухкоординатный измерительный прибор;

ЛП – лупа просмотровая;

КМД – концевые меры длины;

КИМ – координатно-измерительная машина.

## 4 Операции и средства измерений

### 4.1 Перечень операций и средств измерений

Калибровку геометрических параметров калибров следует проводить с использованием операций и средств измерений, указанных в таблице 1.

Допускается проводить калибровку с использованием других операций и средств измерений, обеспечивающих необходимую точность измерений. В спорных случаях калибровка должна проводиться с использованием операций и средств измерений, указанных в настоящем стандарте.

### 4.2 Погрешность измерений

Средства измерений геометрических параметров калибров выбираются таким образом, чтобы их погрешность не превышала 30 % от поля допускаемых отклонений параметров, указанных в технических требованиях на калибры.

## 5 Условия проведения калибровки

5.1 Калибровка геометрических параметров калибров должна проводиться в следующих условиях:

- температура окружающей среды 20°C с допускаемыми отклонениями и колебаниями температуры в процессе измерений, указанными в технических требованиях к применяемым средствам измерений или таблице 2;

- относительная влажность воздуха: (60±20)%.

Таблица 2 – Допускаемые отклонения и колебания температуры окружающей среды

Диаметр калибра, мм	Рабочие калибры			Контрольные калибры		
	Допускаемые отклонения температуры от 20°C, °C	Допускаемые колебания температуры, °C		Допускаемые отклонения температуры от 20°C, °C	Допускаемые колебания температуры, °C	
		в течение суток	в течение часа		в течение суток	в течение часа
До 30 включ.	±8	4	0,4	±6	3	0,3
Св. 30 << 80 <<	±6	3	0,3	±4	2	0,3
<< 80 << 180 <<	±4	2	0,3	±3	2	0,3
<< 180 << 360 <<	±4	2	0,3	±2	1	0,2
<< 360 << 600 <<	±3	1,5	0,2	±1,5	1	0,1

5.2 Калибровку геометрических параметров калибров, обработку и оценку результатов калибровки должен осуществлять персонал, прошедший инструктаж по технике безопасности, обладающий опытом работы со средствами измерений и аттестованный на проведение указанных измерений.



Таблица 1 – Операции и средства измерений

Наименование операции измерений	Описание операции измерений	Основные и вспомогательные средства измерений и их метрологические характеристики	Проведение операции измерений при калибровке	
			первичной	периодической
Визуальный осмотр	8.1	–	Да	Да
Определение шероховатости поверхности	8.2	Образцы шероховатости поверхности (сравнения) по ГОСТ 9378, параметры шероховатости Ra 0,32 мкм; 0,63 мкм; 1,25 мкм Лупа по ГОСТ 25706, увеличение 1 – 5 <sup>x</sup> и 5 – 10 <sup>x</sup> Профилограф-профилометр по ГОСТ 19300, диапазон измерений Ra 0,32 – 1,25 мкм, погрешность измерений 5% Контурограф (приложение К)	Да	Нет
Определение наружного диаметра резьбы в основной плоскости, конусности и овальности по наружному диаметру резьбы, прямолинейности образующей конуса по линии наружного диаметра резьбы калибров-пробок	8.3	УИМ (приложение А) или ДИП, цена деления 1 мкм и 1' Повышенные центры типа СТ-2 Измерительные ножи по ГОСТ 7013-67 Меры длины концевые плоскопараллельные по ГОСТ 9038, класс точности 2 Штатив Ш-1 по ГОСТ 10197 Плита поверочная по ГОСТ 10905, класс точности 1 Измерительная головка ИГ по ГОСТ 18833 или МИГ по ГОСТ 9696 Синусная линейка по ГОСТ 4046, класс точности 2 Измерительные проволоочки и ролики по ГОСТ 2475, класс точности 1 Калиброванный ролик с точностью до 0,001 мм Микрометр по ГОСТ 6507 Специальный угольник (приложение Б) Вертикальный оптиметр типа ИКВ Горизонтальный длинномер (приложение В) или горизонтальный оптиметр Специальный прибор 481К(481КМ) (приложение Г)	Да	Да
	9	Прибор 481КМ2 (приложение Г) КИМ (приложение Л), погрешность измерений (2+L/300) мкм Прибор НИИК- 483 (приложение М), погрешность измерений ±0,002 мм		

Продолжение таблицы 1

Наименование операции измерений	Описание операции измерений	Основные и вспомогательные средства измерений и их метрологические характеристики	Проведение операции измерений при калибровке	
			первичной	периодической
Определение внутреннего диаметра резьбы в основной плоскости, конусности и овальности по внутреннему диаметру резьбы, прямолинейности образующей конуса по линии внутреннего диаметра резьбы калибров-пробок	8.4	УИМ (приложение А) или ДИП, цена деления 1 мкм и 1' Повышенные центры типа СТ-2 Меры длины концевые плоскопараллельные по ГОСТ 9038, класс точности 2 Штатив Ш-1 по ГОСТ 10197 Плита поверочная по ГОСТ 10905, класс точности 1 Измерительная головка ИГ по ГОСТ 18833 или МИГ по ГОСТ 9696 Синусная линейка по ГОСТ 4046, класс точности 2 Измерительные проволоки и ролики по ГОСТ 2475, класс точности 1 Калиброванный ролик с точностью до 0,001 мм Микрометр по ГОСТ 6507 Горизонтальный длинномер (приложение В) или горизонтальный оптиметр Специальный прибор 481К (481КМ) (приложение Г)	Да	Да
	9	Прибор 481КМ2 (приложение Г) КИМ (приложение Л), погрешность измерений (2+L/300) мкм Прибор НИИК- 483 (приложение М), погрешность измерений ±0,002 мм		
Определение среднего диаметра резьбы в основной плоскости, конусности резьбы калибров-пробок	8.5	УИМ (приложение А) или ДИП, цена деления 1 мкм и 1' Повышенные центры типа СТ-2 Меры длины концевые плоскопараллельные по ГОСТ 9038, класс точности 2 Штатив Ш-1 по ГОСТ 10197 Плита поверочная по ГОСТ 10905, класс точности 1 Измерительная головка ИГ по ГОСТ 18833 или МИГ по ГОСТ 9696 Синусная линейка по ГОСТ 4046, класс точности 2 Измерительные проволоки и ролики по ГОСТ 2475, класс точности 1 Калиброванный ролик с точностью до 0,001 мм Микрометр по ГОСТ 6507 Горизонтальный длинномер (приложение В) или горизонтальный оптиметр Специальный прибор 481К (481КМ) (приложение Г) Измерительные ножи по ГОСТ 7013-67 Измерительные наконечники типов НГЛ-3, НГП-8 по ГОСТ 11007	Да	Да
	9	Прибор 481КМ2 (приложение Г) КИМ (приложение Л), погрешность измерений (2+L/300) мкм Прибор НИИК- 483 (приложение М), погрешность измерений ±0,002 мм		

Продолжение таблицы 1

Наименование операции измерений	Описание операции измерений	Основные и вспомогательные средства измерений и их метрологические характеристики	Проведение операции измерений при калибровке	
			первичной	периодической
Определение шага резьбы калибров-пробок	8.6	УИМ (приложение А) или ДИП, цена деления 1 мкм и 1' Повышенные центры типа СТ-2 Измерительные ножи по ГОСТ 7013-67 Гипсовая отливка (приложение Д) Приспособление для установки отливки в центрах микроскопа (приложение Д) Прибор НИИК-100/31 (приложение Е), погрешность $\pm 0,005$ мкм Настроечный шаблон (приложение Е) Специальный прибор 481К (481КМ) (приложение Г)	Да	Да
	9	Прибор 481КМ2 (приложение Г) КИМ (приложение Л), погрешность измерений $(2+L/300)$ мкм Прибор НИИК- 483 (приложение М), погрешность измерений $\pm 0,002$ мм Контурограф (приложение К)		
Определение геометрических параметров элементов профиля резьбы калибров-пробок (высота, углы наклона и прямолинейность сторон профиля, радиусы скруглений, фаски)	8.7	УИМ (приложение А) или ДИП, цена деления 1 мкм и 1' Измерительные ножи по ГОСТ 7013-67 Гипсовая отливка (приложение Д) Приспособление для установки отливки в центрах микроскопа (приложение Д)	Да	Да
	9	Прибор 481КМ2 (приложение Г) КИМ (приложение Л), погрешность измерений $(2+L/300)$ мкм Прибор НИИК- 483 (приложение М), погрешность измерений $\pm 0,002$ мм Контурограф (приложение К)		
Определение перпендикулярности измерительной плоскости калибра-пробки к оси резьбы	8.8	Прибор для проверки изделий на биение в центрах ПБ-500М (приложение Ж), погрешность измерений $\pm 0,032$ мм Приспособление БВ-812 (приложение И) с измерительной головкой МИГ по ГОСТ 9696 УИМ (приложение А) или ДИП, цена деления 1 мкм и 1' Измерительные ножи по ГОСТ 7013-67	Да	Нет
	9	Прибор 481КМ2 (приложение Г) КИМ (приложение Л), погрешность измерений $(2+L/300)$ мкм Прибор НИИК- 483 (приложение М), погрешность измерений $\pm 0,002$ мм		

Продолжение таблицы 1

Наименование операции измерений	Описание операции измерений	Основные и вспомогательные средства измерений и их метрологические характеристики	Проведение операции измерений при калибровке	
			первичной	периодической
Определение шага резьбы калибров-колец	8.9	УИМ (приложение А) или ДИП,цена деления 1 мкм и 1' Измерительные ножи по ГОСТ 7013-67 Гипсовая отливка (приложение Д) Специальное приспособление для заливки (приложение Д) Прибор НИИК-100/31 (приложение Е), погрешность ±0,005 мкм Настроечный шаблон (приложение Е) Специальный прибор 481К (481КМ) (приложение Г)	Да	Да
	9	Прибор 481КМ2 (приложение Г) КИМ (приложение Л), погрешность измерений (2+L/300) мкм Прибор НИИК- 483 (приложение М), погрешность измерений ±0,002 мм Контурограф (приложение К)		
Определение геометрических параметров элементов профиля резьбы калибров-колец (высота, углы наклона и прямолинейность сторон профиля, радиусы скруглений, фаски)	8.10	УИМ (приложение А) или ДИП,цена деления 1 мкм и 1' Измерительные ножи по ГОСТ 7013-67 Гипсовая отливка (приложение Д) Специальное приспособление для заливки (приложение Д)	Да	Да
	9	Прибор 481КМ2 (приложение Г) КИМ (приложение Л), погрешность измерений (2+L/300) мкм Прибор НИИК- 483 (приложение М), погрешность измерений ±0,002 мм Контурограф (приложение К)		
Определение конусности и прямолинейности образующей конуса резьбы калибров-колец	8.11	Меры длины концевые плоскопараллельные по ГОСТ 9038, класс точности 2 Штатив Ш-1 по ГОСТ 10197 Плита поверочная по ГОСТ 10905, класс точности 1 Измерительная головка ИГ по ГОСТ 18833 или МИГ по ГОСТ 9696 Синусная линейка по ГОСТ 4046, класс точности 2 Специальный прибор 481К (481КМ) (приложение Г)	Да	Да
	9	Прибор 481КМ2 (приложение Г) КИМ (приложение Л), погрешность измерений (2+L/300) мкм Прибор НИИК- 483 (приложение М), погрешность измерений ±0,002 мм		

Продолжение таблицы 1

Наименование операции измерений	Описание операции измерений	Основные и вспомогательные средства измерений и их метрологические характеристики	Проведение операции измерений при калибровке	
			первичной	периодической
Определение внутреннего и наружного диаметров резьбы калибров-колец	8.12	УИМ (приложение А) или ДИП, цена деления 1 мкм и 1' Измерительные ножи по ГОСТ 7013-67 Гипсовая отливка (приложение Д) Специальное приспособление для заливки (приложение Д)	Да	Да
	9	Прибор 481КМ2 (приложение Г) КИМ (приложение Л), погрешность измерений (2+L/300) мкм Прибор НИИК- 483 (приложение М), погрешность измерений ±0,002 мм Контурограф (приложение К)		
Определение диаметров, овальности, конусности (разности диаметров) и прямолинейности образующей конуса гладких калибров-пробок	8.13	Меры длины концевые плоскопараллельные по ГОСТ 9038, класс точности 2 Штатив Ш-1 по ГОСТ 10197 Плита поверочная по ГОСТ 10905, класс точности 1 Измерительная головка ИГ по ГОСТ 18833 или МИГ по ГОСТ 9696 Синусная линейка по ГОСТ 4046, класс точности 2 Специальный прибор 481К (481КМ) (приложение Г) УИМ (приложение А) или ДИП, цена деления 1 мкм и 1' Калиброванный ролик с точностью до 0,001мм Микрометр по ГОСТ 6507 Специальный угольник (приложение Б) Вертикальный оптиметр типа ИКВ Горизонтальный длинномер (приложение В) или горизонтальный оптиметр	Да	Да
	9	Прибор 481КМ2 (приложение Г) КИМ (приложение Л), погрешность измерений (2+L/300) мкм Прибор НИИК- 483 (приложение М), погрешность измерений ±0,002мм		

Окончание таблицы 1

Наименование операции измерений	Описание операции измерений	Основные и вспомогательные средства измерений и их метрологические характеристики	Проведение операции измерений при калибровке	
			первичной	периодической
Определение конусности (разности диаметров) и прямолинейности образующей конуса гладких калибров-колец	8.14	Меры длины концевые плоскопараллельные по ГОСТ 9038, класс точности 2 Штатив Ш-1 по ГОСТ 10197 Плита поверочная по ГОСТ 10905, класс точности 1 Измерительная головка ИГ по ГОСТ 18833 или МИГ по ГОСТ 9696 Синусная линейка по ГОСТ 4046, класс точности 2	Да	Да
	9	Прибор 481КМ2 (приложение Г) КИМ (приложение Л), погрешность измерений (2+L/300) мкм Прибор НИИК- 483 (приложение М), погрешность измерений ±0,002мм		
Определение натягов резьбовых и гладких рабочих калибров-колец по гладким контрольным калибрам-пробкам	8.15	Нутромер по ГОСТ 9244, диапазон измерений 18-50 мм	Да	Да
Определение парного, взаимозаменяемого натяга калибров и параллельности измерительной плоскости припасованного калибра-кольца относительно измерительной плоскости калибра-пробки	8.16	Нутромер по ГОСТ 9244, диапазон измерений 18-50 мм Меры длины концевые плоскопараллельные по ГОСТ 9038, класс точности 2 Штатив Ш-1 по ГОСТ 10197 Плита поверочная по ГОСТ 10905, класс точности 1 Измерительная головка ИГ по ГОСТ 18833 или МИГ по ГОСТ 9696 Специальное приспособление с падающим грузом по ГОСТ 8867	Да	Да



## 6 Обеспечение безопасности труда и экологической безопасности

6.1 При подготовке к проведению калибровки и при калибровке должны соблюдаться правила пожарной безопасности, установленные для работы с легковоспламеняющимися жидкостями.

6.2 В помещении, где проводится калибровка запрещается использовать открытый огонь, применять электронагревательные приборы.

6.3 Нефрас, используемый для промывки калибров, должен храниться в металлической посуде с плотно закрытой металлической крышкой, в количестве не более одной дневной нормы. В помещении, где проводят промывку нефрасом, должны быть соответствующие предупредительные знаки.

## 7 Подготовка к калибровке

Перед проведением калибровки калибры должны быть промыты нефрасом по ГОСТ 8505, протерты чистой хлопчатобумажной салфеткой по ГОСТ 29298 и выдержаны в помещении, где проводят калибровку течение не менее пяти часов.

## 8 Описание операций калибровки

### 8.1 Визуальный осмотр

При проведении визуального осмотра устанавливают соответствие калибров следующим требованиям:

- четкость маркировки калибров должна соответствовать ГОСТ 2016;
- на рабочих поверхностях и измерительных плоскостях калибров не должно быть царапин, рисок, забоин, следов коррозии;
- на измерительных плоскостях контрольных и рабочих калибров допускаются следы припасовки, не влияющие на точность измерения;
- на нерабочих поверхностях калибров допускаются незначительные царапины, забоины, неравномерность хромового покрытия и наличие следов крепления, не нарушающих эксплуатационных качеств калибров;
- грязевая канавка должна проходить перед началом первого полного витка.

### 8.2 Определение шероховатости поверхности

8.2.1 Шероховатость рабочих и измерительных поверхностей гладких и резьбовых калибров, поверхности резьбы резьбовых калибров проверяют визуальным сравнением с образцами шероховатости поверхности с использованием лупы с малым увеличением в  $1-5^{\times}$ , или со средним увеличением в  $5-10^{\times}$ , или без использования увеличительных приспособлений.

8.2.2 Шероховатость поверхности резьбы определяют с помощью контактного профилографа-профилометра по ГОСТ 19300 или контурографа (приложение К).

8.2.3 Шероховатость поверхности *R<sub>ане</sub>* должны превышать значений, установленных в соответствующих стандартах на технические требования к калибрам.

### 8.3 Определение наружного диаметра резьбы в основной плоскости, конусности и овальности по наружному диаметру резьбы, прямолинейности образующей конуса по линии наружного диаметра резьбы калибров-пробок с треугольным и трапецеидальным профилем

#### 8.3.1 Определение наружного диаметра резьбы в основной плоскости, конусности и овальности по наружному диаметру резьбы калибров-пробок с помощью УИМ или ДИП

8.3.1.1 Определение наружного диаметра резьбы, конусности и овальности по наружному диаметру резьбы калибров-пробок с помощью универсального измерительного микроскопа типа УИМ (приложение А) или двухкоординатного прибора типа ДИП рекомендуется для калибров размером до 100 мм.

8.3.1.2 Для определения наружного диаметра резьбы калибр устанавливают в центрах УИМ или ДИП так, чтобы малый торец калибра находился справа. От большого торца фиксируют расстояние  $a$  до основной плоскости калибра, указанное в соответствующих стандартах, в зависимости от условного диаметра резьбы.

Нити профильной или штриховой сетки совмещают по линии вершин профиля резьбы, затем поперечным перемещением устанавливают нити профильной или штриховой сетки по линии вершин на противоположной стороне профиля резьбы. Наружный диаметр резьбы в основной плоскости определяют по разности отсчетов отсчетного устройства поперечного перемещения. Измерения выполняют три раза и вычисляют среднее арифметическое значение. Измерения проводят в двух осевых сечениях калибра под углом  $90^\circ$ .

8.3.1.3 Одновременно с определением наружного диаметра резьбы в основной плоскости определяют овальность по наружному диаметру резьбы при повороте калибра в центрах.

Овальность калибра по наружному диаметру резьбы определяют, как наибольшую разность наружных диаметров резьбы, измеренных в различных сечениях, расположенных в одной плоскости.

8.3.1.4 Конусность по наружному диаметру резьбы определяют на длине резьбы с полным профилем. Для этого измеряют наружный диаметр резьбы  $d$  в двух плоскостях: одна плоскость расположена на расстоянии  $L_1$  от малого торца калибра (1 – 1,5 витка от малого торца калибра), вторая – на расстоянии  $L_2$  от малого торца (1 – 1,5 витка от большого торца калибра).

Конусность резьбы  $K$  рассчитывают по формуле

$$K = \frac{d_{L_2} - d_{L_1}}{L_2 - L_1}, \quad (1)$$

При оценке результатов измерений полученную разность диаметров резьбы ( $d_{L_2} - d_{L_1}$ ) сравнивают с номинальной разностью наружных диаметров резьбы, определяемой как произведение номинальной конусности резьбы калибра на фактическое расстояние ( $L_2 - L_1$ ).

Разница между фактической и номинальной разностью наружных диаметров резьбы является отклонением разности диаметров резьбы на длине ( $L_2 - L_1$ ).

### 8.3.2 Определение наружного диаметра резьбы в основной плоскости, конусности и овальности по наружному диаметру резьбы, прямолинейности образующей конуса по линии наружного диаметра резьбы калибров-пробок при помощи синусной линейки

8.3.2.1 Определение наружного диаметра резьбы, конусности и овальности по наружному диаметру резьбы, прямолинейности образующей конуса по линии наружного диаметра резьбы калибров-пробок при помощи синусной линейки рекомендуется для калибров размером от 38 до 508 мм.

8.3.2.2 Для определения наружного диаметра резьбы калибр устанавливают на синусную линейку так, чтобы с упором синусной линейки контактировала плоскость большого торца (торца фланца) калибра-пробки (рисунок 1). При определении наружного диаметра резьбы калибров, которые имеют фланец с измерительной плоскостью, расположенной на внутренней его поверхности, в синусной линейке необходимо предусмотреть паз, куда при измерении уходит фланец калибра.

Перед установкой измеряют общую фактическую длину контролируемого калибра, необходимую при расчете блока концевых мер длины под валик  $d_B$  (рисунок 1). Общую фактическую длину калибра  $L_D$  измеряют как расстояние от малого до большого торца калибра, либо от малого торца до внешнего торца фланца калибра. Измерение фактической длины калибра проводят гладким микрометром или на плите при помощи набора КМД и измерительной головки на штативе.

Синусную линейку устанавливают на заданный угол  $2\varphi$  на поверочной плите с помощью блока КМД размером  $B$ , измерения наружного диаметра резьбы производят с помощью измерительной головки на штативе.

Размер  $B$  блока КМД, устанавливаемого под ролик синусной линейки рассчитывают по формуле:

$$B = L_p \cdot \sin 2\varphi, (2)$$

где  $L_p$  – фактическое расстояние между осями роликов синусной линейки, мм;

$\varphi$  – угол уклона конуса резьбы, градус.

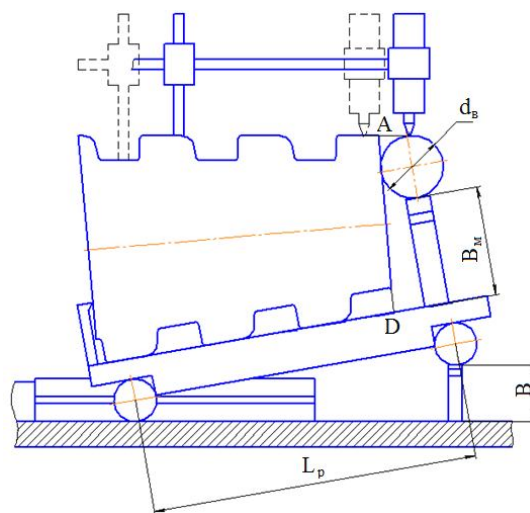


Рисунок 1 – Схема установки калибра на синусную линейку при определении наружного диаметра резьбы

На синусную линейку со стороны малого торца калибра устанавливают блок из концевых мер длины размером  $B_m$ , на блок КМД кладут калиброванный цилиндрический ролик диаметром 12-18 мм. Образующая ролика должна касаться малого торца калибра. Для устойчивости конструкции под калиброванный ролик допускается устанавливать два блока КМД размером  $B_m$ .

Размер  $B_m$  блока концевых мер длины под калиброванный ролик  $d_B$  рассчитывают по формуле:

$$B_m = d_{\text{нм}} \cdot \cos \varphi - d_{\text{с}}(1 + \sin \varphi), (3)$$

где  $d_{\text{с}}$  – фактический диаметр калиброванного ролика, мм;

$\varphi$  – угол уклона конуса резьбы, градус;

$d_{\text{нм}}$  – наружный диаметр резьбы в плоскости малого торца калибра, вычисляемый по формуле:

$$d_{\text{нм}} = d_{\text{но}} - (L_{\phi} - a) \cdot K, (4)$$

где  $d_{\text{но}}$  – номинальный наружный диаметр резьбы в основной плоскости, мм;

$L_{\phi}$  – фактическая длина калибра, мм;

$K$  – конусность резьбы;

$a$  – расстояние от плоскости большого торца калибра до основной плоскости, мм.

Примечание – Для калибров, у которых измерительная плоскость не совпадает с плоскостью большого торца (измерительная плоскость расположена на внутренней поверхности фланца), необходимо к номинальному расстоянию от измерительной до основной плоскости прибавить толщину фланца (расстояние от большого торца калибра до измерительной плоскости).

По разности показаний измерительной головки на калиброванный ролик и калибре определяют отклонение наружного диаметра резьбы в основной плоскости.

Фактический наружный диаметр резьбы определяют, прибавляя или отнимая (в зависимости от знака показаний) полученную разность к номинальному наружному диаметру резьбы.

Если показание головки на калибре будет больше, чем на ролике, то полученную разность прибавляют к значению номинального наружного диаметра резьбы. Если показание на ролике будет больше, чем на калибре, то эту разность отнимают от значения номинального наружного диаметра резьбы.

Измерение наружного диаметра резьбы выполняют три раза и вычисляют среднее арифметическое значение. Измерения проводят в двух осевых сечениях калибра под углом  $90^\circ$ .

Одновременно с определением наружного диаметра резьбы на синусной линейке с одной установки проводят определение овальности и конусности по наружному диаметру резьбы, прямолинейности образующей конуса по линии наружного диаметра резьбы калибров-пробок.

8.3.2.3 Определение овальности калибра по наружному диаметру резьбы проводят по разности фактических отклонений наружных диаметров в основной плоскости, измеренных в различных сечениях, расположенных в одной плоскости.

8.3.2.4 При определении конусности (разности диаметров) по наружному диаметру резьбы наконечник измерительной головки контактирует непосредственно с наружным диаметром резьбы калибра в плоскостях, расположенных у большого и малого торцов по длине резьбы с полным профилем.

Разность показаний измерительной головки характеризует отклонение конусности (разности диаметров) резьбы от номинального значения на длине, соответствующей расстоянию между плоскостями измерений.

Если показание измерительной головки больше у малого торца, то угол конуса меньше номинального, если показание измерительной головки больше у большого торца, то угол конуса больше номинального.

8.3.2.5 При определении отклонения от прямолинейности образующей конуса по линии наружного диаметра резьбы наконечник измерительной головки контактирует непосредственно с наружным диаметром резьбы калибра в плоскостях, расположенных у большого, малого торцов и по средине длины резьбы с полным профилем калибра.

Отклонение от прямолинейности определяют, как разность между показанием в средней точке и полусуммой показаний в крайних точках по формуле

$$\Delta t = \delta_3 - \frac{\delta_1 + \delta_2}{2}, \quad (5)$$

где  $\delta_1$  – показание (с учетом знака) измерительной головки у малого торца калибра, мм;

$\delta_2$  – показание (с учетом знака) измерительной головки у большого торца калибра, мм;

$\delta_3$  – показание (с учетом знака) измерительной головки посередине резьбы калибра.

При определении  $\delta_1$  показание измерительной головки принимают за начало отсчета отклонений при последующем измерении  $\delta_2$  и  $\delta_3$ .

Измерения проводят не менее, чем в двух сечениях калибра под углом  $90^\circ$ .

### **8.3.3 Определение наружного диаметра резьбы в основной плоскости, конусности и овальности по наружному диаметру резьбы, прямолинейности образующей конуса по линии наружного диаметра калибров-пробок при помощи специального угольника**

8.3.3.1 Определение наружного диаметра резьбы, конусности и овальности по наружному диаметру резьбы калибров-пробок, прямолинейности образующей конуса по линии наружного диаметра резьбы при помощи специального угольника (приложение Б) рекомендуется для калибров размером до 60 мм.

8.3.3.2 Для определения наружного диаметра резьбы калибр устанавливают на специальный угольник аттестованный по размеру  $l$ , так, чтобы плоскость малого торца калибра соприкасалась без просвета с доведенной плоскостью А угольника, расположенной под углом  $\varphi$  к вертикали (рисунок 2).

Угольник устанавливают на столик вертикального оптиметра или на поверочную плиту, где установлена измерительная головка на штативе. Оптиметр или измерительную головку настраивают по блоку концевых мер длины, размер  $M$  которого рассчитывают по формуле

$$M = d_{\text{нм}} \cdot \cos \varphi + l, \quad (6)$$

где  $d_{\text{нм}}$  – наружный диаметр резьбы в плоскости малого торца калибра, вычисляемый по формуле 4, мм;

$\varphi$  – угол уклона конуса резьбы, градус;

$l$  – аттестованный размер угольника, мм.

Перемещая угольник с калибром по столику оптиметра (поверочной плите), по разности показаний измерительной головки на блоке КМД и калибре определяют отклонение наружного диаметра резьбы в основной плоскости.

Фактический наружный диаметр резьбы определяют, прибавляя или отнимая (в зависимости от знака показаний) полученную разность к номинальному наружному диаметру резьбы.

Если показание головки на калибре будет больше, чем на блоке КМД, то полученную разность прибавляют к значению номинального наружного диаметра резьбы. Если показание на блоке КМД будет больше, чем на калибре, то эту разность отнимают от значения номинального наружного диаметра резьбы.

Измерение наружного диаметра резьбы выполняют три раза и вычисляют среднее арифметическое значение. Измерения проводят в двух осевых сечениях калибра под углом  $90^\circ$ .

Одновременно с определением наружного диаметра резьбы на специальном угольнике с одной установкой проводят определение овальности и конусности по наружному диаметру резьбы, прямолинейности образующей конуса по линии наружного диаметра резьбы калибров-пробок.

8.3.3.3 Определение овальности и конусности по наружному диаметру резьбы, прямолинейности образующей конуса по линии наружного диаметра резьбы калибров-пробок проводят аналогично указанному в 8.3.2.3 – 8.3.2.5.

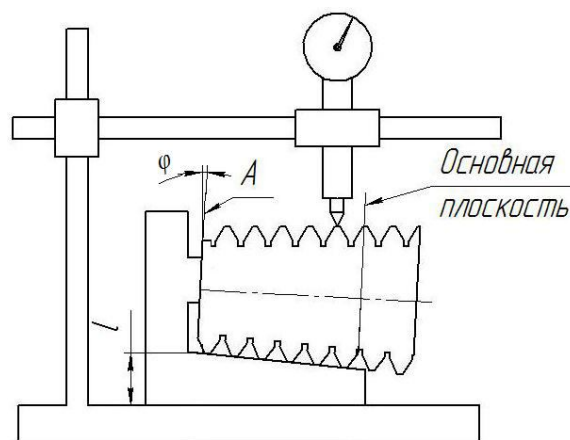


Рисунок 2– Схема установки калибра на специальный угольник при определении наружного диаметра резьбы

#### **8.3.4 Определение наружного диаметра в основной плоскости, конусности и овальности по наружному диаметру резьбы калибров-пробок с помощью горизонтального длинномера или горизонтального оптиметра**

8.3.4.1 Определение наружного диаметра резьбы, овальности и конусности по наружному диаметру резьбы калибров-пробок с помощью горизонтального длинномера (приложение В) или горизонтального оптиметра рекомендуется для калибров размером от 20 до 508 мм.

8.3.4.2 При определении наружного диаметра, овальности и конусности резьбы с помощью горизонтального длинномера предварительно отмечают сечения (плоскости), в которых производятся измерения, определяют расстояния до плоскостей измерения.

С целью исключения влияния отклонений конусности при измерении наружного диаметра резьбы несовпадение плоскости измерения с основной плоскостью калибра не должно превышать 5 мм.

Для определения наружного диаметра резьбы на горизонтальном длинномере используются специальные наконечники с измерительными плоскостями, расположенными по отношению к оси измерения под углом  $(90^\circ - \varphi)$ , где  $\varphi$  – угол уклона конуса резьбы калибра.

Наконечники регулируют по специальной угловой плитке (рисунок 3) с углом, равным углу конуса резьбы контролируемого калибра  $2\varphi$ .

Установку наконечников проверяют путем прокатывания проволочки между наконечником и угловой плиткой. Правильность установки характеризуется постоянством показаний по шкале отсчетного устройства.

Прибор на требуемый размер настраивают по установочной мере (гладкой конической пробке), размеры которой должны соответствовать параметрам наружного конуса резьбы контролируемого калибра-пробки.

При измерении наружного диаметра резьбы в основной плоскости на плоскопараллельной подставке устанавливают гладкую коническую пробку. Перемещая стол, прибор устанавливают на нуль примерно в основной плоскости, затем гладкую пробку заменяют контролируемым калибром. Показания шкалы прибора определяют отклонения наружного диаметра резьбы.

Фактический наружный диаметр резьбы определяют суммированием аттестованного размера установочной меры (гладкой конической пробки) и показаний прибора (с учетом знака показаний).

Измерение наружного диаметра резьбы выполняют три раза и вычисляют среднее арифметическое значение. Измерения проводят в двух осевых сечениях калибра под углом  $90^\circ$ .

8.3.4.2 Определение овальности по наружному диаметру резьбы калибров-пробок проводят аналогично указанному в 8.3.1.3.

8.3.4.3 Определение конусности по наружному диаметру резьбы калибров-пробок проводят аналогично указанному в 8.3.1.4. При этом в первом сечении  $L_1$  (у малого торца) прибор устанавливают на нуль, показания шкалы прибора во втором сечении  $L_2$  (у большого торца) определяют разность диаметров ( $d_{L_2} - d_{L_1}$ ).

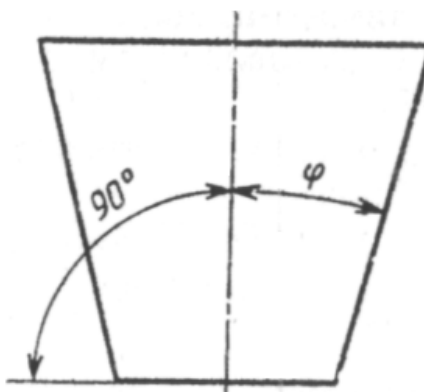


Рисунок 3 – Специальная угловая плитка для регулировки наконечников

### 8.3.5 Определение конусности по наружному диаметру резьбы, прямолинейности образующей конуса по линии наружного диаметра резьбы калибров-пробок с помощью прибора 481К (481КМ)

8.3.5.1 Определение конусности по наружному диаметру резьбы, прямолинейности образующей конуса по линии наружного диаметра резьбы калибров-пробок с помощью прибора 481К (приложение Г) рекомендуется для калибров размером до 200 мм.

8.3.5.2 Для определения конусности по наружному диаметру резьбы калибр устанавливают на стол прибора 481К (481КМ), который поворачивается на угол равный номинальному углу уклона конуса резьбы с помощью синусного устройства прибора. При этом одна из образующих конуса займет горизонтальное положение (параллельно линии измерения прибора).

При проверке конусности (разности диаметров) по наружному диаметру резьбы применяется сферический измерительный наконечник, который контактирует по вершинам резьбы. Отсчеты снимаются по измерительному устройству.

Длина, на которой проводятся измерения, определяется числом витков, умноженных на номинальный шаг резьбы калибра, или разностью показаний отсчетного устройства прибора.

Фактическое отклонение конусности (разности диаметров) калибра на измеренной длине определяется как среднее арифметическое отклонений по верхней и нижней образующим.

Одновременно с определением конусности по наружному диаметру резьбы на приборе 481K (481KM) с одной установки проводят определение прямолинейности образующей конуса по линии наружного диаметра резьбы калибров-пробок.

8.3.5.3 Определение прямолинейности образующей конуса по линии наружного диаметра резьбы калибров-пробок проводят аналогично указанному в 8.3.2.5.

8.3.6 В случае, если наружный диаметр резьбы в основной плоскости измерить невозможно (основная плоскость расположена вне длины резьбы с полным профилем), измерение выполняют в плоскости измерения. Значение наружного диаметра резьбы калибра в основной плоскости вычисляется с учетом фактического расстояния между плоскостью измерения и основной плоскостью.

8.3.7 Отклонения наружного диаметра резьбы от номинального значения и отклонения конусности по наружному диаметру резьбы, отклонения от прямолинейности образующей конуса по линии наружного диаметра резьбы не должны превышать предельных значений, установленных в соответствующих стандартах на технические требования к калибрам.

При измерении конусности (разности диаметров) на длине, отличающейся от той, к которой относятся предельные отклонения конусности, установленные в соответствующих стандартах на технические требования к калибрам, предельные отклонения должны быть пропорционально изменены.

Овальность, отклонения конусности по наружному диаметру резьбы и отклонения от прямолинейности образующей конуса по линии наружного диаметра резьбы, не указанные в соответствующих стандартах на технические требования к калибрам, должны находиться в пределах поля допускаемых отклонений наружного диаметра резьбы.

#### **8.4 Определение внутреннего диаметра резьбы в основной плоскости, конусности и овальности по внутреннему диаметру резьбы, прямолинейности образующей конуса по линии внутреннего диаметра резьбы калибров-пробок с трапецидальным профилем**

##### **8.4.1 Определение внутреннего диаметра резьбы в основной плоскости, конусности и овальности по внутреннему диаметру резьбы калибров-пробок с помощью УИМ или ДИП**

8.4.1.1 Определение внутреннего диаметра резьбы, конусности и овальности по внутреннему диаметру резьбы калибров-пробок с помощью универсального измерительного микроскопа типа УИМ (приложение А) или двухкоординатного прибора типа ДИП рекомендуется для калибров размером до 100 мм.

8.4.1.2 Для определения внутреннего диаметра резьбы калибр устанавливают аналогично указанному в 8.3.1.2.



Нити профильной или штриховой сетки совмещают с линией, ограничивающей углубление внутреннего диаметра резьбы, затем поперечным перемещением совмещают нити штриховой сетки с линией, ограничивающей углубление внутреннего диаметра резьбы на противоположной стороне профиля резьбы. Внутренний диаметр резьбы в основной плоскости определяют по разности отсчетов отсчетного устройства поперечного перемещения. Измерения выполняют три раза и вычисляют среднее арифметическое значение. Измерения проводят в двух осевых сечениях калибра под углом  $90^\circ$ .

8.4.1.3 Определение овальности и конусности по внутреннему диаметру калибров-пробок проводят аналогично указанному в 8.3.1.3 и 8.3.1.4.

#### **8.4.2 Определение внутреннего диаметра резьбы в основной плоскости, конусности и овальности по внутреннему диаметру резьбы, прямолинейности образующей конуса по линии внутреннего диаметра резьбы калибров-пробок при помощи синусной линейки**

8.4.2.1 Определение внутреннего диаметра резьбы, конусности и овальности по внутреннему диаметру, прямолинейности образующей конуса по линии внутреннего диаметра резьбы калибров-пробок при помощи синусной линейки рекомендуется для калибров размером от 38 до 508 мм.

8.4.2.2 При определении внутреннего диаметра резьбы установка калибра на синусную линейку и измерения осуществляют аналогично указанному в 8.3.2.2, схема установки калибра на синусной линейке показана на рисунке 4.

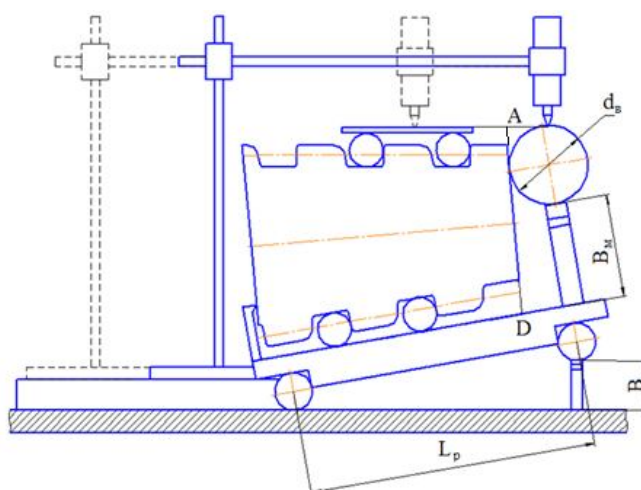


Рисунок 4 – Схема установки калибра на синусную линейку при определении внутреннего диаметра резьбы

При измерении внутреннего диаметра резьбы в основной плоскости под калибр во впадины резьбы (отступая по одной от краев калибра), закладывают две проволочки и устанавливают калибр так, чтобы с упором синусной линейки контактировала плоскость большого торца калибра-пробки.

Сверху во впадину резьбы в измеряемом сечении укладывается проволочка такого же диаметра, как и проволочка, подкладываемая под калибр.

При измерении внутреннего диаметра резьбы для обеспечения контакта по внутреннему диаметру и боковой стороне профиля резьбы, имеющей угол наклона  $3^\circ$ , диаметр проволочки, подкладываемой под калибр, выбирают из числа предпочтительных диаметров, указанных в таблице 3.

Таблица 3 – Диаметры проволочек

Назначение калибра	Шаг резьбы, мм	Диаметр проволочек, мм
Контроль резьбы обсадных труб с резьбовыми соединениями ОТТМ и ВС	5,080	1,833-2,173
Контроль резьбы насосно-компрессорных труб с резьбовым соединением НКМ	4,233	1,432-1,732

Размер  $V_M$  блока концевых мер длины под калиброванный ролик  $d_e$  рассчитывают по формуле:

$$V_M = d_{BM} \cdot \cos \varphi + 2d_{II} - d_B(1 + \sin \varphi), (7)$$

где  $d_{II}$  – диаметр проволочек, мм;

$\varphi$  – угол уклона конуса резьбы, градус;

$d_e$  – фактический размер калиброванного ролика, мм;

$d_{BM}$  – внутренний диаметр резьбы в плоскости малого торца калибра, вычисляемый по формуле:

$$d_{BM} = d_{BO} - (L_K - a) \cdot K, (8)$$

где  $d_{BO}$  – номинальный внутренний диаметр резьбы в основной плоскости, мм;

$L_K$  – фактическая длина калибра, мм;

$K$  – конусность;

$a$  – расстояние от плоскости большого торца калибра до основной плоскости, мм.

**П р и м е ч а н и е** – Для калибров, у которых измерительная плоскость не совпадает с плоскостью большого торца (измерительная плоскость расположена на внутренней поверхности фланца), необходимо к номинальному расстоянию от измерительной до основной плоскости прибавить толщину фланца (расстояние от большого торца калибра до измерительной плоскости).

Допускается укладывать на калибр две проволочки во впадины смежных витков резьбы, при этом на проволочки кладется мера длины, по которой осуществляют контакт наконечника измерительной головки. В этом случае блок концевых мер длины размером  $V_M$ , подкладываемый под ролик, должен быть увеличен на размер концевой меры длины, укладываемой на проволочки.

По разности показаний измерительной головки на калиброванный ролик и проволочке (плитке КМД) определяют отклонение внутреннего диаметра резьбы в основной плоскости.

Фактический внутренний диаметр резьбы определяют, прибавляя или отнимая (в зависимости от знака показаний) полученную разность к номинальному значению внутреннего диаметра резьбы.

Одновременно с определением внутреннего диаметра резьбы на синусной линейке с одной установки проводят определение овальности и конусности по внутреннему диаметру резьбы, прямолинейности образующей конуса по линии внутреннего диаметра резьбы калибров-пробок.

8.4.2.3 Определение овальности и конусности по внутреннему диаметру, прямолинейности образующей конуса по линии внутреннего диаметра резьбы калибров-пробок проводят аналогично указанному в 8.3.2.3 – 8.3.2.5.

#### **8.4.3 Определение внутреннего диаметра резьбы в основной плоскости, конусности и овальности по внутреннему диаметру резьбы калибров-пробок с помощью горизонтального длинномера или горизонтального оптиметра**

8.4.3.1 Определение внутреннего диаметра резьбы, овальности и конусности по внутреннему диаметру калибров-пробок с помощью горизонтального длинномера (приложение В) или горизонтального оптиметра рекомендуется для калибров размером от 20 до 508 мм.

8.4.3.2 Определение внутреннего диаметра резьбы, овальности и конусности по внутреннему диаметру резьбы осуществляют аналогично указанному в 8.3.4.

Внутренний диаметр резьбы калибра измеряют с помощью четырех проволочек (рисунок 5), диаметр которых выбирают по таблице 3.

Прибор на требуемый размер настраивают по установочной мере (гладкой конической пробке), диаметральные размеры которой должны соответствовать параметрам внутреннего конуса резьбы контролируемого калибра-пробки плюс удвоенный диаметр проволочек.

Фактический внутренний диаметр резьбы определяют суммированием показаний прибора (с учетом знака показаний) и аттестованного размера установочной меры (гладкой конической пробки) за вычетом удвоенного диаметра проволочек.

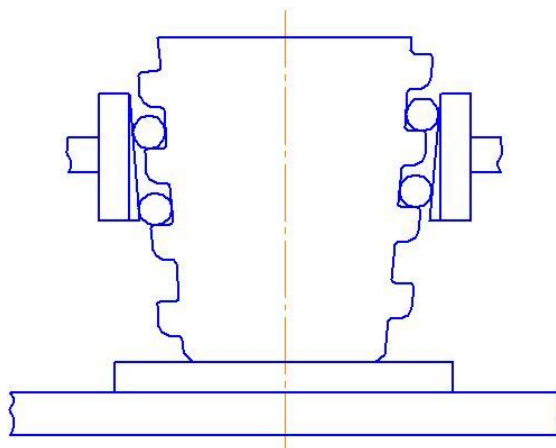


Рисунок 5 – Схема измерения внутреннего диаметра резьбы с помощью четырех проволочек на горизонтальном длинномере

#### **8.4.4 Определение конусности по внутреннему диаметру резьбы, прямолинейности образующей конуса по линии внутреннего диаметра резьбы калибров-пробок с помощью прибора 481К (481КМ)**

8.4.4.1 Определение конусности по внутреннему диаметру резьбы, прямолинейности образующей конуса по линии внутреннего диаметра резьбы калибров-пробок с помощью прибора 481К (приложение Г) рекомендуется для калибров размером до 200 мм.

8.4.4.2 Определение конусности по внутреннему диаметру, прямолинейности образующей конуса по линии внутреннего диаметра резьбы калибров-пробок с помощью прибора 481К (481КМ) осуществляют аналогично указанному в 8.3.5 с применением сферического измерительного наконечника. Диаметр сферического измерительного наконечника выбирают по таблице 3. Контакт измерительного наконечника должен осуществляться по впадинам резьбы (непосредственно по внутреннему диаметру резьбы).

8.4.5 В случае, если внутренний диаметр резьбы в основной плоскости измерить невозможно (основная плоскость расположена вне длины резьбы с полным профилем), измерение выполняют в плоскости измерения. Внутренний диаметр резьбы калибра в основной плоскости вычисляют с учетом фактического расстояния между плоскостью измерения и основной плоскостью.

8.4.6 Отклонения внутреннего диаметра резьбы от номинального значения и отклонения конусности по внутреннему диаметру резьбы, отклонения от прямолинейности образующей конуса по линии внутреннего диаметра резьбы не должны превышать предельных значений, установленных в соответствующих стандартах на технические требования к калибрам.

При измерении конусности (разности диаметров) на длине, отличающейся от той, к которой относятся предельные отклонения конусности, установленные в соответствующих стандартах на технические требования к калибрам, предельные отклонения должны быть пропорционально изменены.

Овальность, отклонения конусности по внутреннему диаметру резьбы и отклонения от прямолинейности образующей конуса по линии внутреннего диаметра резьбы, не указанные в соответствующих стандартах на технические требования к калибрам, должны находиться в пределах поля допускаемых отклонений внутреннего диаметра резьбы.

## **8.5 Определение среднего диаметра резьбы в основной плоскости, конусности и овальности по среднему диаметру резьбы, прямолинейности образующей конуса по линии среднего диаметра резьбы калибров-пробок с треугольным профилем**

### **8.5.1 Определение среднего диаметра резьбы в основной плоскости, конусности и овальности по среднему диаметру резьбы, прямолинейности образующей конуса по линии среднего диаметра резьбы калибров-пробок с помощью УИМ или ДИП**

8.5.1.1 Определение среднего диаметра резьбы, конусности и овальности по среднему диаметру резьбы, прямолинейности образующей конуса по линии среднего диаметра калибров-пробок с помощью универсального измерительного микроскопа типа УИМ (приложение А) или двухкоординатного прибора типа ДИП рекомендуется для калибров размером до 100 мм.

8.5.1.2 Для определения среднего диаметра резьбы калибр устанавливают в центрах УИМ или ДИП так, чтобы малый торец калибра находился справа. От большого торца фиксируют расстояние  $a$  до основной плоскости калибра, указанное в соответствующих стандартах, в зависимости от условного диаметра резьбы.

По левой стороне профиля резьбы устанавливают измерительный нож, совмещают нить профильной или штриховой сетки окулярной головки с изображением риски ножа и обнуляют отсчетное устройство. Затем поперечным перемещением наводят на изображение риски ножа, установленного на противоположной стороне профиля резьбы по левой стороне витка, совмещают с нитью сетки окулярной головки и снимают показания отсчетного устройства. Измерения выполняют три раза и вычисляют среднее арифметическое значение.

Далее устанавливают измерительный нож по правой стороне профиля и выполняют аналогичные измерения, как описаны выше. Измерения проводят в двух осевых сечениях калибра под углом  $90^\circ$ .

Средний диаметр резьбы в основной плоскости калибра-пробки определяют по формуле

$$d_{co} = \frac{d_{cn} + d_{cn}}{2} + F, \quad (9)$$

где  $d_{cn}$ ;  $d_{cn}$  – средние диаметры, полученные при измерении резьбы по правой и левой сторонам профиля, мм;

$F$  – поправка, вычисляемая по формуле:

$$F = \frac{K \cdot P \cdot \tan \varphi \cdot \sin^2 \frac{\alpha}{2}}{2 \cdot \cos \frac{\alpha}{2}}, \quad (10)$$

где  $K$  – конусность;

$P$  – номинальный шаг резьбы, мм;

$\varphi$  – угол уклона конуса резьбы, градус;

$\alpha$  – угол профиля резьбы, градус.

8.5.1.3 Определение овальности и конусности по среднему диаметру резьбы калибров-пробок проводят аналогично указанному в 8.3.1.3 и 8.3.1.4.

8.5.1.4 Определение отклонения от прямолинейности образующей конуса по линии среднего диаметра резьбы проводят путем совмещения нитей окулярной сетки с боковыми сторонами изображения профиля резьбы и снимают показания по поперечной шкале микроскопа в трех точках: у торца малого диаметра, в основной плоскости и по середине калибра.

Отклонение от прямолинейности определяют по формуле:

$$\Delta t = \delta_3 - \frac{\delta_2 - \delta_1}{L_2 - L_1} \cdot (L_3 - L_1), \quad (11)$$

где  $\delta_1$  – показание шкалы микроскопа у малого торца калибра, мм;

$\delta_2$  – показание шкалы микроскопа у большого торца калибра, мм;

$\delta_3$  – показание шкалы микроскопа посередине резьбы калибра;

$L_1$  – расстояние от малого торца до плоскости измерения у малого торца (1 – 1,5 витка от малого торца калибра), мм;

$L_2$  – расстояние от малого торца до плоскости измерения у большого торца (1 – 1,5 витка от большого торца калибра), мм;

$L_3$  – расстояние от малого торца до плоскости измерения по середине резьбы калибра, мм.

При определении  $\delta_1$  показание шкалы принимают за начало отсчета отклонений при последующем измерении  $\delta_2$  и  $\delta_3$ .

Измерения проводят не менее, чем в двух сечениях калибра под углом 90°.

### **8.5.2 Определение среднего диаметра резьбы в основной плоскости, конусности и овальности по среднему диаметру резьбы, прямолинейности образующей конуса по линии среднего диаметра резьбы калибров-пробок при помощи синусной линейки**

8.5.2.1 Определение среднего диаметра, конусности и овальности по среднему диаметру резьбы, прямолинейности образующей конуса по линии среднего диаметра калибров-пробок при помощи синусной линейки рекомендуется для калибров размером от 38 до 508 мм.

8.5.2.2 При определении среднего диаметра установка калибра на синусную линейку и измерения осуществляют аналогично указанному в 8.3.2.2, схема установки калибра на синусной линейке показана на рисунке 6.

Под калибр во впадины резьбы, отступая по одной от торцов, укладывают проволочки, количество которых указано в таблице 4. Допускается укладывать калибр на 2 проволочки.

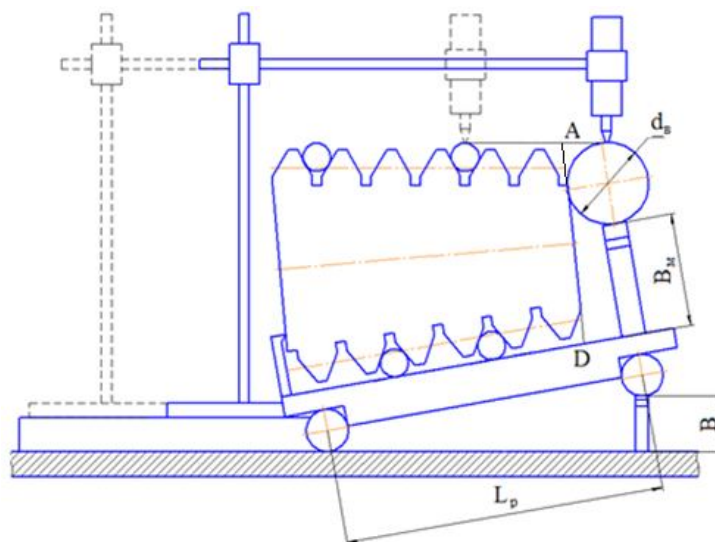


Рисунок 6 - Схема установки калибра на синусную линейку при определении среднего диаметра резьбы

Таблица 4

Номинальный диаметр резьбы, мм	Количество проволочек, шт.
До 73,02	4
Св. 73,02 до 101,60	5
>> 101,60>> 168,28	6
>> 168,28>> 219,08	7
>> 219,08>> 298,45	8
>> 298,45>> 406,40	9
>> 406,40>> 508,00	10

Для обеспечения контакта по среднему диаметру резьбы калибра-пробки диаметр проволочки, укладываемой под калибр, выбирают из числа предпочтительных диаметров по ГОСТ 2475-88 либо определяют по формуле

$$d_n = \frac{P}{2 \cdot \cos \frac{\alpha}{2}}, \quad (12)$$

где  $d_n$  – диаметр проволочек, мм;

$P$  – номинальный шаг резьбы, мм;

$\alpha$  – угол профиля резьбы, градус.

Размер  $B_M$  блока концевых мер длины под калиброванный ролик  $d_B$  рассчитывают по формуле:

$$B_M = (d_{cm} + T) \cdot \cos \varphi - d_B (1 + \sin \varphi), \quad (13)$$

где  $d_B$  – фактический размер калиброванного ролика, мм;

$\varphi$  – угол уклона конуса резьбы, градус;

$\Delta d$  – поправка, вычисляемая по формуле:

$$\Delta d = d_n \left( \frac{1}{\cos \varphi} + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right) - \frac{P}{2} \left( \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} - \operatorname{tg}^2 \varphi \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \right), \quad (14)$$

где

$\alpha$  – угол профиля резьбы, градус;

$P$  – номинальный шаг резьбы, мм;

$d_{cm}$  – средний диаметр резьбы в плоскости малого торца калибра, вычисляемый по формуле:

$$d_{cm} = d_{co} - (L_k - a) \cdot K, \quad (15)$$

где  $d_{co}$  – номинальный средний диаметр резьбы в основной плоскости, мм;

$L_k$  – фактическая длина калибра, мм;

$K$  – конусность;

$a$  – расстояние от плоскости большого торца калибра до основной плоскости, мм.

Примечание – Для калибров, у которых измерительная плоскость не совпадает с плоскостью большого торца (измерительная плоскость расположена на внутренней поверхности фланца), необходимо к номинальному расстоянию от измерительной до основной плоскости прибавить толщину фланца (расстояние от большого торца калибра до измерительной плоскости).

Сверху во впадину резьбы в измеряемом сечении укладывается проволочка такого же диаметра, как и проволочка, подкладываемая под калибр.

Допускается укладывать на калибр две проволочки во впадины смежных витков резьбы, при этом на проволочки кладется мера длины, по которой осуществляют контакт наконечника измерительной головки. В этом случае блок концевых мер длины размером  $V_m$ , подкладываемый под ролик, должен быть увеличен на размер концевой меры длины, укладываемой на проволочки.

По разности показаний измерительной головки на калиброванном ролике и проволочке (плитке КМД) определяют отклонение среднего диаметра резьбы в основной плоскости.

Фактический средний диаметр резьбы определяют, прибавляя или отнимая (в зависимости от знака показаний) полученную разность к номинальному размеру среднего диаметра резьбы.

Одновременно с определением среднего диаметра резьбы на синусной линейке с одной установки проводят определение овальности и конусности по среднему диаметру резьбы, прямолинейности образующей конуса по линии среднего диаметра резьбы калибров-пробок.

8.5.2.3 Определение овальности и конусности по среднему диаметру резьбы, прямолинейности образующей конуса по линии среднего диаметра резьбы калибров-пробок проводят аналогично указанному в 8.3.2.3 – 8.3.2.5.

### **8.5.3 Определение среднего диаметра резьбы в основной плоскости, конусности и овальности по среднему диаметру резьбы калибров-пробок с помощью горизонтального длинномер или горизонтального оптиметра**

8.5.3.1 Определение среднего диаметра резьбы, овальности и конусности по среднему диаметру резьбы калибров-пробок с помощью горизонтального длинномер (приложение В) или горизонтального оптиметра рекомендуется для калибров размером от 20 до 508 мм.

8.5.3.2 Определение среднего диаметра, овальности и конусности по среднему диаметру резьбы на горизонтальном длинномере осуществляют с помощью двух проволочек в заранее отмеченных сечениях и направлениях.

Разметку сечений на универсальном микроскопе проводят в следующем порядке:

- измеряют расстояния  $L_1$  и  $L_2$  от малого торца (пояснения к формуле 11);
- к большому торцу калибра подводят измерительный нож и по грани его наносят чернилами риску на торце. Для отметки впадин, до которых измерялись расстояния  $L_1$  и  $L_2$  на сторонах профиля наносят чернилами риски;
- калибр поворачивают на  $90^\circ$ , измеряют расстояние  $L_4$  от плоскости малого торца до впадины одного из витков и в указанном выше порядке наносят риску на торце и сторонах впадины, до которой измерялось расстояние  $L_4$ .

8.5.3.3 Определение среднего диаметра резьбы на горизонтальном оптиметре проводят следующим образом: на пинольную трубку устанавливают наконечник типа НГЛ-3, а на трубку оптиметра – наконечник типа НГП-8 по ГОСТ 11007-66. На измерительном столе оптиметра на брусок высотой 15 – 20 мм укладывают блок концевых мер размером  $B$ , по которому настраивают оптиметр.

Размер  $B$  блока концевых мер длины рассчитывают по формуле

$$B = d_{cL_1} + \Delta d, (16)$$

где  $d_{cL_1}$  – средний диаметр резьбы на расстоянии  $L_1$  от малого торца калибра, мм;

$\Delta d$  – поправка, вычисляемая по формуле 14.

На блоке концевых мер контролируемый калибр устанавливают малым торцом и прижимают струбциной (рисунок 7).

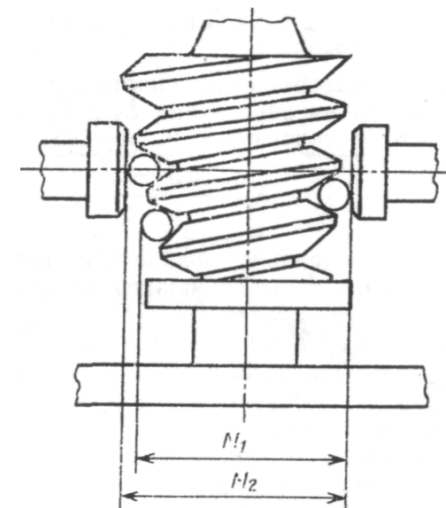


Рисунок 7

Отметки, нанесенные на калибре, должны быть направлены в сторону трубки оптиметра и располагаться в плоскости измерения.

По блоку из концевых мер оптиметр настраивают на нуль. Опуская столик, вводят калибр между наконечниками оптиметра.

В отмеченную впадину резьбы закладывают проволочку, с противоположной стороны закладывают вторую проволочку во впадину, расположенную выше отмеченной, и определяют размер  $M_2$  (рисунок 7). Затем вторую проволочку перекадывают во впадину, расположенную непосредственно ниже отмеченной, и определяют размер  $M_1$ . Диаметр проволочки выбирают аналогично указанному в 8.5.2.2.

Средний диаметр резьбы на расстоянии  $L_1$  от малого торца определяется по формуле

$$d_{cL_1} = \frac{M_1 + M_2 - 2\Delta d}{2}, (17)$$

где  $M_1, M_2$  – измеренные значения, мм;

$\Delta d$  – поправка, вычисляемая по формуле 14.

Примечание – При определении размеров  $M_1$  и  $M_2$  нельзя поворачивать столик оптиметра в вертикальной плоскости.

8.5.3.4 Определение среднего диаметра резьбы на горизонтальном оптиметре (горизонтальном длинномере) с помощью специальных наконечников проводят аналогично указанному в 8.3.4.2.



Прибор на требуемый размер настраивают по установочной мере (гладкой конической пробке). Диаметр в плоскости малого торца гладкой пробки должен быть равен номинальному размеру среднего диаметра резьбы контролируемого калибра в плоскости малого торца  $d_{ср.м}$  плюс поправка  $N$ , определяемая по формуле

$$N = d_{п} \left( 1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right) - \frac{P}{2} \left( \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} - \operatorname{tg}^2 \varphi \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \right), \quad (18)$$

где обозначения те же, что в формуле (14).

При измерении среднего диаметра резьбы в основной плоскости на плоскопараллельной подставке устанавливают гладкую коническую пробку. Перемещая стол, прибор устанавливают на нуль примерно в основной плоскости, затем гладкую пробку заменяют контролируемым калибром (рисунок 8). Во впадины резьбы, примерно в основной плоскости, закладывают проволочки и проводят отсчет по шкале прибора. Показания шкалы определяют отклонения среднего диаметра резьбы.

Измерение среднего диаметра выполняют три раза и вычисляют среднее арифметическое значение. Измерения проводят в двух осевых сечениях калибра под углом  $90^\circ$ .

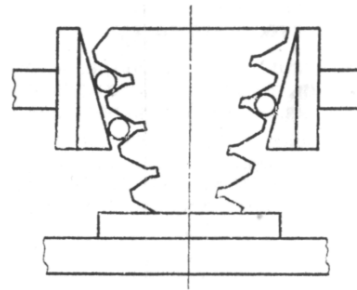


Рисунок 8 – Схема измерения среднего диаметра резьбы на горизонтальном оптиметре

8.5.3.5 Определение овальности проводят следующим образом: измеряют средний диаметр на расстоянии  $L_2$  от малого торца, если плоскость измерения не совпадает с основной плоскостью, то полученный размер приводят к основной плоскости. Затем калибр поворачивают на столе примерно на  $90^\circ$  и измеряют средний диаметр резьбы на расстоянии  $L_4$  от малого торца, полученный размер также приводят к основной плоскости.

Овальность калибра по среднему диаметру резьбы определяют, как разность средних диаметров резьбы, измеренных при повороте на  $90^\circ$ .

8.5.3.6 Определение конусности по среднему диаметру резьбы калибров-пробок проводят аналогично указанному в 8.3.1.4.

#### **8.5.4 Определение конусности по среднему диаметру резьбы, прямолинейности образующей конуса по линии среднего диаметра резьбы калибров-пробок с помощью прибора 481К (481KM)**

8.5.4.1 Определение конусности по среднему диаметру резьбы, прямолинейности образующей конуса по линии среднего диаметра резьбы калибров-пробок с помощью прибора 481К (приложение Г) рекомендуется для калибров размером до 200 мм.

8.5.4.2 Определение конусности по среднему диаметру резьбы, прямолинейности образующей конуса по линии среднего диаметра резьбы калибров-пробок с помощью прибора 481К (481KM) осуществляют аналогично указанному в 8.3.5 с применением сферического измерительного наконечника. Диа-

метр сферического измерительного наконечника выбирают аналогично указанному в 8.5.2.2. Контакт измерительного наконечника должен осуществляться по среднему диаметру резьбы.

8.5.5 В случае, если средний диаметр резьбы в основной плоскости измерить невозможно (основная плоскость расположена вне длины резьбы с полным профилем), измерение выполняют в плоскости измерения. Значение среднего диаметра резьбы калибра в основной плоскости вычисляют с учетом фактического расстояния между плоскостью измерения и основной плоскостью.

8.5.6 Отклонения среднего диаметра резьбы от номинального значения и отклонения конусности по среднему диаметру резьбы, отклонения от прямолинейности образующей конуса по линии среднего диаметра резьбы не должны превышать предельных значений, установленных в соответствующих стандартах на технические требования к калибрам.

При измерении конусности (разности диаметров) на длине, отличающейся от той, к которой относятся предельные отклонения конусности, установленные в соответствующих стандартах на технические требования к калибрам, предельные отклонения должны быть пропорционально изменены.

Овальность, отклонения конусности по среднему диаметру резьбы и отклонения от прямолинейности образующей конуса по линии среднего диаметра резьбы, не указанные в соответствующих стандартах на технические требования к калибрам, должны находиться в пределах поля допуска среднего диаметра резьбы.

## 8.6 Определение шага резьбы калибров-пробок

### 8.6.1 Определение шага резьбы калибров-пробок с помощью УИМ или ДИП

8.6.1.1 Определение шага резьбы калибров-пробок с помощью универсального измерительного микроскопа типа УИМ или двухкоординатного прибора типа ДИП рекомендуется для калибров размером до 245 мм. Калибры диаметром свыше 100 мм проверяют в повышенных центрах. Калибры-пробки диаметром свыше 245 мм допускается проверять по гипсовой отливке.

8.6.1.2 Определение шага резьбы калибров-пробок на УИМ или ДИП при помощи измерительных ножей проводят следующим образом:

Для определения шага резьбы калибр устанавливают в центрах УИМ так, чтобы малый торец находился справа. Нож придвигают к боковой поверхности соответствующих витков резьбы со стороны профиля, обращенного к наблюдателю. Нить сетки окулярной головки совмещают с изображением риски ножа и проводят отсчеты по продольной и поперечной шкалам прибора.

Затем перемещают стол прибора в продольном направлении на расстояние  $A$ , мм, соответствующее номинальному значению шага резьбы на данном участке и рассчитываемое по формуле

$$A = P \cdot n, \quad (19)$$

где  $P$  – номинальный шаг резьбы, мм;

$n$  – количество витков, между которыми проводят измерения.

Стол прибора перемещают в поперечном направлении на расстояние  $B$ , мм, рассчитываемое по формуле

$$B = P \cdot n \cdot \tan 2\varphi, \quad (20)$$

где  $P, n$  – пояснения к формуле 19;

$\varphi$  – угол уклона конуса резьбы калибра, градус.

Затем дополнительным перемещением стола в продольном направлении добиваются совпадения нити окулярной сетки с изображением риски ножа и проводят отсчеты по отчетному устройству.

Отклонение шага резьбы на данном участке определяют значением дополнительного перемещения стола.

За значение отклонения шага резьбы принимают среднее арифметическое из результатов трех измерений, проведенных на данном участке резьбы по правым и левым сторонам профиля (при выполнении трех измерений по каждой из сторон профиля).

8.6.1.3 Определение шага резьбы калибров-пробок на УИМ или ДИП без измерительных ножей допускается для калибров-пробок с треугольным профилем и предельными отклонениями шага резьбы свыше 10 мкм.

Для определения шага резьбы без измерительных ножей, по штриховой головке, калибр устанавливают в центрах микроскопа так, чтобы малый торец находился справа. Перемещая каретку микроскопа в продольном и поперечном направлениях, совмещают точку пересечения нитей окулярной сетки с изображением вершин витков резьбы (рисунок 9) путем совмещения нитей окулярной сетки с боковыми сторонами изображения профиля резьбы. Значение шага резьбы на данном участке определяют разностью отсчетов по продольной шкале.

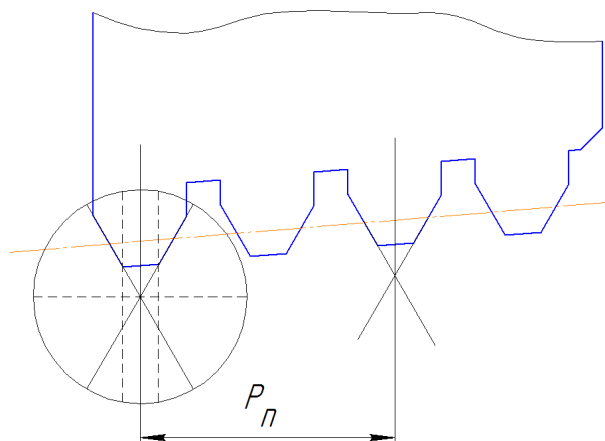


Рисунок 9 –Схема измерения шага резьбы на УИМ без измерительных ножей

8.6.1.4 Определение шага резьбы калибров-пробок на УИМ или ДИП по гипсовой отливке проводят, установив ее на микроскопе с помощью специального приспособления (приложение Д). Толщина отливки (резьбовая часть отливки, измеренная по длине окружности проверяемой резьбы) не должна превышать 5 мм, так как вогнутая поверхность отливки вносит искажение при измерении профиля на микроскопе. Резьбовая часть отливки (измеренная вдоль оси резьбы) должна быть длиной не менее 30 мм.

Способ изготовления отливки калибра-пробки представлен в приложении Д. Измерения по отливке проводятся в плоскости, близкой к диаметральной плоскости резьбового калибра. Поэтому определение шага резьбы по отливке проводят аналогично указанному в 8.6.1.2 и 8.6.1.3.

8.6.1.5 Определение шага резьбы калибров-пробок на ДИП теневым методом проводят, установив калибр в центрах ДИП так, чтобы малый торец находился справа. При этом колонку ДИП необходимо наклонить в соответствующую сторону на угол, равный углу подъема винтовой линии резьбы. Совмещают одну из штриховых линий сетки угломерной головки с образующей теневого контура и проводят отсчеты по продольной и поперечной шкалам прибора. Далее измерения осуществляют аналогично указанному в 8.6.1.2 и дополнительным перемещением стола в продольном направлении добиваются совпадения нити окулярной сетки с образующей теневого контура.

Отклонение шага резьбы на данном участке определяют значением дополнительного перемещения стола.

За значение отклонения шага резьбы принимают среднее арифметическое из результатов трех измерений, проведенных на данном участке резьбы по правым и левым сторонам профиля (при выполнении трех измерений по каждой из сторон профиля).

### **8.6.2 Определение шага резьбы калибров-пробок с помощью шагомера НИИК-100/31**

8.6.2.1 Определение шага резьбы калибров-пробок с помощью шагомера НИИК-100/31 с микронной индикаторной головкой рекомендуется для калибров размером от 50 до 426 мм и предельным отклонением шага свыше 10 мкм.

8.6.2.2 При определении шага резьбы прибором НИИК-100/31 используют сферические измерительные наконечники, диаметр которых определяется профилем резьбы. Для резьбы с трапецеидальным профилем диаметр измерительных наконечников выбирают по таблице 3 в соответствии с 8.4.2.2, для резьбы с треугольным профилем выбор диаметра измерительных наконечников аналогичен выбору диаметра проволок для измерения среднего диаметра резьбы (см. 8.5.2.2).

8.6.2.3 Определение шага резьбы калибров-пробок с помощью шагомера НИИК-100/31 проводят сличением с настроечным шаблоном (резьбовым калибром-пробкой), номинальный размер (шаг) которого равен шагу контролируемого калибра.

Прибор НИИК-100/31 (приложение Е) настраивают на требуемый размер по настроечному шаблону, а затем, вводя наконечники прибора во впадины резьбы контролируемого калибра, снимают показания микронной индикаторной головки. Фактическое значение шага резьбы определяют суммированием аттестованного размера настроечного шаблона и показаний прибора (с учетом знака показаний).

При определении шага резьбы прибором НИИК-100/31 измерения осуществляют параллельно образующей конуса резьбы. Пересчет фактического размера шага резьбы в направлении, параллельном оси резьбы проводится по формуле

$$P = P_1 \cos \varphi, \quad (21)$$

где  $P_1$  – шаг резьбы по линии, параллельной образующей конуса резьбы, мм;

$\varphi$  – угол уклона конуса резьбы, градус.

### **8.6.3 Определение шага резьбы калибров-пробок с помощью прибора 481К (481KM)**

8.6.3.1 Определение шага резьбы калибров-пробок с помощью прибора 481К (481KM) рекомендуется для калибров размером до 200 мм.

8.6.3.2 Определение шага резьбы калибров-пробок проводят на приборе типа 481К, установив калибр на измерительный стол прибора аналогично 8.3.5. При проверке шага резьбы применяется сферический измерительный наконечник, диаметр которого выбирают, как описано в 8.6.2.2. При проверке шага резьбы калибра-пробки на приборе типа 481К необходимо следить за тем, чтобы сферический измерительный наконечник контактировал по среднему диаметру резьбы при измерении калибра с треугольным профилем резьбы, либо с боковой нагрузочной стороной впадины при измерении калибра с трапецидальным профилем резьбы. Отсчеты снимаются по измерительному устройству прибора. При определении шага резьбы прибором 481К (481КМ) измерения осуществляют параллельно образующей конуса резьбы.

#### **8.6.4 Определение накопленного отклонения шага резьбы калибров-пробок**

При определении накопленного отклонения шага резьбы проводят измерения всех шагов в пределах длины свинчивания или заданной длины. Измерения проводят вдоль оси, в одной осевой плоскости и по одну сторону от оси резьбы. На основании полученных результатов измерений вычисляют накопленное отклонение шага резьбы.

8.6.5 Шаг резьбы калибров-пробок измеряют параллельно оси резьбы не менее чем в двух взаимно перпендикулярных сечениях калибра между каждым витком по всей длине (отступая на один виток от начала нарезанной части с каждой стороны) и не реже чем через 25,4 мм. При измерении шага резьбы параллельно образующей конуса резьбовой поверхности, полученное значение должно быть пересчитано в направлении, параллельном оси резьбы.

Отклонения шага резьбы от номинального значения не должны превышать предельных значений, установленных в соответствующих стандартах на технические требования к калибрам.

### **8.7 Определение геометрических параметров элементов профиля резьбы калибров-пробок**

8.7.1 Определение геометрических параметров элементов профиля резьбы калибров-пробок осуществляют одновременно с определением шага резьбы не менее чем на трех витках, расположенных в начале, середине и конце калибра с помощью универсального измерительного микроскопа типа УИМ (приложение А) или двухкоординатного прибора типа ДИП для калибров размером до 245 мм. Калибры-пробки размером свыше 245 мм допускается проверять по гипсовой отливке (способ изготовления в приложении Д).

#### **8.7.2 Определение угла наклона боковой стороны профиля резьбы калибров-пробок**

Определение угла наклона боковой стороны профиля калибров-пробок на УИМ или ДИП осуществляют при помощи измерительных ножей или теневым методом. При определении угла наклона боковой стороны профиля резьбы теневым методом необходимо колонку ДИП наклонить в соответствующую сторону на угол, равный углу подъема винтовой линии резьбы калибра.

Устанавливают сетку угломерной головки перпендикулярно оси резьбы (рисунок 10а), далее поворотом сетки угломерной головки совмещают среднюю штриховую линию с риской измерительного ножа или образующей стороны профиля резьбы (рисунок 10б) и снимают отсчет по угловой шкале. Разность между полученным отсчетом и нулевым положением сетки дает значение угла наклона боковой стороны профиля. Трехразовые измерения проводят по правой и левой сторонам профиля резьбы. Аналогичные измерения проводят с противоположной стороны профиля резьбы. За значение угла наклона боковой стороны профиля калибров принимают среднеарифметическое результатов измерений не менее чем на трех витках резьбы.

Отклонения угла наклона боковой стороны профиля от номинального значения не должны превышать предельных значений, установленных в соответствующих стандартах на технические требования к калибрам.

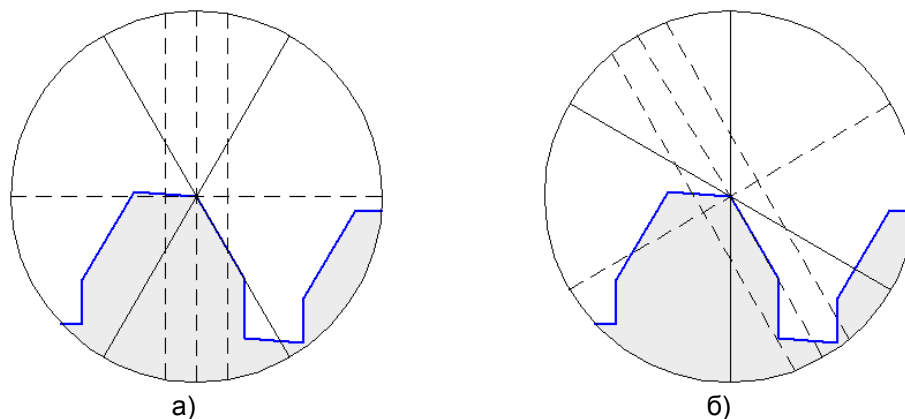


Рисунок 10 – Схема измерения угла наклона боковой стороны профиля

### 8.7.3 Определение прямолинейности боковых сторон профиля резьбы калибров-пробок

Определение прямолинейности сторон профиля резьбы калибра на УИМ или ДИП проводится без измерительных ножей. Разворачивают нить угломерной головки на величину угла наклона боковой стороны профиля, совмещают нить угломерной головки с крайней точкой непрямолинейного участка боковой стороны профиля и обнуляют отсчетное устройство. Продольным перемещением совмещают противоположную крайнюю точку непрямолинейного участка боковой стороны профиля резьбы с нитью угломерной головки и снимают показания отсчетного устройства. Расстояние между крайними точками непрямолинейного участка боковой стороны профиля резьбы в направлении, перпендикулярном оси резьбы, определяет отклонение от прямолинейности. Трехразовые измерения проводят по правой и левой сторонам профиля резьбы.

Отклонения от прямолинейности сторон профиля резьбы не должны превышать предельных значений, установленных в соответствующих стандартах на технические требования к калибрам.

### 8.7.4 Определение высоты профиля резьбы калибров-пробок

Для определения высоты профиля резьбы калибр устанавливают в центрах УИМ или ДИП так, чтобы малый торец калибра находился справа. Нити профильной или штриховой сетки совмещают по линии вершин профиля резьбы и обнуляют отсчетное устройство. Затем поперечным перемещением устанавливают нити профильной или штриховой сетки по линии впадин профиля резьбы. Высоту профиля резьбы определяют по разности отсчетов отсчетного устройства поперечного перемещения. Измерения выполняют три раза и вычисляют среднее арифметическое значение.

Отклонения высоты профиля резьбы от номинального значения не должны превышать предельных значений, установленных в соответствующих стандартах на технические требования к калибрам.

### 8.7.5 Определение радиусов скруглений и фасок профиля резьбы калибров-пробок

8.7.5.1 Для определения радиусов скруглений и фасок профиля резьбы калибр устанавливают в центрах УИМ или ДИП. Центральное перекрестие штрихов окулярной угломерной головки устанавливают таким образом, чтобы при вращении штриховой сетки центральная штриховая линия совмещалась с изображением обеих прилегающих сторон угла, при вершине которого контролируется радиус скругления или фаска.

При этом отсчеты по продольному и поперечному отсчетным устройствам являются координатами вершины этого угла. Затем центральное перекрестие штриховой головки совмещают с контуром изображения радиуса скругления не менее чем в пяти точках, расположенных примерно на равных расстояниях по контуру радиуса. Крайние точки должны находиться на пересечении радиуса скругления со сторонами угла.

Координаты всех точек, включая и вершину угла, наносят в масштабе не менее 100:1 на бумагу или компьютерную программу (при условии, что УИМ модернизирован и оснащен соответствующим программным обеспечением). Полученное расположение точек совмещают с шаблоном, выполненным в том же масштабе, где стороны угла скруглены наибольшим и наименьшим допускаемыми радиусами. Расположение точек, соответствующих контуру радиуса скругления, внутри предельного контура чертежа указывает на то, что радиус скругления профиля резьбы калибра выполнен в пределах допускаемых отклонений.

Допускается проводить проверку радиусов скруглений профиля резьбы методом обкатки штриховой окулярной сеткой. Перемещая предметный стол микроскопа с калибром в прямоугольных координатах, устанавливают его таким образом, чтобы при вращении штриховой сетки изображение контура скругления профиля резьбы не смещалось относительно штриховой линии. Радиус скругления определяют измерением расстояния от центрального перекрестия штрихов окулярной угломерной головки до контура скругления профиля резьбы калибра.

8.7.5.2 Вершину угла, при котором контролируется фаска, определяют аналогично, как при проверке радиуса скругления (см. 8.7.5.1). Разность отсчетов по продольному отсчетному устройству микроскопа при совмещении центрального перекрестия штрихов с вершиной угла и с точкой пересечения фаски с наружным диаметром резьбы калибра определяет размер контролируемой фаски. Угол наклона фаски проверяется с помощью градусной круговой шкалы.

8.7.5.3 Отклонения радиусов скругления и размера фаски не должны превышать предельных значений, установленных в соответствующих стандартах на технические требования к калибрам.

## **8.8 Определение перпендикулярности измерительной плоскости калибра-пробки к оси резьбы**

### **8.8.1 Определение перпендикулярности измерительной плоскости калибра-пробки к оси резьбы с помощью прибора типа ПБ-500М или специального приспособления типа БВ-812**

Определение перпендикулярности измерительной плоскости калибров-пробок к оси резьбы проводят у торца калибра большого диаметра на приборе ПБ-500М (приложение Ж) с применением измерительной головки с ценой деления 0,001 мм и технологической оправки или на специальном приспособлении типа БВ-812 (приложение И) для калибров, не имеющих центровых отверстий.

Наибольшая разность показаний измерительной головки при двух взаимно противоположных (под углом 180°) положениях калибра определяет удвоенное значение отклонения от перпендикулярности измерительной плоскости калибра-пробки к оси резьбы.

### **8.8.2 Определение перпендикулярности измерительной плоскости калибра-пробки к оси резьбы с помощью УИМ**

Определение перпендикулярности измерительной плоскости калибра-пробки к оси резьбы с помощью универсального измерительного микроскопа типа УИМ или двухкоординатного прибора типа ДИП рекомендуется для калибров размером до 245 мм.

Для определения перпендикулярности измерительной плоскости к оси резьбы используют измерительные ножи, установив калибр-пробку в центрах микроскопа. К малому (большому) торцу при двух взаимно противоположных (под углом  $180^\circ$ ) положениях калибра вплотную подводят измерительный нож. Вертикальную линию штриховой сетки микроскопа совмещают с изображением риски измерительного ножа и по угловой шкале микроскопа снимают показания. Разность показаний угловой шкалы микроскопа при измерении и нулевого положения угловой шкалы определяет отклонение от угла  $90^\circ$ .

8.8.3 Отклонения от перпендикулярности не должны превышать предельных значений, установленных в соответствующих стандартах на технические требования к калибрам.

## 8.9 Определение шага резьбы калибров-колец

### 8.9.1 Определение шага резьбы калибров-колец с помощью шагомера НИИК-100/31

Определение шага резьбы калибров-колец с помощью шагомера НИИК-100/31 с микронной индикаторной головкой рекомендуется для калибров размером от 73 до 426 мм и предельным отклонением шага резьбы свыше 10 мкм. Определение шага резьбы калибров-колец с помощью шагомера НИИК-100/31 проводят аналогично проверке шага резьбы калибров-пробок в соответствии с 8.6.2.

### 8.9.2 Определение шага резьбы калибров-колец с помощью прибора 481К (481КМ)

Определение шага резьбы калибров-колец с помощью прибора 481К (481КМ) рекомендуется для калибров размером от 40 до 220 мм.

Определение шага резьбы калибров-колец проводят на приборе типа 481К (481КМ) аналогично указанному в 8.6.3 и в соответствии с рисунком 11. При этом измерения осуществляют параллельно образующей конуса резьбы и полученное значение шага резьбы должно быть пересчитано в направлении параллельном оси резьбы по формуле 21.

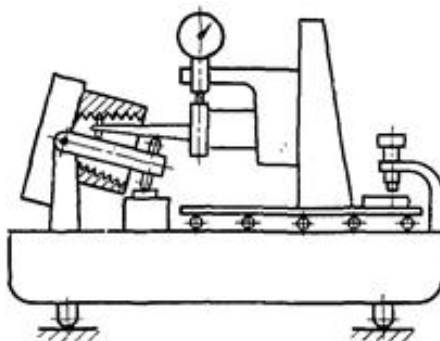


Рисунок 11 – Схема измерения шага резьбы калибра-кольца прибором 481К (481КМ)

### 8.9.3 Определение шага резьбы калибров-колец по гипсовой отливке с помощью УИМ или ДИП

Определение шага резьбы калибров-колец по гипсовой отливке с помощью универсального измерительного микроскопа типа УИМ или двухкоординатного прибора типа ДИП рекомендуется для калибров размером свыше 200 мм.

Толщина отливки (резьбовая часть отливки, измеренная по длине окружности проверяемой резьбы) должна быть не менее 20 мм у калибров-колец диаметром до 76 мм и не менее 25 мм у калибров-колец диаметром свыше 76 мм. Резьбовая часть отливки (измеренная вдоль оси резьбы) должна быть длиной не менее 30 мм.



Способ изготовления отливки калибра-кольца представлен в приложении Д. При изготовлении отливки используют специальное приспособление для заливки (приложение Д), позволяющее воспроизвести ось калибра-кольца при установке приспособления с отливкой в центра УИМ или ДИП. Поэтому определение шага резьбы по отливке проводят аналогично указанному в 8.6.1.2 и 8.6.1.3.

8.9.4 Шаг резьбы калибров-колец измеряют не менее чем в двух взаимно перпендикулярных сечениях калибра между каждым витком по всей длине (отступая на один 1-1,5 витка от начала нарезанной части с каждой стороны) и не реже чем через 25,4 мм. При измерении шага резьбы параллельно образующей конуса резьбы, полученное значение должно быть пересчитано в направлении, параллельном оси резьбы.

Отклонения шага резьбы от номинального значения не должны превышать предельных значений, установленных в соответствующих стандартах на технические требования к калибрам.

#### **8.10 Определение геометрических параметров элементов профиля резьбы калибров-колец**

Определение геометрических параметров элементов профиля резьбы калибров-колец (угла наклона боковой стороны профиля, прямолинейности сторон профиля, высоты профиля, радиусов скруглений и фасок профиля резьбы) проводят по отливке, установленной в центрах УИМ или ДИП с помощью специального приспособления.

Способ приготовления отливки в приспособлении и требования к отливке приведены в 8.9.3 и приложении Д. Измерение геометрических параметров элементов профиля резьбы калибров-колец проводят аналогично указанному в 8.7.

Отклонения геометрических параметров элементов профиля резьбы калибров-колец (угла наклона боковой стороны профиля, прямолинейности сторон профиля, высоты профиля, радиусов скруглений и фасок профиля резьбы) не должны превышать предельных значений, установленных в соответствующих стандартах на технические требования к калибрам.

#### **8.11 Определение конусности и прямолинейности образующей конуса резьбы калибров-колец**

8.11.1 При определении конусности и прямолинейности образующей конуса резьбы калибров-колец используют сферические измерительные наконечники, диаметр которых зависит от контролируемого параметра.

При определении конусности по среднему диаметру резьбы и прямолинейности образующей конуса по линии среднего диаметра резьбы (для резьбы с треугольным профилем) калибров-колец контакт измерительного наконечника должен осуществляться по среднему диаметру резьбы. Диаметр сферического измерительного наконечника определяют в соответствии с 8.5.2.2 аналогично выбору диаметра проволок для измерения среднего диаметра резьбы.

При определении конусности по внутреннему диаметру резьбы и прямолинейности образующей конуса по линии внутреннего диаметра резьбы (для резьбы с треугольным и трапецеидальным профилем) диаметр сферического измерительного наконечника выбирают исходя из условия обеспечения контакта наконечника по внутреннему диаметру резьбы (по вершинам витков резьбы).

При определении конусности по наружному диаметру резьбы прямолинейности образующей конуса по линии наружного диаметра резьбы (для резьбы трапецеидальным профилем) диаметр сферического измерительного наконечника выбирают исходя из условия обеспечения контакта наконечника по наружному диаметру резьбы (по впадинам и боковой стороне профиля, имеющей угол наклона  $3^\circ$ ) по таблице 3 в соответствии с 8.4.2.2.

### **8.11.2 Определение конусности и прямолинейности образующей конуса резьбы калибров-колец с помощью прибора 481К (481КМ)**

8.11.2.1 Определение конусности и прямолинейности образующей конуса резьбы калибров-колец с помощью прибора 481К (приложение Г) рекомендуется для калибров размером до 200 мм.

8.11.2.2 Установку контролируемого калибра на приборе 481К (481КМ) и измерение конусности калибров-колец с помощью прибора 481К (481КМ) осуществляют аналогично указанному в 8.3.5.

У малого торца измерительную головку настраивают на «ноль» и проводят отсчет у большого торца калибра по верхней и нижней образующей.

Отклонение конусности резьбы определяют по формуле

$$\Delta K = (h_1 - h_2) + (h_3 - h_4) \cdot \cos \varphi, \quad (22)$$

где  $h_1$  – показание измерительной головки у большого торца на нижней образующей калибра, мм;

$h_2$  – показание измерительной головки у малого торца на нижней образующей калибра, мм;

$h_3$  – показание измерительной головки у большого торца на верхней образующей калибра, мм;

$h_4$  – показание измерительной головки у малого торца на верхней образующей калибра, мм;

$\varphi$  – угол уклона конуса резьбы, градус.

Измерения проводят в двух осевых сечениях калибра под углом  $90^\circ$  на длине резьбы с полным профилем.

8.11.2.3 Определение прямолинейности образующей конуса резьбы калибров-колец с помощью прибора 481К (481КМ) проводят аналогично указанному в 8.3.2.5.

### **8.11.3 Определение конусности и прямолинейности образующей конуса резьбы калибров-колец с помощью синусной линейки**

8.11.3.1 Определение конусности и прямолинейности образующей конуса резьбы калибров-колец при помощи синусной линейки рекомендуется для калибров размером свыше 324 мм.

8.11.3.2 Для определения конусности и прямолинейности образующей конуса резьбы калибр устанавливают на синусную линейку так, чтобы с упором синусной линейки контактировала плоскость малого торца калибра-кольца. С помощью струбицы калибр надежно закрепляют на синусной линейке. Синусную линейку устанавливают на заданный угол  $\varphi$  на поверочной плите с помощью блока КМД размером  $B_1$ .

Размер  $B_1$  блока КМД, устанавливаемого под ролик синусной линейки рассчитывают по формуле:

$$B_1 = L_p \cdot \sin \varphi, \quad (23)$$

где  $L_p$  – фактическое расстояние между осями роликов синусной линейки, мм;

$\varphi$  – угол уклона конуса резьбы, градус.

При этом образующая конуса резьбы калибра (верхняя или нижняя, в зависимости от того, под какой ролик подложен блок из концевых мер размером  $V_1$ ) принимает горизонтальное положение.

Калибр базируется на синусной линейке по грубо обработанному диаметру, возможно, что образующая конуса резьбы калибра займет не строго горизонтальное положение относительно поверочной плиты. В этом случае необходимо скорректировать размер  $V_1$  блока из концевых мер длины путем увеличения или уменьшения его размера таким образом, чтобы непараллельность образующей конуса резьбы калибра относительно плиты не превышала 0,05 мм на длине калибра.

Параллельность образующей конуса резьбы калибра относительно поверочной плиты проверяют с помощью измерительной головки, закрепленной в штативе. Разность показаний измерительной головки у большого и малого торцов калибра характеризует непараллельность образующей конуса резьбы калибра.

Изменение размера  $V_1$  блока концевых мер длины происходит на величину  $b$ , вычисляемую по формуле

$$b = \frac{L_p}{L_H} \cdot b_1, (24)$$

где  $L_p$  – фактическое расстояние между осями роликов синусной линейки, мм;

$L_H$  – длина калибра, на которой проводилось измерение параллельности, мм;

$b_1$  – предварительно найденная величина непараллельности образующей конуса резьбы на длине  $L_H$ , мм.

После корректировки блока концевых мер длины размером  $V_1$  снова проверяют непараллельность образующей конуса резьбы калибра путем определения показаний измерительной головки у большого и малоторцов калибра.

Затем под другой ролик синусной линейки подкладывают блок из концевых мер длины, отличающийся по размеру от блока из концевых мер длины, находившегося под первым роликом, на величину  $b$ , то есть, если под первым роликом блок из концевых мер длины был больше номинального размера  $V_1$  на величину  $b$ , то под другой ролик подкладывают блок из концевых мер длины меньше номинального размера  $V_1$  на ту же величину  $b$  и наоборот.

Измерительную головку устанавливают в штатив таким образом, чтобы ее наконечник мог бы контактировать по другой образующей конуса резьбы калибра, которая в этом случае будет находиться в горизонтальном положении. Разность показаний измерительной головки определит величину непараллельности образующей конуса резьбы калибра. В этом случае отклонение конусности резьбы от номинального значения определяется как алгебраическая сумма отклонений у большого торца в первом и во втором положениях калибра, взятая с обратным знаком.

Измерения проводят в двух осевых сечениях калибра под углом  $90^\circ$  на длине резьбы с полным профилем.

8.11.3.3 Определение прямолинейности образующей конуса калибров-колец проводят аналогично указанному в 8.3.2.5.

8.11.4 Отклонения конусности, отклонения от прямолинейности образующей конуса резьбы не должны превышать предельных значений, установленных в соответствующих стандартах на технические требования к калибрам.

При измерении конусности резьбы (разности диаметров) на длине, отличающейся от той, к которой относятся предельные отклонения конусности, установленные в соответствующих стандартах на технические требования к калибрам, предельные отклонения должны быть пропорционально изменены.

Отклонения конусности и отклонения от прямолинейности образующей конуса резьбы, не указанные в соответствующих стандартах на технические требования к калибрам, должны находиться в пределах поля допускаемых отклонений диаметров резьбы.

### 8.12 Определение внутреннего и наружного диаметров резьбы калибров-колец косвенным методом с помощью УИМ или ДИП

8.12.1 Определение внутреннего и наружного диаметров резьбы калибров-колец косвенным методом с помощью УИМ или ДИП проводится по гипсовой отливке одновременно с контролем угла наклона боковой стороны профиля резьбы путем определения величины среза вершины витка резьбы калибрас (рисунок 12) и сравнения ее с расчетным значением. Способ изготовления и требования к отливке калибра-кольца приведены в 8.9.3 и приложении Д.

8.12.2 При определении внутреннего диаметра резьбы калибров-колец на УИМ гипсовую отливку устанавливают в центрах микроскопа. Нити профильной или штриховой сетки микроскопа совмещают с профилем резьбы отливки, затем поперечным перемещением устанавливают нить штриховой сетки по линии вершин витков профиля резьбы. Величину  $s$  определяют по разности отсчетов отсчетного устройства поперечного перемещения (рисунок 12а). Измерения выполняют три раза и вычисляют среднее арифметическое значение.

Внутренний диаметр резьбы калибров-колец  $d_{eo}$ , мм, в основной плоскости определяют по формуле

$$d_{eo} = 2c - H + d_{co}, \quad (25)$$

где  $c$  – срез вершины витка резьбы калибра, измеренная на УИМ, мм;

$d_{co}$  – номинальный средний диаметр резьбы в основной плоскости, мм;

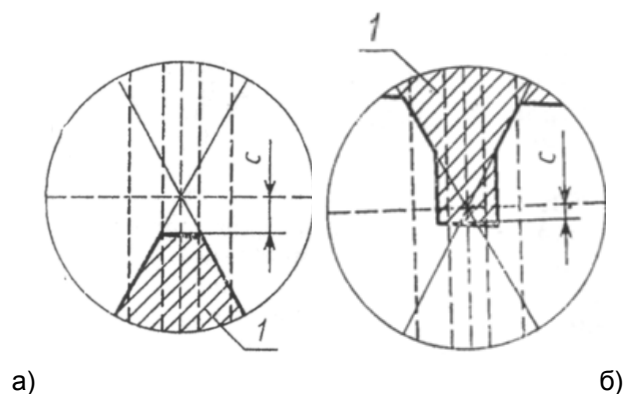
$H$  – высота исходного треугольника профиля резьбы, мм, вычисляемая по формуле

$$H = \frac{P}{2} \left( \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} - \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \cdot \operatorname{tg}^2 \varphi \right), \quad (26)$$

где  $P$  – номинальный шаг резьбы мм;

$\varphi$  – угол уклона конуса резьбы, градус;

$\alpha$  – угол профиля резьбы, градус.



1 – отливка

Рисунок 12 – Схема измерения величины  $s$  при определении диаметров калибров-колец

8.12.3 Определение наружного диаметра резьбы калибров-колец проводят одновременно с определением угла наклона боковой стороны профиля резьбы при помощи отливки, установленной в специальное приспособление в центра микроскопа, аналогично определению внутреннего диаметра резьбы (см. 8.12.2). При этом тело отливки должно находиться на точке пересечения нитей окулярной сетки или ниже (рисунок 12б).

8.12.4 В случае, если внутренний или наружный диаметр резьбы в основной плоскости измерить невозможно (основная плоскость расположена вне длины резьбы с полным профилем), измерение выполняют в плоскости измерения. Значение внутреннего или наружного диаметра резьбы калибра в основной плоскости вычисляется с учетом фактического расстояния между плоскостью измерения и основной плоскостью.

Отклонения внутреннего или наружного диаметра резьбы от номинального значения не должны превышать предельных значений, установленных в соответствующих стандартах на технические требования к калибрам.

### **8.13 Определение диаметров, овальности, конусности (разности диаметров) и прямолинейности образующей конуса гладких калибров-пробок**

При определении диаметров, овальности, конусности (разности диаметров) и прямолинейности образующей конуса гладких калибров-пробок измерения проводятся аналогично измерениям наружного диаметра резьбы в основной плоскости, овальности, конусности и прямолинейности образующей конуса по линии наружного диаметра резьбовых калибров-пробок в соответствии с 8.3.

### **8.14 Определение конусности (разности диаметров) и прямолинейности образующей конуса гладких калибров-колец**

При определении конусности (разности диаметров) и прямолинейности образующей конуса гладких калибров-колец измерения проводятся аналогично измерениям конусности и прямолинейности образующей конуса резьбы резьбовых калибров-колец в соответствии с 8.11.

### **8.15 Определение натягов резьбовых и гладких рабочих калибров-колец по гладким контрольным калибрам-пробкам**

При проверке натяга гладкий контрольный калибр-пробка должен быть вставлен усилием руки в калибр-кольцо. Определение натяга проводят с помощью индикаторного глубиномера или нутромера в четырех точках, равномерно расположенных по окружности.

### **8.16 Определение парного, взаимозаменяемого натяга калибров и параллельности измерительной плоскости припасованного калибра-кольца относительно измерительной плоскости калибра-пробки**

8.16.1 Определение шага, угла наклона боковой стороны профиля, внутреннего диаметра, конусности по среднему и внутреннему диаметру резьбы и натяга свинченной пары калибров-колец для диаметров менее 60 мм проводят контрольными калибрами-пробками.

При свинчивании контрольного калибра-пробки с кольцом контрольная плоскость контрольного калибра-кольца должна совпадать с плоскостью уступа (основной плоскостью) или не доходить до него в соответствии с нормами, установленными в соответствующих стандартах на технические требования к калибрам.

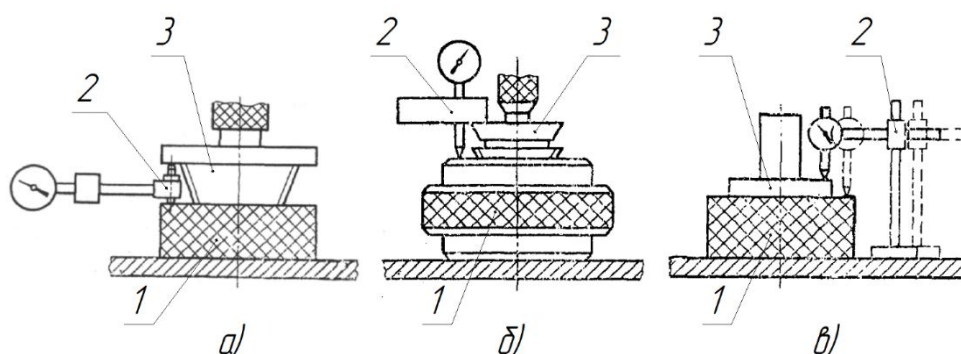
### 8.16.2 Определение парного натяга калибров

Перед определением парного натяга калибры тщательно очищают. Допускается легкая смазка калибров минеральным маслом. С целью уменьшения влияния масляной прослойки на величину натяга рекомендуют при этом провести трехкратное предварительное свинчивание калибров.

При измерении натяга предварительно резьбовую пару калибров свинчивают от руки. Для обеспечения плотного свинчивания применяют специальные приспособления: рычаг, в виде стержня, длиной равной трехкратному значению размера калибра; специальное приспособление с падающим грузом.

Парный натяг свинченной пары эталонных, контрольных или рабочих калибров в зависимости от конструкции калибра определяют по одной из схем на рисунке 13 не менее чем в шести точках, расположенных на расстоянии 3—5 мм от края торца.

За фактический натяг принимают среднее арифметическое из шести измерений. При этом отклонения натяга в каждой проверяемой точке не должны выходить за предельные отклонения, установленные в соответствующих стандартах на технические требования к калибрам.



- 1 – калибр-кольцо
- 2 – отсчетное устройство
- 3 – калибр-пробка

Рисунок 13 – Схема измерения натяга свинченной пары калибров

### 8.16.3 Определение взаимозаменяемого натяга калибров

При определении взаимозаменяемого натяга свинчивают пару: эталонная калибр-пробка с контрольным калибр-кольцом и эталонное калибр-кольцо с контрольной калибр-пробкой, либо контрольная калибр-пробка с рабочим калибр-кольцом и контрольное калибр-кольцо с рабочей калибр-пробкой. Взаимозаменяемый натяг свинченной пары калибров определяют в соответствии с 8.16.2

8.16.4 Значения парного и взаимозаменяемого натягов не должны превышать значений, установленных в соответствующих стандартах на технические требования к калибрам.

8.16.5 За отклонение от параллельности контрольной плоскости припасованного эталонного калибра-кольца относительно контрольной плоскости эталонного калибра-пробки, контрольного калибра-кольца относительно контрольной плоскости контрольного калибра-пробки и рабочего калибра-кольца относительно контрольной плоскости рабочего калибра-пробки принимают наибольшую разность из шести измерений, выполненных в соответствии с 8.16.2.

Отклонения от параллельности контрольной плоскости припасованного калибра-кольца относительно контрольной плоскости калибра-пробки не должны превышать значений, установленных в соответствующих стандартах на технические требования к калибрам.

## 9 Координатные методы измерения геометрических параметров резьбовых калибров

### 9.1 Основа координатных методов измерения геометрических параметров резьбовых калибров

Принципиальная основа координатного метода измерения заключается в том, что любую поверхность или профиль можно представить состоящей из бесконечного числа отдельных точек и если известно положение в пространстве какого-то ограниченного числа этих точек (массив точек), т. е. определены их координаты, то по соответствующим формулам (алгоритмам) можно рассчитать размеры этих поверхностей (профилей) и отклонения формы, а также определить расположение поверхностей (профилей) в пространстве и между собой (координатные размеры и отклонения расположения).

Измерения геометрических параметров резьбовых калибров координатными методами осуществляют в два этапа:

На первом этапе снимают массив точек с поверхности измеряемого калибра с помощью координатно-измерительных машин, приборов и систем, получая их координаты.

На втором этапе проводят расчет геометрических параметров резьбовых калибров, используя математические модели и алгоритмы.

### 9.2 Двухкоординатный метод измерения геометрических параметров резьбовых калибров

#### 9.2.1 Измерения при двухкоординатном методе

При двухкоординатном методе измерения геометрических параметров резьбовых калибров осуществляют не менее, чем в двух осевых сечениях, расположенных под углом  $90^\circ$  (рисунок 14). При этом из-за переустановки калибра при измерении из одного сечения в другое ось калибра теряется, то есть ось калибра, определенная при измерениях в сечении 1, смещена в пространстве на некоторое расстояние относительно оси калибра, определенной при измерениях в сечении 2 (рисунок 14).

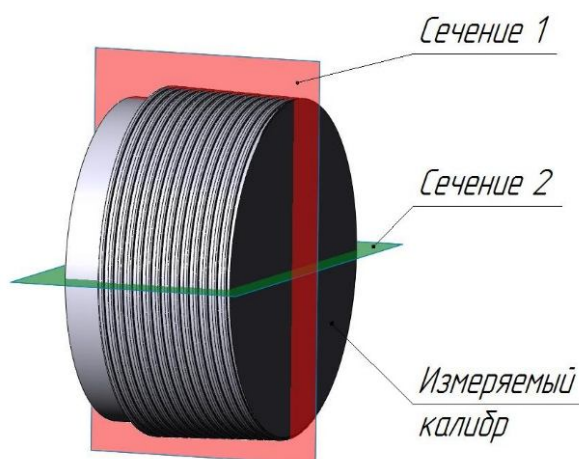


Рисунок 14 – Сечения калибра

### 9.2.2 Упрощенный двухкоординатный метод измерения геометрических параметров резьбовых калибров

9.2.2.1 Упрощенный двухкоординатный метод измерения геометрических параметров резьбовых калибров реализован на двухкоординатном приборе 481KM2, общий вид и технические характеристики которого приведены в приложении Г. Схема координатных перемещений измерительных наконечников при упрощенной методике измерения приведена на рисунке 15.

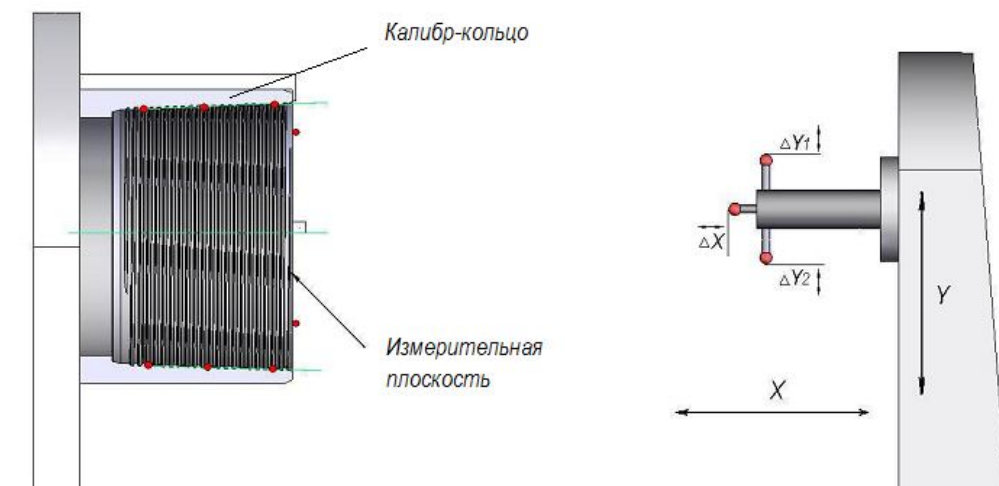


Рисунок 15 – Схема измерений при упрощенном двухкоординатном методе на приборе 481KM2

9.2.2.2 Упрощенный двухкоординатный метод измерения геометрических параметров резьбовых калибров с треугольным профилем резьбы основан на использовании сферических измерительных наконечников диаметром сопоставимым с диаметром проволок, применяемых для измерения среднего диаметра резьбы. Диаметр сферического измерительного наконечника выбирают в зависимости от шага и угла профиля резьбы из числа предпочтительных, либо рассчитывают по формуле 12. Выбор диаметра сферического измерительного наконечника обусловлен необходимостью касания измерительного наконечника боковых поверхностей профиля резьбы по линии среднего диаметра резьбы. Но так как измерения проводят в плоскостях перпендикулярных к оси калибра, точки касания смещены относительно друг друга на угол конуса  $\phi$ . При этом линия, соединяющая точки касания, пересекает линию среднего диаметра резьбы  $d_c$  (рисунок 16). Для определения геометрических параметров резьбовых калибров с треугольным профилем резьбы необходимо вычислить расстояние  $k$  (рисунок 16) от центра сферического измерительного наконечника до точки пересечения линии среднего диаметра резьбы и линии, соединяющей точки касания сферического измерительного наконечника с боковыми поверхностями профиля резьбы.

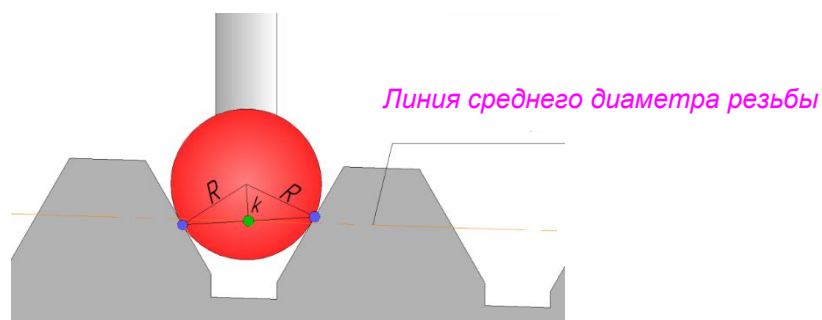


Рисунок 16 – Схема измерения калибров с треугольным профилем резьбы при упрощенном двухкоординатном методе



9.2.2.3 При упрощенном двухкоординатном методе измерения геометрических параметров резьбовых калибров с трапецеидальным профилем резьбы выбор диаметра сферического измерительного наконечника обусловлен необходимостью свободного касания впадины резьбы и боковой стороны профиля, имеющей угол наклона  $3^\circ$  (Б на рисунке 17), свободного касания вершины профиля резьбы (А на рисунке 17). Диаметр сферического измерительного наконечника выбирают из числа предпочтительных диаметров по таблице 3.

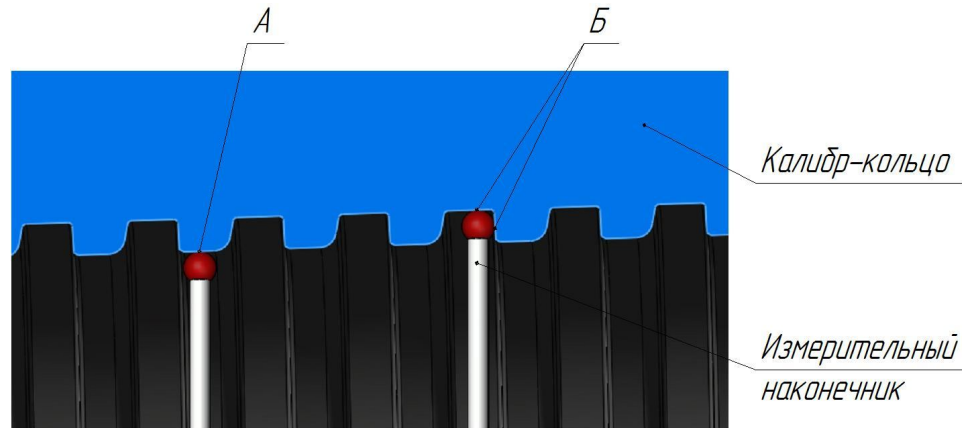


Рисунок 17 – Схема измерения калибров с трапецеидальным профилем резьбы при упрощенном двухкоординатном методе

9.2.2.4 Определение наружного, внутреннего или среднего диаметров резьбы в основной плоскости, овальности, конусности резьбы калибра при упрощенном двухкоординатном методе измерения проводят следующим образом:

От большого торца путем перемещений по оси «Х» прибора 481KM2 (рисунок 15) фиксируют расстояние  $a$  до основной плоскости калибра, указанное в соответствующих стандартах, в зависимости от условного диаметра резьбы. Диаметр резьбы в основной плоскости определяют по разности отсчетов перемещения по координате «Y» с учетом диаметра сферического измерительного наконечника. Наружный, внутренний и средний диаметры резьбы калибра-пробки определяют при контакте измерительного наконечника по вершинам, впадинам и средней линии профиля резьбы соответственно. Наружный, внутренний и средний диаметры резьбы калибра-кольца определяют при контакте измерительного наконечника по впадинам, вершинам и средней линии профиля резьбы соответственно.

Овальность калибра по наружному, внутреннему или среднему диаметру резьбы определяют, как наибольшую разность наружных, внутренних или средних диаметров резьбы, измеренных в различных сечениях, расположенных в одной плоскости.

Определение конусности по наружному, внутреннему или среднему диаметру резьбы проводят аналогично указанному в 8.3.1.4.

9.2.2.5 Определение шага резьбы калибра при упрощенном двухкоординатном методе измерения проводят следующим образом:

При определении шага резьбы калибра необходимо следить за тем, чтобы измерительный наконечник касался измеряемой резьбовой поверхности по линии среднего диаметра резьбы (для калибров-пробок и калибров-колец с треугольным профилем резьбы), по внутреннему диаметру резьбы боковой стороне профиля с углом наклона  $3^\circ$  (для калибров-пробок с трапецеидальным профилем резьбы), по наружному диаметру резьбы боковой стороне профиля с углом наклона  $3^\circ$  (для калибров-колец с трапецеидальным профилем резьбы). Значение шага резьбы на данном участке определяют разностью отсчетов по оси X (рисунок 15).

Определение накопленного отклонения шага резьбы проводят аналогично указанному в 8.6.4.

9.2.2.6 Определение перпендикулярности измерительной плоскости калибра-пробки к оси резьбы при упрощенном двухкоординатном методе измерения проводят следующим образом:

В измеряемом осевом сечении по координатам центра сферического измерительного наконечника при контакте его по среднему, наружному или внутреннему диаметру резьбы (рисунок 15) математически определяют уравнение оси калибра. По координатам центра сферического измерительного наконечника при контакте его с измерительной плоскостью математически определяют уравнение измерительной плоскости. Перпендикулярность измерительной плоскости калибра-пробки к оси резьбы определяют, вычисляя угол между уравнениями прямых: оси калибра и измерительной плоскости.

9.2.2.7 Отклонения наружного, внутреннего или среднего диаметра резьбы от номинального значения; отклонения овальности и конусности по наружному, внутреннему или среднему диаметру резьбы; отклонения шага резьбы; отклонения от перпендикулярности измерительной плоскости калибра-пробки к оси не должны превышать предельных значений, установленных в соответствующих стандартах на технические требования к калибрам.

При измерении конусности (разности диаметров) резьбы на длине, отличающейся от той, к которой относятся предельные отклонения конусности, установленные в соответствующих стандартах на технические требования к калибрам, предельные отклонения должны быть пропорционально изменены.

Овальность, отклонения конусности по наружному, внутреннему или среднему диаметру резьбы, не указанные в соответствующих стандартах на технические требования к калибрам, должны находиться в пределах поля допускаемых отклонений диаметров резьбы.

### **9.2.3 Поточечный двухкоординатный метод измерения геометрических параметров резьбовых калибров**

9.2.3.1 Поточечный двухкоординатный метод измерения геометрических параметров резьбовых калибров основан на использовании универсальных сферических наконечников малого диаметра, что позволяет получить большое число точек измерений, по координатам которых можно рассчитать большее число геометрических параметров резьбы, по сравнению с упрощенной методикой.

Количество точек измерений зависит от шага, профиля и длины резьбы, количества витков с полным профилем, необходимой точности и производительности процесса измерений. Так, при малых диаметрах треугольной резьбы многокоординатные измерения неэффективны, так как очень трудно разместить на небольшом участке поверхности резьбы необходимое число точек измерений.

Координатные измерения резьбовых калибров на приборе 481KM2 проводят двухкоординатным методом (оси X, Y), при котором расчет параметров резьбы проводят при помощи уравнений аналитической геометрии для плоских элементов (точек, прямых, окружностей), которые являются проекциями соответствующих объемных поверхностей (цилиндров, плоскостей, сфер и т.д.).

Количество точек измерений на поверхности резьбы должно быть оптимальным: обеспечивать необходимую точность измерений и заданную производительность процесса измерения. Количество точек измерений должно быть больше или равно минимальному необходимому числу точек измерений (для построения уравнения прямой необходимы координаты двух точек, для окружности – трех точек), но не слишком большим, так как нерациональное увеличение числа точек измерений приведет к необходимости сложных расчетов по аппроксимации, что снизит производительность процесса измерения. Рекомендуемое количество точек измерений приведено в таблице 5.

Таблица 5 – Рекомендуемое количество точек измерений

Элемент калибра	Количество точек измерений	Шаг резьбы, мм
<b>Резьба с треугольным профилем</b>		
Торец калибра	2 - 4	
Боковая поверхность профиля резьбы	2	$P \leq 2,54$
	3	$P > 2,54$
Поверхность наружного и внутреннего диаметров резьбы	1	$P \leq 2,54$
	2	$P > 2,54$
<b>Резьба с трапецидальным профилем</b>		
Торец калибра	2 - 4	
Боковая поверхность профиля резьбы	2 - 3	
Поверхность наружного и внутреннего диаметров резьбы	1 - 3	$P \leq 2,54$
	3 - 5	$P > 2,54$

9.2.3.2 Схемы расположения точек измерений на профиле треугольной и трапецидальной резьбы калибров при поточечном двухкоординатном методе показаны на рисунках 18 и 19 соответственно.

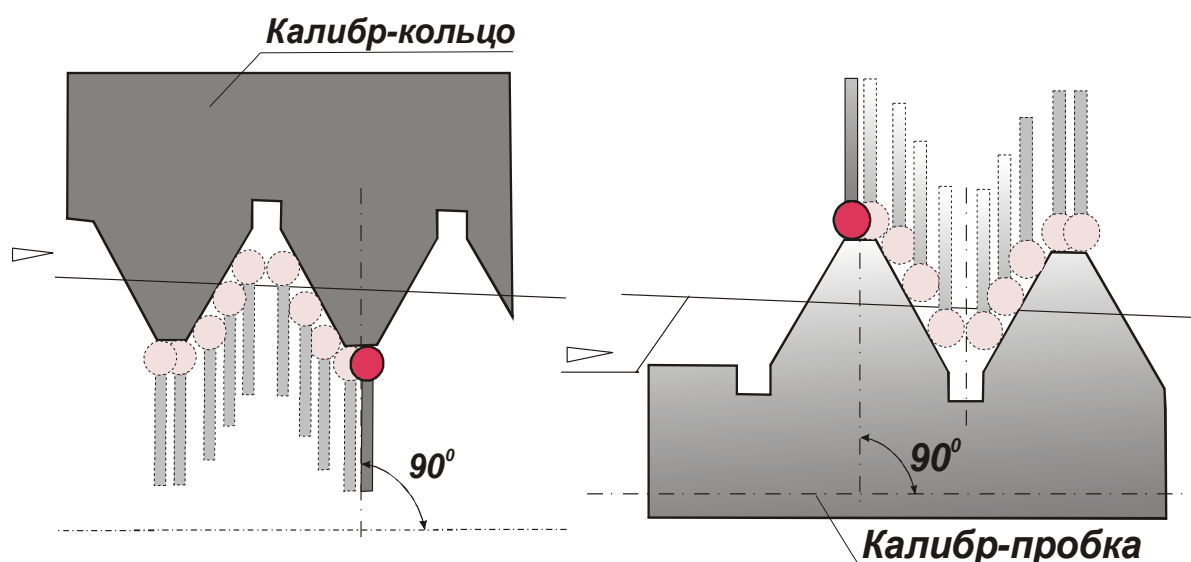


Рисунок 18– Схема расположения точек измерений на профиле треугольной резьбы калибров при поточечном двухкоординатном методе

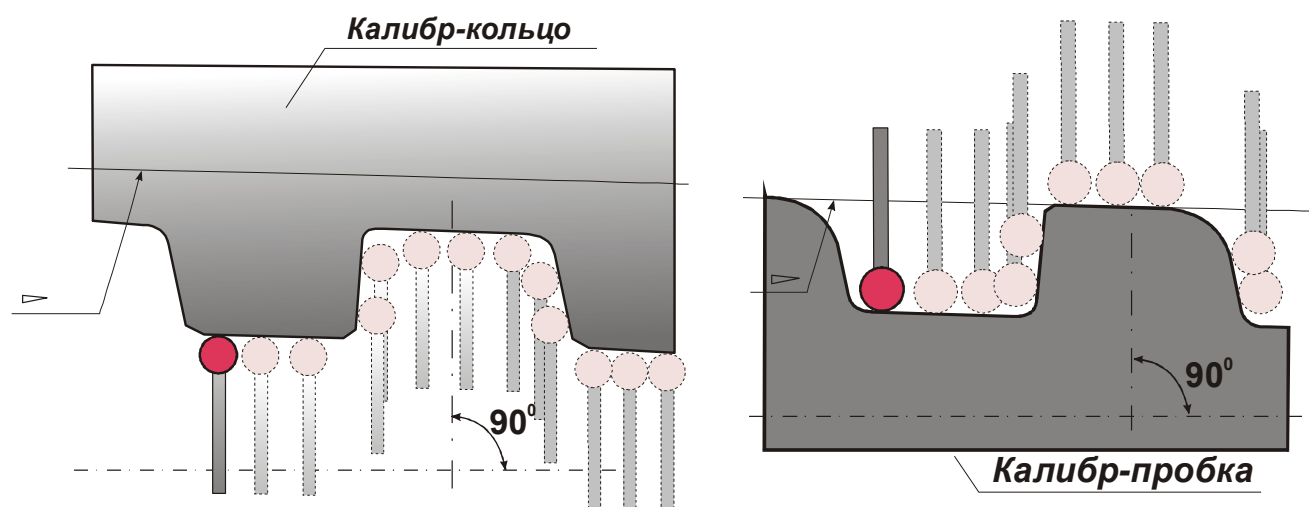


Рисунок 19 – Схема расположения точек измерений на профиле трапецидальной резьбы калибров при поточечном двухкоординатном методе

Профиль треугольной резьбы является симметричным, поэтому необходимое количество точек измерений должно быть равномерно распределено по левой и правой сторонам профиля резьбы. Во впадинах профиля резьбы измерения не проводят. По одной – две точке измерений (в зависимости от шага резьбы и в соответствии с таблицей 5) размещают на вершинах профиля резьбы.

Высота профиля трапецеидальной резьбы значительно меньше, чем шаг резьбы, поэтому количество точек измерений на боковых поверхностях профиля (2 – 3) меньше, чем на поверхностях внутреннего и наружного диаметра резьбы (3 – 5).

#### 9.2.3.3 Определение среднего диаметра резьбы в основной плоскости

9.2.3.3.1 Определение среднего диаметра резьбы в основной плоскости при поточечном двухкоординатном методе измерений проводят для калибров-пробок и калибров-колец с треугольным профилем резьбы. Для определения среднего диаметра резьбы с треугольным профилем в основной плоскости при поточечном двухкоординатном методе используют координаты точек измерений, располагаемых на левой и правой сторонам профиля резьбы и на большом торце калибра.

9.2.3.3.2 По условиям аппроксимации методом наименьших квадратов определяют уравнения прямых, проходящих через точки измерений, располагаемые на левой и правой стороне витков профиля резьбы (пр.1 и пр.2 на рисунке 20).

Математически определяют координаты центров воображаемых окружностей, вписанных между прямыми, касательными к боковым сторонам профиля резьбы (окр.1 на рисунке 20).

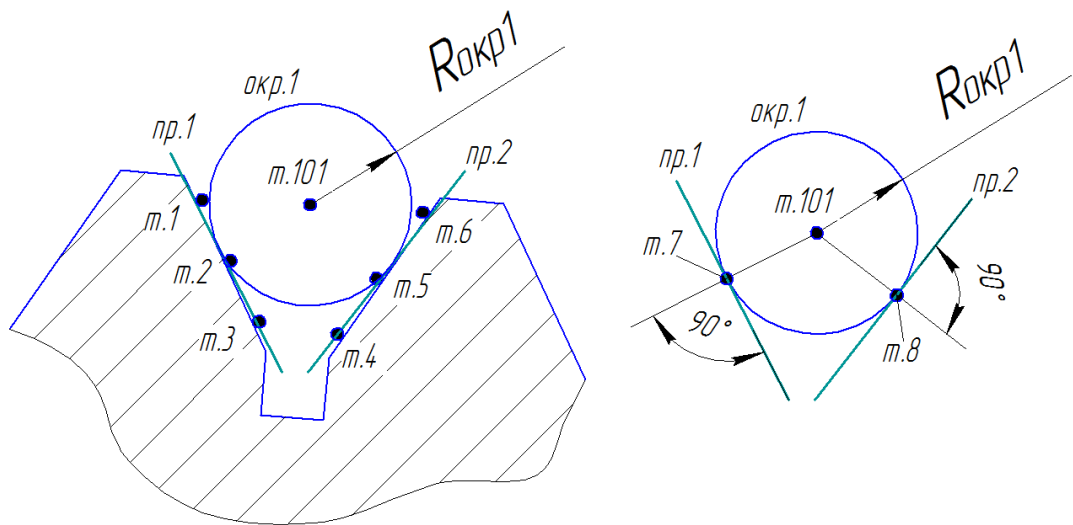


Рисунок 20—Схема построения вписанной окружности по боковым сторонам профиля резьбы

По условиям аппроксимации методом наименьших квадратов определяют уравнения прямых, проходящих через центры вписанных окружностей (пр.11 и пр.12 на рисунке 21).

Уравнение оси калибра определяют математически как уравнение биссектрисы угла конуса  $2\phi$  (пр.13 на рисунке 21), проходящей через точку пересечения прямых, которые с свою очередь проходят через центры вписанных окружностей (пр.11 и пр.12 на рисунке 21).

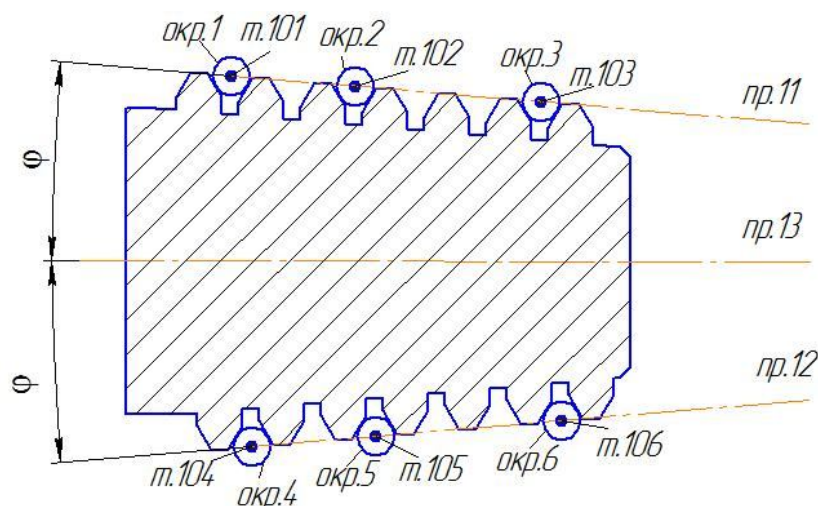


Рисунок 21 – Схема построения оси калибра

9.2.3.3.3 Существует два варианта определения уравнений средних прямых: по вписанным окружностям и по середине полного резьбового профиля.

9.2.3.3.3.1 При определении уравнений средних прямых по вписанным окружностям проводят определение координат точек касания (т.7 и т.8 на рисунках 20, 22) вписанной воображаемой окружности и прямых, касательных к боковым сторонам профиля резьбы. Определяют уравнение прямой (пр.78 на рисунке 22), проходящей через точки касания (т.7 и т.8 на рисунке 22). Определяют координаты средней точки (т.78 на рисунке 22) – точки пересечения пр.78 и перпендикуляра из центра вписанной окружности к оси калибра. Затем по условиям аппроксимации методом наименьших квадратов определяют уравнения средних прямых (пр.21 на рисунке 22), проходящих через средние точки (т.78 и т.88 на рисунке 22).

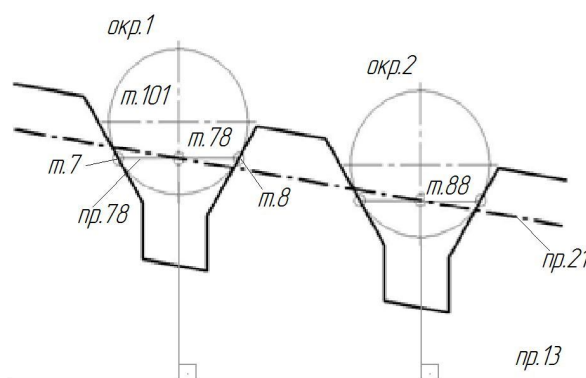


Рисунок 22 – Схема построения средних прямых по вписанным окружностям

9.2.3.3.3.2 При определении уравнений средних прямых по середине полного резьбового профиля проводят определение координат точек пересечения (т.51, т.53, т.55, т.57 на рисунке 23) прямых, лежащих на боковых сторонах профиля резьбы (например, пр.1 и пр.2 на рисунках 20 и 23).

Используя координаты точек пересечения, определяют координаты средних точек (т.52, т.54, т.56, т.58 на рисунке 23) как середины отрезков правых и левых сторон полного резьбового профиля. По условиям аппроксимации методом наименьших квадратов определяют уравнения средних прямых (пр.21 на рисунке 23), проходящих через средние точки (т.52, т.54, т.56, т.58 на рисунке 23).

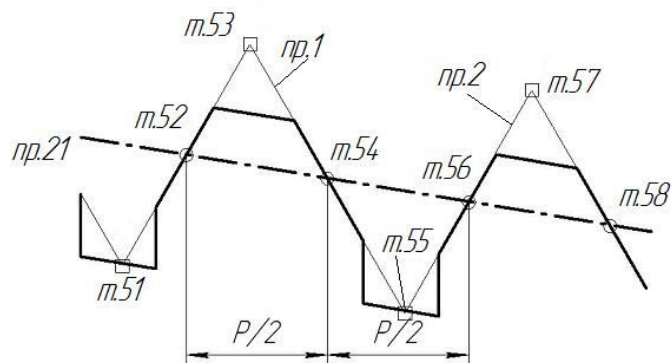


Рисунок 23 – Схема построения средних прямых по середине полного резьбового профиля

#### 9.2.3.3.4 Определение уравнения прямой, лежащей в основной плоскости

По условиям аппроксимации методом наименьших квадратов определяют уравнение прямой, проходящей по точкам, лежащим на торце большого диаметра калибра (пр.31 на рисунке 24).

Определяют координаты точки пересечения оси калибра и прямой, лежащей на торце большого диаметра калибра (m.61- точка пересечения пр.13 и пр.31 на рисунке 24). Определяют координаты точки (m.62), лежащей на оси калибра (пр.13) и отстоящей от точки (m.61) пересечения оси калибра и прямой торца на расстояние  $a$ , равное расстоянию от торца большого диаметра до основной плоскости, указанное в соответствующих стандартах, в зависимости от условного диаметра резьбы.

Определяют уравнение прямой, лежащей в основной плоскости (пр.32 на рисунке 24) как перпендикуляр к оси калибра (пр.13), проходящий через точку (m.62) на оси калибра, отстоящую от точки пересечения оси и прямой большого торца на расстояние  $a$ .

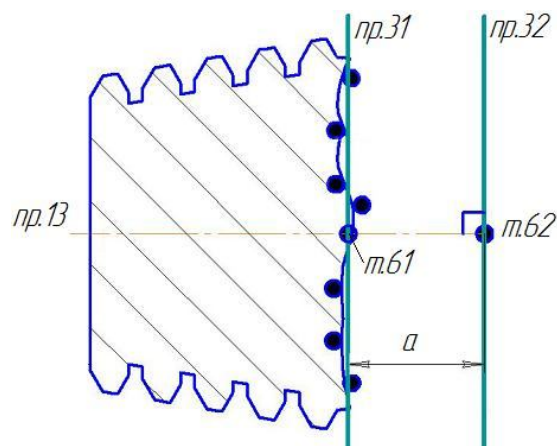


Рисунок 24 – Схема построения прямой в основной плоскости

9.2.3.3.5 Средний диаметр резьбы с треугольным профилем в основной плоскости определяют, как расстояние между точками пересечения прямой, лежащей в основной плоскости (пр.32 на рисунке 24) и перпендикулярной оси калибра, и каждой из средних прямых, уравнения которых определены в 9.2.3.3.3.

#### 9.2.3.4 Определение внутреннего диаметра резьбы в основной плоскости

Определение внутреннего диаметра резьбы в основной плоскости при поточечном двухкоординатном методе измерения проводят для калибров-колец с треугольным профилем резьбы и калибров-пробок и калибров-колец с трапецеидальным профилем резьбы.

Для определения внутреннего диаметра резьбы в основной плоскости используют измеряемые координаты точек, лежащих на вершинах (впадинах) каждого из измеренных витков и на торце большого диаметра калибра.

По условиям аппроксимации методом наименьших квадратов определяют уравнения двух прямых (пр.41 и пр.42 на рисунке 25), проходящих через точки, лежащие на вершинах (впадинах) измеренных витков. Уравнение прямой (пр.32), лежащей в основной плоскости, определяют аналогично указанному в 9.2.3.3.4.

Внутренний диаметр резьбы в основной плоскости определяют, как расстояние между точками пересечения (т.71 и т.72 на рисунке 25) прямой (пр.32), находящейся в основной плоскости, и каждой из прямых (пр.41 и пр.42), проходящих через точки на вершинах (впадинах) измеренных витков.

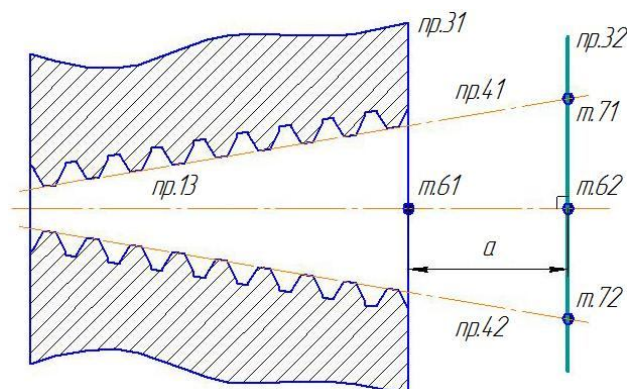


Рисунок 25 – Схема измерения внутреннего диаметра резьбы в основной плоскости

#### 9.2.3.5 Определение наружного диаметра резьбы в основной плоскости

Определение наружного диаметра резьбы в основной плоскости при поточечном двухкоординатном методе измерения проводят для калибров-пробок с треугольным профилем резьбы и калибров-пробок и калибров-колец с трапецеидальным профилем резьбы.

Для определения наружного диаметра резьбы в основной плоскости используют измеряемые координаты точек, лежащих на вершинах (впадинах) каждого из измеренных витков и на торце большого диаметра калибра.

По условиям аппроксимации методом наименьших квадратов определяются уравнения двух прямых (пр.43 и пр.44 на рисунке 26), проходящих через точки, лежащие на вершинах (впадинах) измеренных витков. Уравнение прямой (пр.32), лежащей в основной плоскости, определяют аналогично указанному в 9.2.3.3.4.

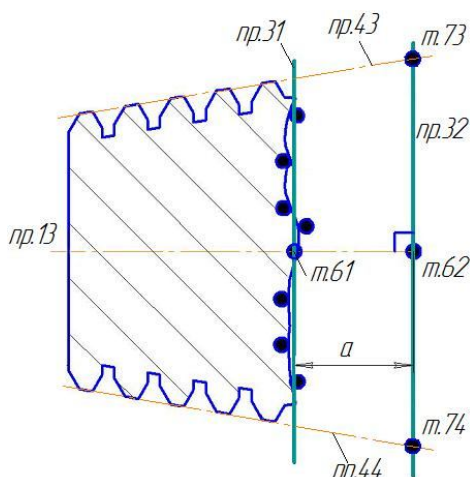


Рисунок 26 – Схема измерения наружного диаметра резьбы в основной плоскости

Наружный диаметр резьбы в основной плоскости определяют, как расстояние между точками пересечения (т.73 и т.74 на рисунке 26) прямой (пр.32), находящейся в основной плоскости, и каждой из прямых (пр.43 и пр.44), проходящих через точки на вершинах (впадинах) измеренных витков.

#### 9.2.3.6 Определение овальности резьбы калибра

Овальность калибра по наружному, внутреннему или среднему диаметру резьбы определяют, как наибольшую разность наружных, внутренних или средних диаметров резьбы, измеренных в различных сечениях, расположенных в одной плоскости.

#### 9.2.3.7 Определение конусности резьбы калибра

Определение конусности по наружному, внутреннему или среднему диаметру резьбы проводят аналогично указанному в 8.3.1.4.

#### 9.2.3.8 Определение геометрических параметров элементов профиля резьбы калибров

##### 9.2.3.8.1 Определение угла наклона боковой стороны профиля резьбы

Для определения угла наклона боковой стороны профиля резьбы калибра используют измеряемые координаты точек, лежащих на правых и левых сторонах профиля.

По условиям аппроксимации наименьших квадратов определяют уравнения прямых, проходящих через точки, лежащие на правых и левых сторонах профиля. Определяют уравнения прямых, перпендикулярных к оси калибра и проходящих через точки пересечения прямых, лежащих на правых и левых сторонах профиля.

Угол наклона боковой стороны профиля резьбы калибра, определяется, как угол между перпендикуляром, проведенным к оси калибра, и каждой из прямых, полученных по точкам, лежащим на правых и левых сторонах профиля.

##### 9.2.3.8.2 Определение отклонения от прямолинейности сторон профиля резьбы

Для определения отклонения от прямолинейности сторон профиля резьбы калибра используют измеряемые координаты точек, лежащих на правых и левых сторонах профиля резьбы.

По условиям аппроксимации наименьших квадратов определяют уравнения прямых, проходящих через точки, лежащие на правых и левых сторонах профиля резьбы.

Отклонение от прямолинейности рассчитывают, как наибольшее среднеквадратичное расстояние между фактическим профилем и средним профилем резьбы по нормали к среднему профилю резьбы в пределах нормируемого участка.

##### 9.2.3.8.3 Определение высоты профиля резьбы

Для определения высоты профиля резьбы калибра используют измеряемые координаты точек, лежащих на правых и левых сторонах профиля, а также на вершинах и впадинах профиля.

По условиям аппроксимации методом наименьших квадратов определяются уравнения прямых, проходящих через точки, лежащие на вершинах и во впадинах измеренных витков резьбы.

Определяют уравнения прямых, перпендикулярных к оси калибра и проходящих через точки пересечения прямых, лежащих на правых и левых сторонах профиля резьбы.

Высота профиля резьбы определяется как расстояние между точками пересечения прямой перпендикулярной к оси калибра и прямыми, лежащими на вершинах и во впадинах измеренных витков резьбы.



#### 9.2.3.9 Определение отклонения от прямолинейности образующей конуса резьбы

Определение отклонения от прямолинейности образующей конуса проводят по линии среднего диаметра резьбы для резьбы с треугольным профилем и по линии внутреннего (наружного) диаметра для резьбы с трапецеидальным профилем аналогично указанному в 9.2.3.8.2.

#### 9.2.3.10 Определение перпендикулярности измерительной плоскости к оси резьбы

Для определения перпендикулярности измерительной плоскости к оси резьбы калибра используют координаты точек, измеряемых на левых и правых сторонах профиля резьбы на торце большого диаметра калибра (в измерительной плоскости).

Определяют уравнение оси калибра по 9.2.3.3.2. По условиям аппроксимации методом наименьших квадратов определяют уравнение прямой, проходящей по точкам, лежащим на торце большого диаметра калибра (в измерительной плоскости). Определяют угол между осью калибра и прямой, лежащей в измерительной плоскости. Полученный угол характеризует перпендикулярность измерительной плоскости к оси резьбы калибра.

#### 9.2.3.11 Определение шага резьбы калибра

Для определения шага резьбы калибра используют измеряемые координаты точек, лежащих на правых и левых сторонах профиля резьбы.

По условиям аппроксимации методом наименьших квадратов определяют уравнения прямых, проходящих через точки, лежащие на правых и левых сторонах профиля резьбы. Определяют уравнения средних прямых в соответствии с 9.2.3.3.3.

Шаг резьбы калибра определяется как расстояние между точками пересечения средней прямой и двух прямых, лежащих на левых (или правых) сторонах профиля резьбы.

### **9.2.4 Двухкоординатный метод измерения профиля резьбы**

Двухкоординатный метод измерения профиля резьбы реализован в контурографе, общий вид которого приведен в приложении К. Измерения и вычисления геометрических параметров элементов профиля резьбы калибров, шага резьбы с помощью контурографа осуществляют аналогично измерениям и вычислениям как при поточечном двухкоординатном методе измерений.

### **9.3 Трехкоординатный метод измерения геометрических параметров резьбовых калибров**

Трехкоординатный метод (три линейные координаты) измерения геометрических параметров резьбовых калибров реализован на универсальных координатно-измерительных машинах (приложение Л). Трехкоординатный метод позволяет проводить измерения геометрических параметров резьбовых калибров без потери оси калибра, поскольку переустановка калибра для измерения в различных сечениях не требуется.

### **9.4 Четырехкоординатный метод измерения геометрических параметров резьбовых калибров**

Четырехкоординатный метод (три линейные одна угловая координаты) измерения геометрических параметров резьбовых калибров реализован на приборе НИИК-483, общий вид и характеристики которого приведены в приложении М.

В отличие от двухкоординатного метода измерений в данном случае не происходит потеря оси калибра, то есть при измерении в различных осевых сечениях, положение оси калибра не смещается, так как переустановка калибра не требуется, а перемещение из одного сечения в другое осуществляют за счет поворота стола прибора на заданный угол. Примерная схема расположения измеряемых осевых сечений резьбового калибра приведена на рисунке 27. Количество измеряемых сечений определяют в зависимости от требуемой точности и производительности процесса измерения.

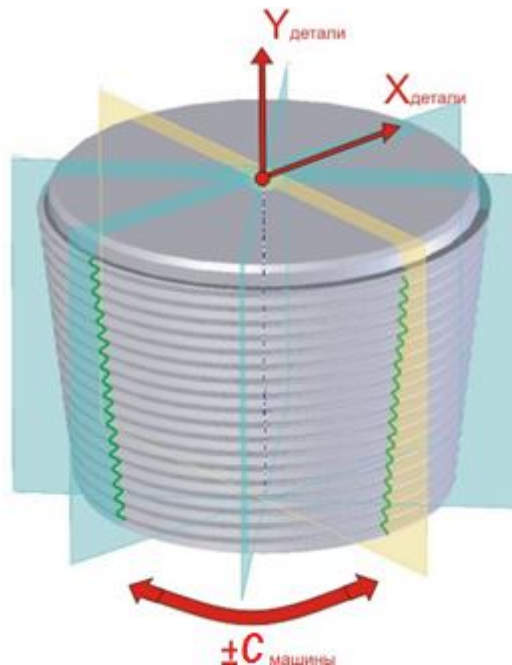


Рисунок 27 – Схема расположения измеряемых сечений

#### 9.5 Определение положения спирали относительно оси калибра

### 10 Оценка результатов калибровки

10.1 Результаты калибровки новых и отремонтированных калибров оформляет служба технического контроля изготовителя в соответствии с ПР 50.2.016.

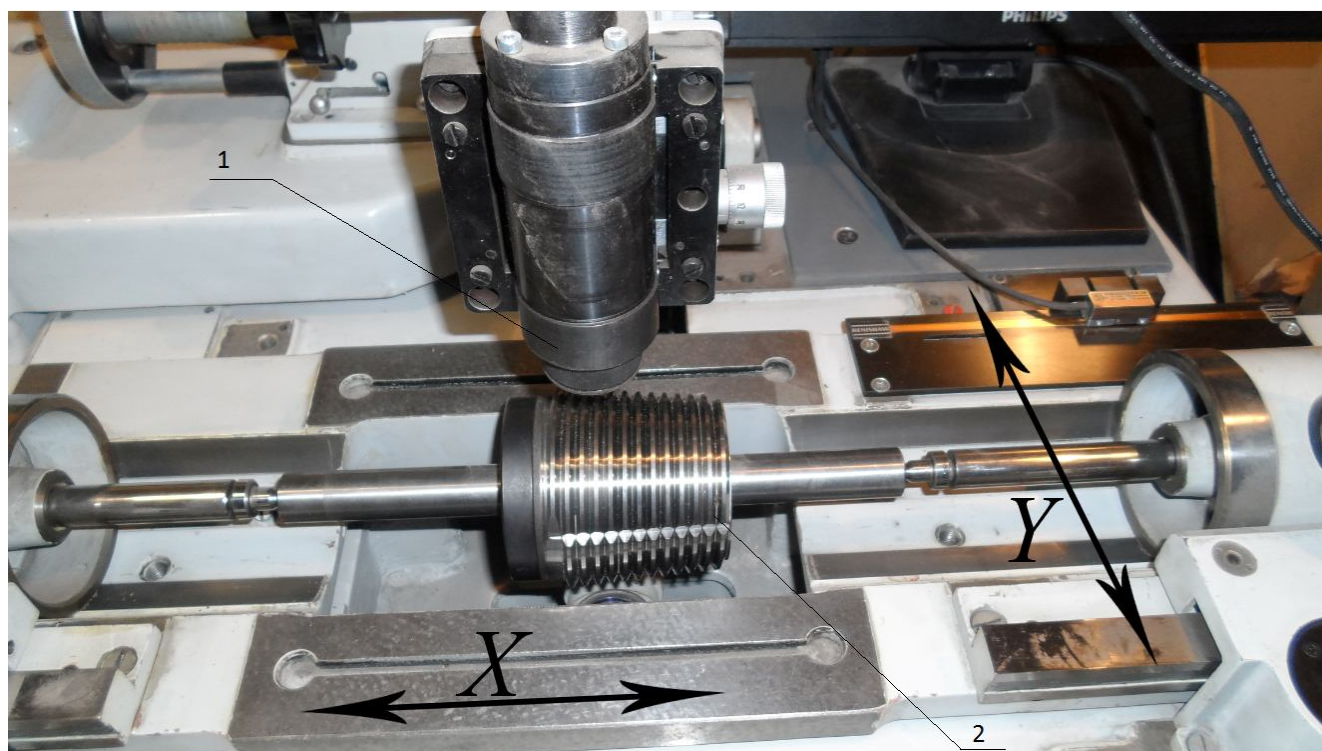
10.2 При удовлетворительных результатах калибровки выдают сертификат о калибровке калибров в соответствии с ПР 50.2.016.

10.3 При неудовлетворительных результатах калибровки использовать калибры не допускается. По принятой у изготовителя системе калибры, не подлежащие ремонту, изымают из применения или подвергают повторной калибровке после ремонта.

## Приложение А

(справочное)

## Универсальный измерительный микроскоп типа УИМ



1 – микроскоп УИМ; 2 – измеряемый калибр; X – продольное перемещение;  
Y – поперечное перемещение

Рисунок А.1 – Универсальный измерительный микроскоп типа УИМ

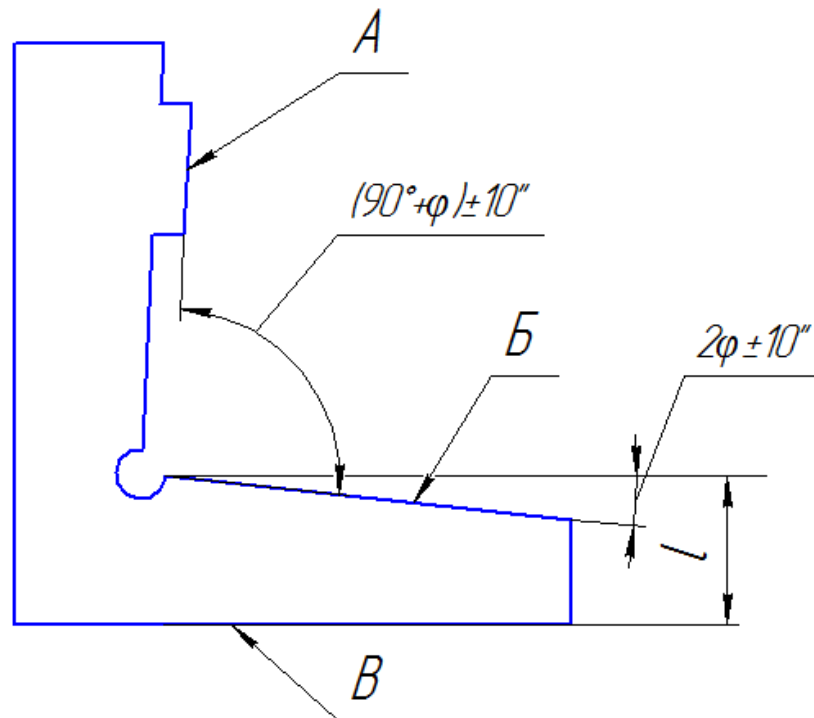
Таблица А.1 – Технические характеристики УИМ

Технические характеристики	Значение
Пределы измерений, мм	200x100
Диапазон измерения углов, градусы	0 - 360
Погрешность измерений проекционным методом:	
- линейных размеров, мкм	$\pm(1,0 + L/200)$
- диаметров гладких цилиндров в центрах, мкм	$\pm(4,0 + L/70)$
- средних диаметров резьбы, мкм	$\pm(3 + 2/\sin(\alpha/2) + L/100)$
- шага резьбы, мкм	$\pm(1 + 2/\cos(\alpha/2) + L/30)$
- половины угла профиля резьбы	$\pm(3,5 + 7/P)$
- плоского угла, минуты	$\pm 1,5$
Габаритные размеры (без подставки), мм	1400 × 1300 × 1000
Масса, кг	460
Примечание – L - измеряемый размер, мм; $\alpha$ - угол профиля резьбы, градус; P - шаг резьбы, мм.	

## Приложение Б

(справочное)

### Специальный угольник для измерения наружного диаметра резьбыкалибров-пробок



$\varphi$  – угол уклона конуса резьбы; А, Б, В – поверхности;  $l$  – аттестованный размер угольника

Рисунок Б.1 – Специальный угольник

Таблица Ж.1 – Технические характеристики специального угольника

Технические характеристики	Значение
Точность размера $l$ , мм, не более	0,001
Материал	сталь марки ХВГ ГОСТ 5950
Твердость, HRC	56 – 60
Шероховатость поверхностей А, Б, В $R_a$ , мкм, не более	0,1
Предельное отклонение плоскостности поверхностей А, Б, В, мм, не более	0,002
Габаритные размеры угольника	устанавливаются в зависимости от размеров калибра

## Приложение В

(справочное)

## Горизонтальный длинномер

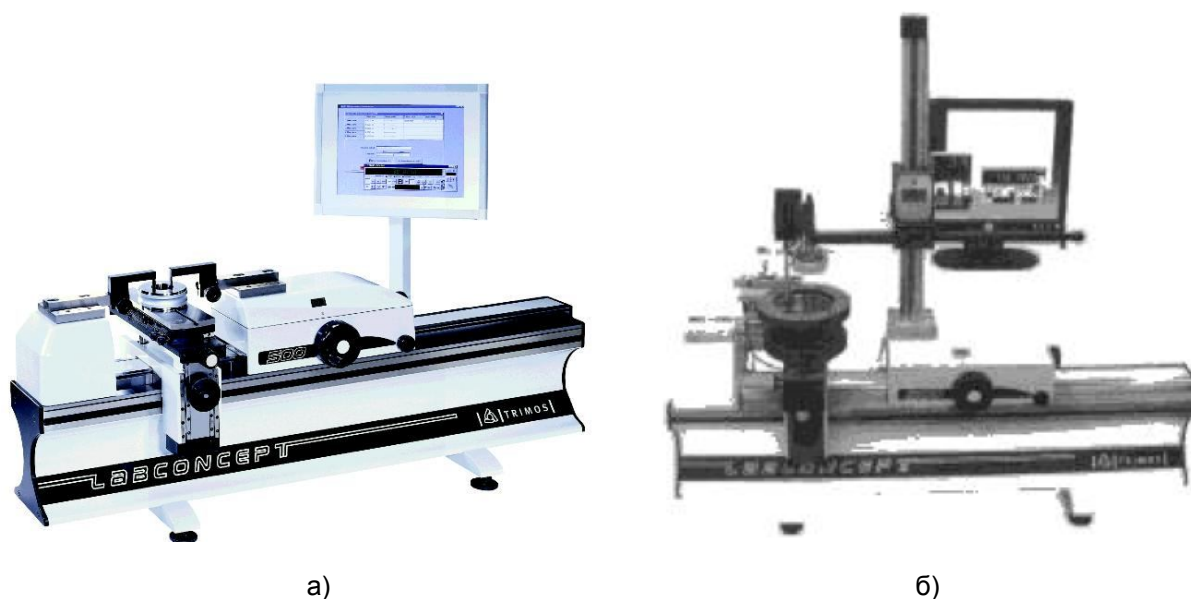


Рисунок В.1 — Горизонтальный длинномер LabConcept 500

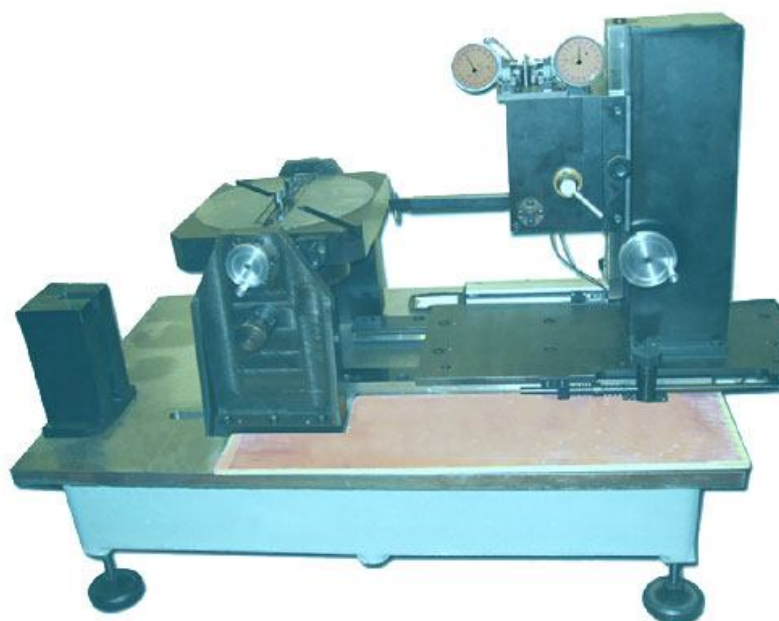
Таблица В.1 – Технические характеристики горизонтального длинномера

Технические характеристики	Значение
Диапазон измерений, мм	0 — 550
Диапазон измерений внутренних диаметров, мм	3 — 180
Абсолютная погрешность, мкм	$\pm (0,3 + L^1/120)$
Дискретность (зависит от дисплея), мм	0,001; 0,0001; 0,00001
Измерительное усилие (регулируемое), Н	0 — 12
Скорость перемещения каретки, м/с	1,5
Длина, мм	1122
Масса, кг	80
Выходные данные	Драйвер TRIMOS-WinDHI
Измерительная система	Цифровая измерительная система
Дисплей	Промышленный компьютер с сенсорным экраном и TRIMOS-WinDHIsoftware
Блокировка каретки (диапазон тонкой подачи), мм	10
<sup>1)</sup> L – измеряемый размер по таблице А.1, мкм	

## Приложение Г

(справочное)

Приборы 481К (481KM) и 481KM2 для измерения параметров резьбы калибров



а) – прибор модели 481К



б) – прибор модели 481KM2

Рисунок Г.1 – Приборы 481К, 481KM2

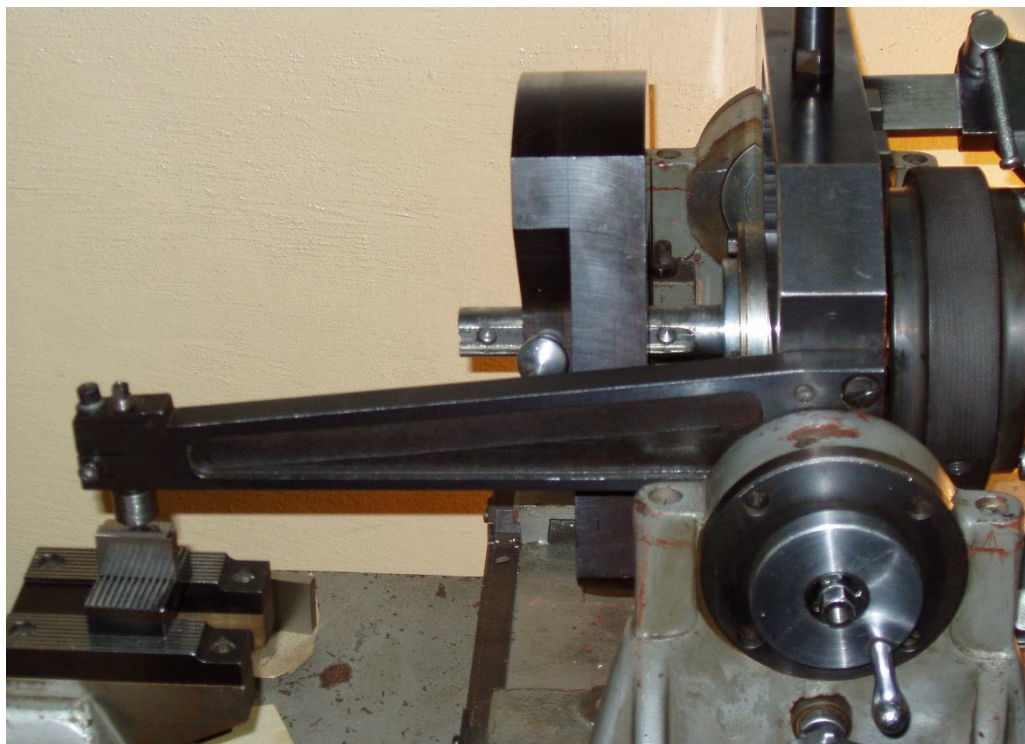


Рисунок Г.2 — Установка на заданный угол с помощью синусного устройства

Таблица Г.1 – Технические характеристики приборов 481К (481KM) и 481KM2

Технические характеристики	Значения		
	481К	481KM	481KM2
Диапазон показаний при измерении параметров, мм: - диаметров резьбы калибра-пробки; - диаметров резьбы калибра-кольца; - шага резьбы; - отклонений конусности резьбы; - перпендикулярности измерительной плоскости к оси резьбы.	— — 0 — 130 $\pm 0,100$ —	— — 0 — 130 $\pm 0,100$ —	48 — 102 60—203 0—130 $\pm 0,200$ $\pm 1,000$
Абсолютная погрешность измерений, мм, не более: - наружного, внутреннего или среднего диаметров резьбы; - шага резьбы; - конусности по наружному, внутреннему или среднему диаметру резьбы; - перпендикулярности измерительной плоскости к оси резьбы.	— $\pm 0,0025$ $\pm 0,0025$ —	— $\pm 0,0025$ $\pm 0,0025$ —	$\pm 0,002$ $\pm 0,0025$ $\pm 0,0025$ $\pm 0,002$
Дискретность отсчета, мм	0,001-0,01	0,001	0,0001
Измерительное усилие, Н	$8,5 \pm 1,5$	$8,5 \pm 2,5$	$8,5 \pm 2,5$
Масса, кг, не более: - базовой части - электронного блока управления - ПК - устройства цифровой индикации - блока питания	270 — — — —	512 1 — 3 3,5	512 1 12 — 3,5
Масса измеряемого калибра, кг, не более	15	25	25
Электропитание осуществляют от сети переменного тока: - напряжение, В - частота, Гц	—	$220 \pm 22$ $50 \pm 1$	$220 \pm 22$ $50 \pm 1$

## Приложение Д

(справочное)

### Гипсовая отливка и приспособления

#### Д.1 Изготовление гипсовой отливки

При изготовлении гипсовой отливки поверхность профиля резьбы очищают от смазки и обезжиривают этиловым спиртом. Проточки калибра-кольца (по наружному диаметру) заполняют вазелином.

К большому торцу калибра прикладывают шлифованную пластину толщиной не менее 5 мм. В калибр устанавливают форму, представляющую собой специальное приспособление, боковые стороны которой имеют зубцы, вырезанные по профилю измеряемой резьбы. При этом во избежание вытекания раствора наружные боковые поверхности замазываются пластилином по профилю резьбы.

Для получения оттиска можно использовать специальные материалы или растворы (мочевина, Provinovo и др.), быстротвердеющие и имеющие при застывании минимальные усадку и изменение профиля оттиска.

#### Д.2 Установка гипсовой отливки в специальное приспособление

Для измерения параметров калибров-пробок рекомендуется устанавливать гипсовую отливку в специальное приспособление для измерения в центрах микроскопа типа УИМ в соответствии с рисунком Д.1.

Для измерения параметров калибров-колец рекомендуется проводить заливку раствора в специальное приспособление (рисунок Д.2), позволяющее воспроизводить ось калибра-кольца при изготовлении отливки. В данном случае при установке приспособления для заливки в центрах УИМ отсутствует смещение оси калибра-кольца, так как раствор заливается непосредственно в приспособление с центровыми отверстиями.

#### Д.3 Измерения по гипсовой отливке

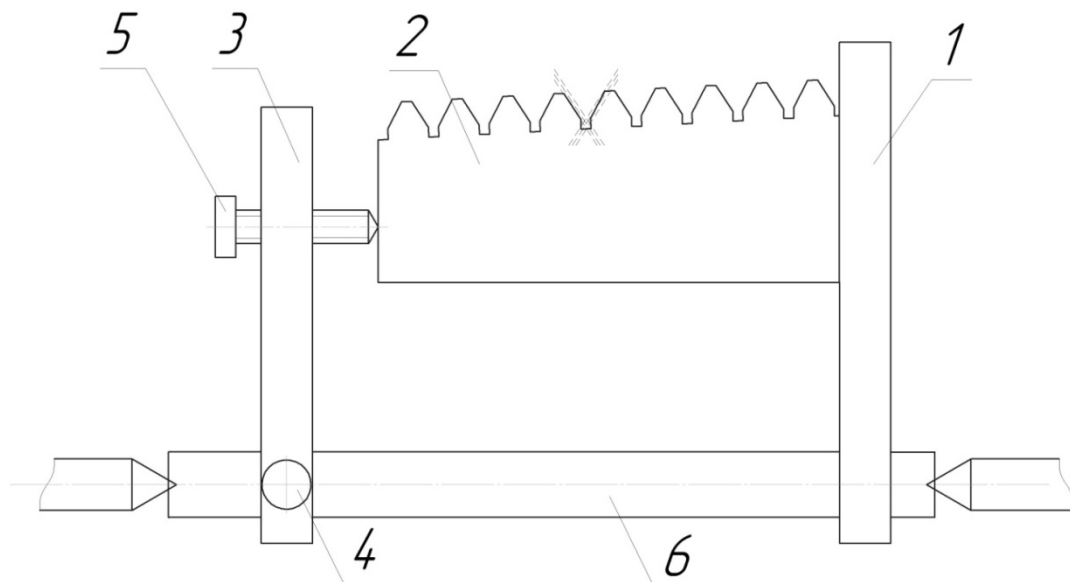
Измерения по гипсовой отливке проводят в плоскости, близкой к диаметральной плоскости резьбового калибра.

Измерения рекомендуется выполнять в течение 30 минут после затвердевания отливки.

Измерение каждого элемента профиля резьбы по отливке выполняют не менее трех раз в каждом сечении. За результат измерений принимают среднее арифметическое значение трех измерений.

При арбитражной проверке измерения проводят не менее чем два оператора.





1 – базовая планка; 2 – гипсовая отливка; 3 – подвижная планка; 4, 5 – винт; 6 – валик

Рисунок Д.1 – Схема специального приспособления для установки отливки калибра-пробки в центрах УИМ

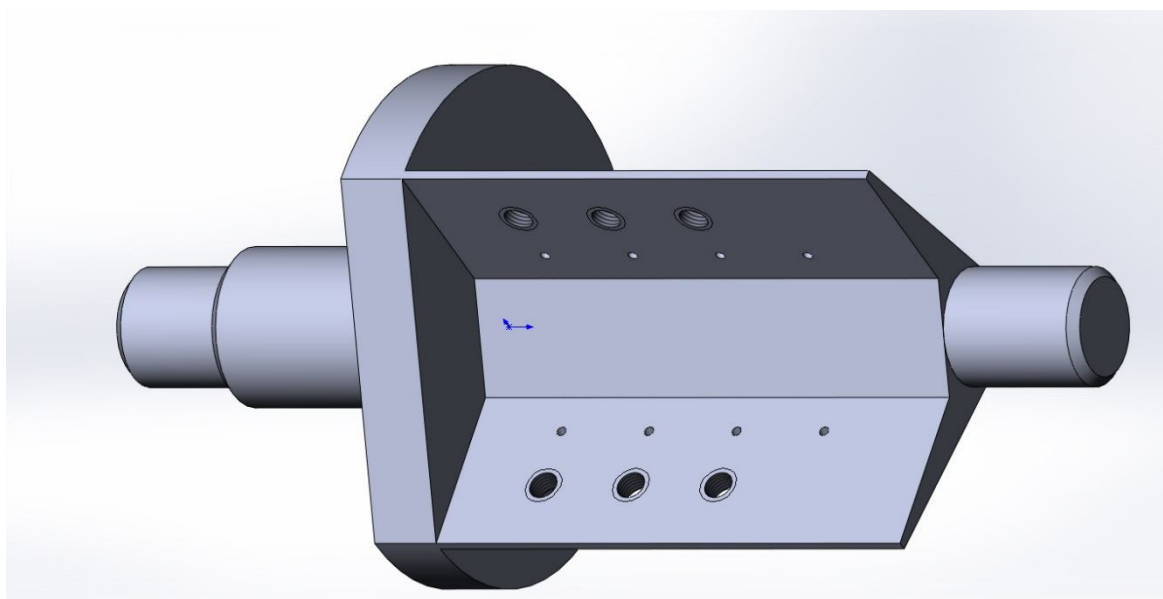


Рисунок Д.2 – Специальное приспособление для заливки

## Приложение Е

(справочное)

### Прибор НИИК-100/31 для измерения шага резьбы



Рисунок Е.1 – Прибор НИИК-100/31



Рисунок Е.2 – Шаблон настроечный



Рисунок Е.3 – Настройка прибора НИИК-100/31



Рисунок Е.4 – Измерения шага резьбы прибором НИИК-100/31

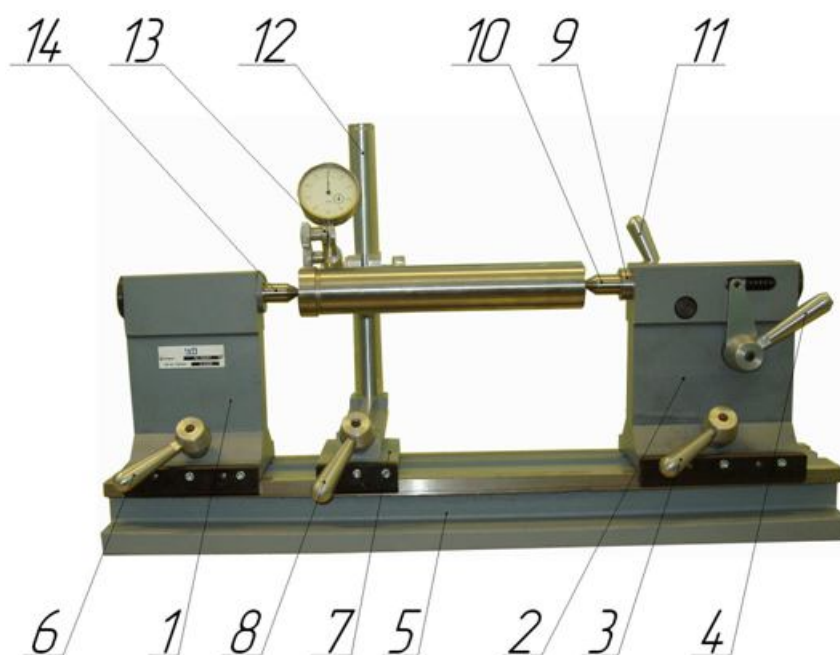
Таблица Е.1 - Технические характеристики прибора НИИК-100/31

Технические характеристики	Значение
Диапазон контролируемых диаметров резьбы, мм:	
- труб	от 50 до 426
- муфт	от 80 до 426
Диапазон настройки по длине, мм	от 25,4 до 165
Цена деления шкалы индикатора многооборотного 2МИГ ГОСТ 9696-82, мм	0,002
Измерительное усилие в среднем положении хода наконечника, Н	4,0 ±1,0
Абсолютная погрешность измерений прибора с многооборотным индикатором 2 МИГ ГОСТ 9696-82, мм, не более	±0,005
Свободный ход подвижного наконечника, мм, не менее	2
Масса прибора, кг, не более	0,9
Габаритные размеры, мм	420x60x65

## Приложение Ж

(справочное)

Прибор ПБ-500М для измерения радиального и торцевого биения тел вращения



- |                        |                           |
|------------------------|---------------------------|
| 1 – левая бабка        | 9 – подвижная пиноль      |
| 2 – правая бабка       | 10, 14 – центр            |
| 3, 6, 8 – ручной зажим | 11 – стопорное устройство |
| 4 – рукоятка с рычагом | 12 – стойка каретки       |
| 5 – основание          | 13 – державка индикатора  |
| 7 – каретка            |                           |

Рисунок Ж.1 – Общий вид прибора ПБ-500М

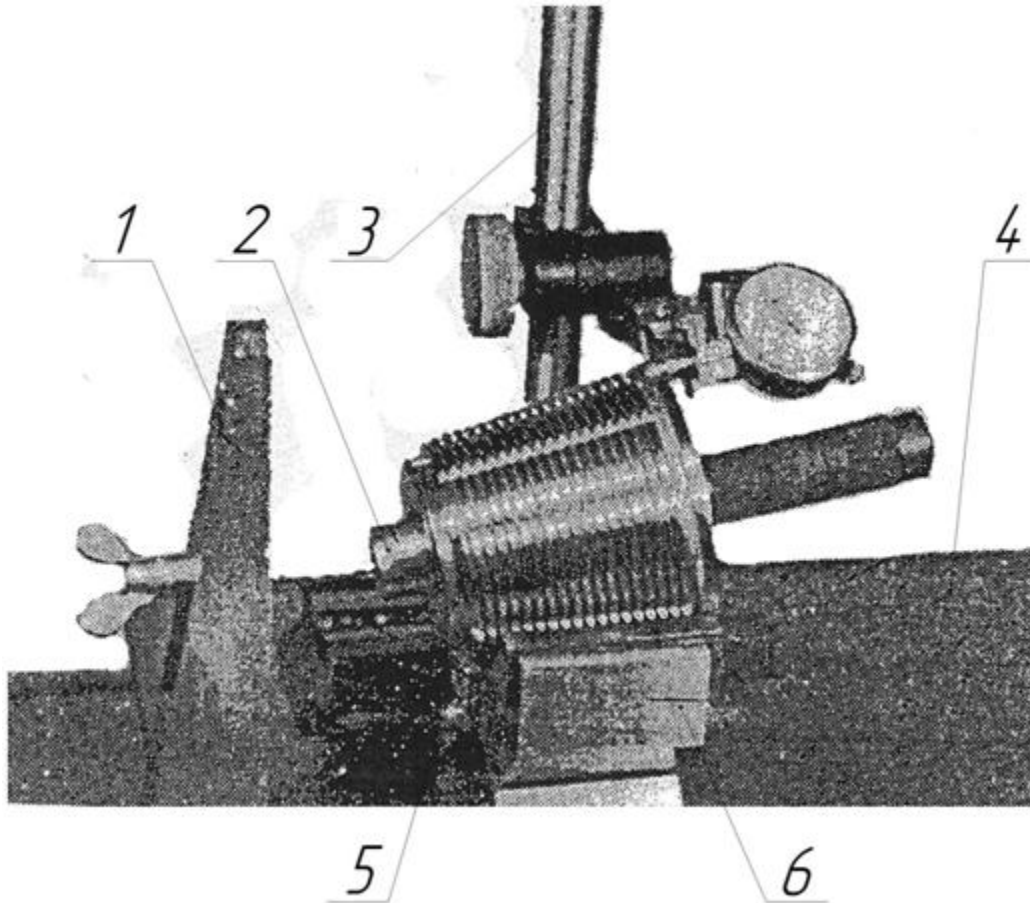
Таблица Ж.1 - Технические характеристики прибора ПБ-500М

Технические характеристики	Значение
Диаметры измеряемых деталей, мм, не более:	
- валов;	140
- дисков, шестерен и др.	300
Масса измеряемых деталей, кг, не более	50
Высота центров, мм, не более	160
Расстояние между центрами, мм, не менее	500
Принцип действия	Механический
Метод измерения	Метод непосредственной оценки
Цена деления шкалы индикатора многооборотного 2МИГ ГОСТ 9696-82, мм	0,002
Погрешность измерений прибора с многооборотным индикатором 2 МИГ ГОСТ 9696-82, мм, не более	±0,012
Габаритные размеры (длина × ширина × высота), мм	90x320x380
Масса, кг	60

## Приложение И

(справочное)

Приспособление БВ-812 для измерения перпендикулярности измерительной плоскости к оси резьбы у калибров-пробок, не имеющих центров



1 – кронштейн

2 – шарнирная оправка

3 – стойка с индикатором

4 – поверочная плита

5 – скоба ограничителя

6 – призма с углом 90°

Рисунок И.1 - Приспособление БВ-812

## Приложение К

(справочное)

Контурграф

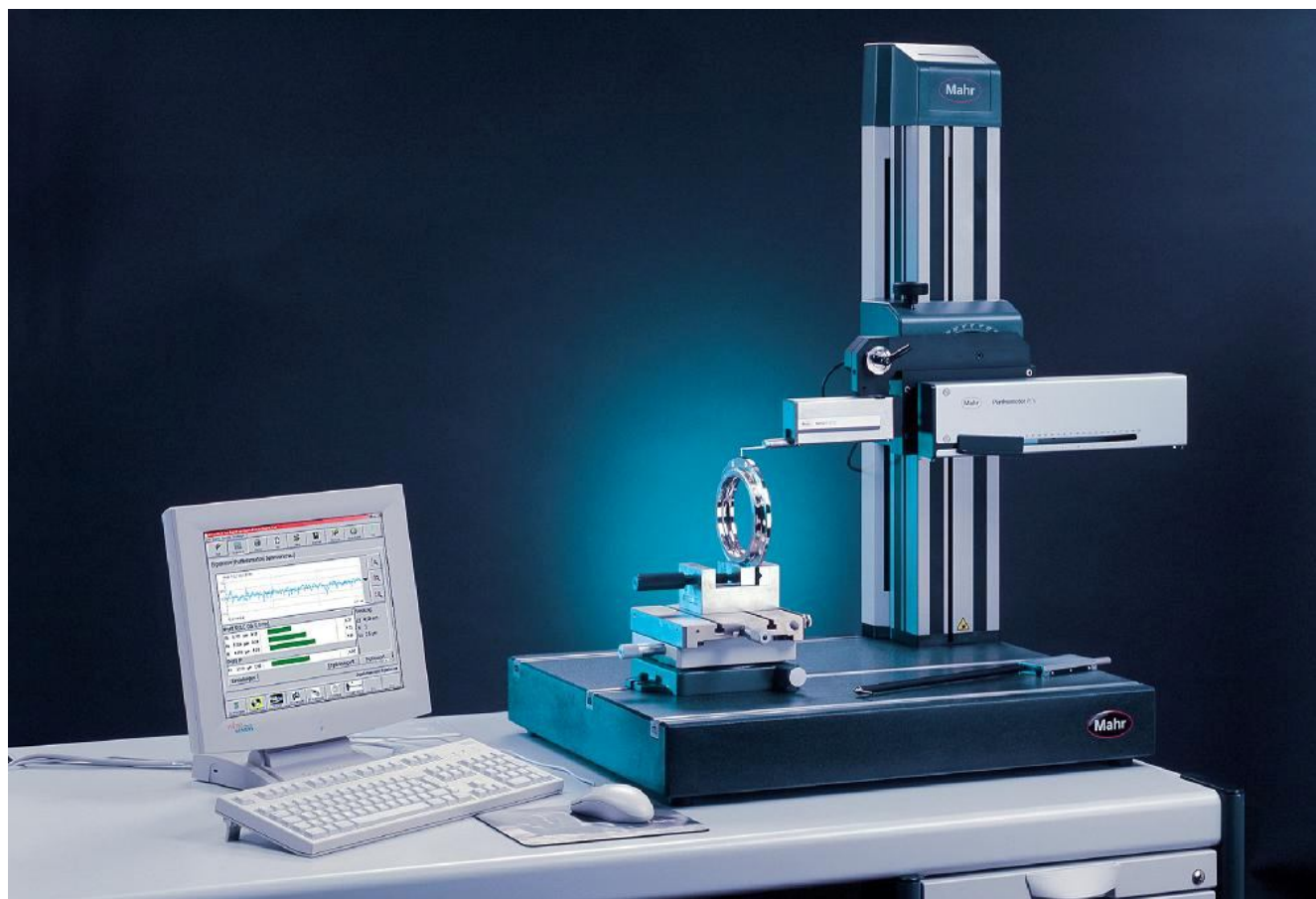


Рисунок К.1 – Общий вид контурографа

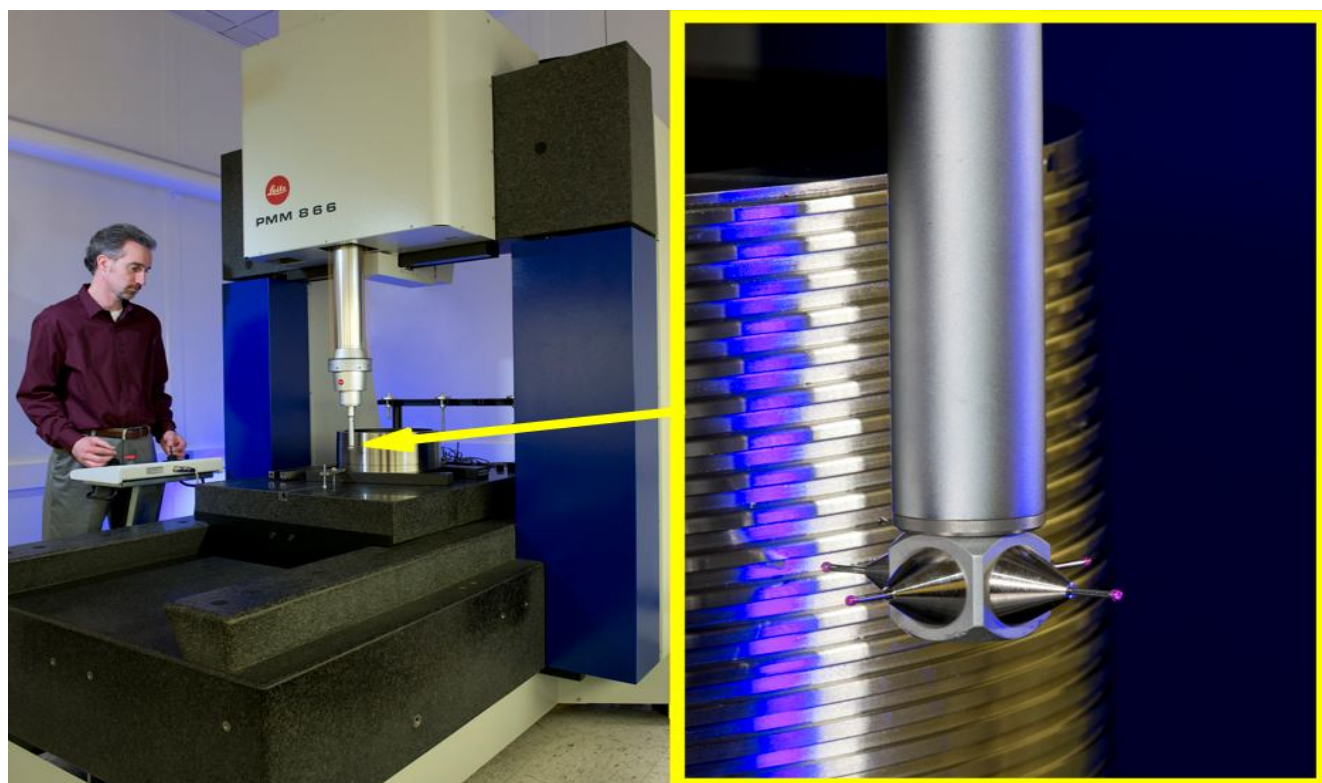
## Приложение Л

(справочное)

Координатно-измерительная машина (трехкоординатная)



а)



б)

Рисунок Л.1 – Общий вид трехкоординатной КИМ

## Приложение М

(справочное)

### Прибор НИИК-483 для измерения параметров резьбовых калибров

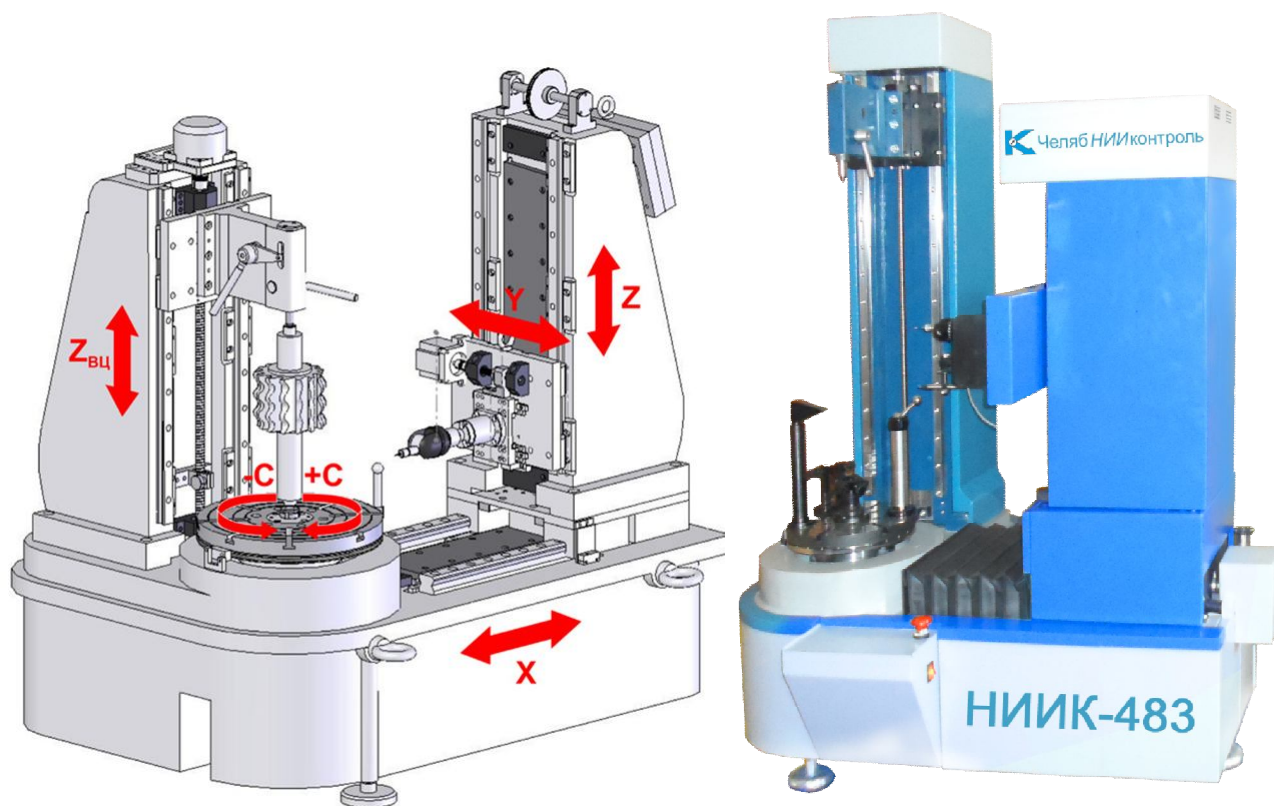


Рисунок М.1 - Прибор НИИК-483

Таблица М.1 – Технические характеристики прибора НИИК-483

Технические характеристики	Значение
Рабочие перемещения кареток:	
- продольное (по оси X), мм	300
- вертикальное (по оси Z), мм	350
- поперечное (по оси Y), мм	до 400
- вращение стола, градусы	360
-поворотного стола, мм	300
Масса контролируемых деталей, кг, не более	50
Дискретность линейных преобразователей Renishaw, мкм	0,05
Дискретность углового преобразователя Renishaw, угловые секунды	0,2
Погрешность измерений ( $\pm 2\sigma$ ), мм	$\pm 0,002$
Габаритные размеры без учета управляюще-вычислительного комплекса, мм	1200 x 800 x 800
Масса, кг	$\approx 700$



## **Библиография**

[1] РМГ 29-99

Государственная система обеспечения единства измерений.  
Метрология. Основные термины и определения