



Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический
университет

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к лабораторной работе № 1 «Сбор и заполнение базы
исходных данных к алгоритму расчета на точность
механизма индикатора часового типа»
и к экспериментально – исследовательской работе
«Определение погрешности поверки и расчет точности
инструментальной наладки для поверки индикатора
часового типа с ценой деления 0,01 мм» по дисциплине
«Основы теории и проектирования измерительных
приборов»
для студентов специальности
7.090901 – "Приборы точной механики"
дневной и заочной форм обучения

Заказ № _____ от « _____ » _____ 200 ____ . Тираж _____ экз.
Изд-во СевНТУ

Севастополь
2007

УДК 325.5:621.382.049.001.63

Методические указания к лабораторной работе № 1 «Сбор и заполнение базы исходных данных к алгоритму расчета на точность механизма индикатора часового типа» и к экспериментально – исследовательской работе «Определение погрешности поверки и расчет точности инструментальной наладки для поверки индикатора часового типа с ценой деления 0,01 мм» по дисциплине «Основы теории и проектирования измерительных приборов»
/Разраб. А.Г. Колбасников, А.И. Балакин, – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2007. – 24 с.

Целью методических указаний является оказание помощи студентам при выполнении лабораторной работы и экспериментально - исследовательской работы. В методических указаниях изложена методика проведения поверки индикаторов часового типа .

Методические указания предназначены для студентов специальности: 7.090901 – «Приборы точной механики», дневной и заочной форм обучения.

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Автоматизированные приборные системы» 21 июня 2006 г., протокол №10

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний.

Рецензент: А.П. Васютенко, канд. техн. наук, доц. кафедры «Автоматизированных приборных систем».

Приложение А

Титульный лист

Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический университет

Кафедра автоматизированных
 приборных систем

Отчет

по лабораторной работе №_1
 тема _____

Выполнил:

Студент группы П - _____

Принял:

Дата _____

Севастополь
 200_ г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Лабораторная работа №1	4
1.1. Цель и постановка задачи	4
1.2. Общие теоретические сведения об устройстве и поверки индикатора часового типа	5
1.2.1. Измерения, проводимые с помощью индикатора часового типа	6
1.2.2. Элементы и средства поверки	6
1.2.3. Поверка индикатора часового типа	7
1.2.4. Анализ действующих ошибок	13
1.3. Порядок выполнения лабораторной работы	13
1.4. Содержание отчета о выполнении лабораторной работы	16
1.7. Контрольные вопросы для самопроверки	16
2. Экспериментально -исследовательская работа "Определений погрешности поверки и расчёт точности инструментальной наладки для поверки индикатора часового типа с ценой деления 0,01 мм"	17
2.1. Постановка задачи	17
2.2. Последовательность решения задачи.	18
Библиографический список	21
Приложение А	22

1. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1
«СБОР И ЗАПОЛНЕНИЕ БАЗЫ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ К
АЛГОРИТМУ РАСЧЕТА НА ТОЧНОСТЬ МЕХАНИЗМА
ИНДИКАТОРА ЧАСОВОГО ТИПА»

1.1. Цель и постановка задачи

Целью работы является закрепление теоретического материала по дисциплине «Основы теории точности и проектирования измерительных приборов»

В ходе выполнения работы студенту необходимо:

1. На основании сведений об устройстве, принципе работы и полученных результатов поверки конструкции индикатора часового типа осуществить заполнение столбцов 3, 4 таблицы 1, являющейся базой исходных данных к алгоритму расчета на точность механизма индикатора часового типа. Таблица 1 является составной частью отчета по лабораторной работе, прилагаемой к протоколу поверки;

2. Ознакомится с конструкцией прибора;

3. Научится пользоваться прибором при измерении линейных размеров;

4. Проанализировать характер проявления и причины возникновения действующих ошибок механизма прибора.

Таблица 1 – База исходных данных к алгоритму расчета на точность ИП

№ пун кта	Источники возникновения погрешностей механизма ИП	Конкретизация причин возникновения с ссылкой на позиции рисунков конструкции или схемы	Характер проявления погрешности и предполагаемый закон распределения
1	2	3	4
1	Функциональная ошибка механизма	Укажите причины несоответствия ФПМ и ФПДМ	Укажите по п. п. 1 ... 5 характер проявления погрешности (случайный, систематический).
2	Первичные ошибки механизма	Укажите элементы кинематических пар, отклонения размеров которых являются первичными ошибками	

измеряемое на отрезке $l/2$, δb - отклонение от параллельности плоскостей "С" и "Б", измеряемое на отрезке $b/2$;

2.2.4. Расчет технических условий на изготовление инструментальной наладки, исходя из требований точности поверки индикатора

Технические условия (ТУ) должны выражать такие требования к изготовлению устройств, при выполнении которых достигаются нормальные условия функционирования устройства.

Нормальные условия функционирования описаны формулой (6). На основании (4) и (6) получим

$$S \left(\frac{1}{\cos \gamma} - 1 \right) \leq 0,1[\Delta]_{\text{И}}. \quad (11)$$

Из условия (11) нормального функционирования выводится условие изготовления инструментальной наладки (при нормальном функционировании)

$$\cos \gamma \geq \frac{S_{\text{ri}}}{0,1[\Delta]_{\text{И}} + S}. \quad (12)$$

Значения S_{ri} , $[\Delta]_{\text{И}}$ заданы инструкцией 141-55 для каждого i -го интервала поверки. В соответствии со значениями S_{ri} и $[\Delta]_{\text{И}}$ на основании (12) получим три значения угла $\gamma_{0,1}$.

Допускаемым значением угла на изготовление инструментальной наладки будет минимальное его значение, т.е.

$$[\gamma] = \min \left\{ \begin{matrix} \gamma_{0,1} \\ \gamma_1 \\ \gamma_5 \end{matrix} \right\} \quad (13)$$

Исходя из значения $[\gamma]$ выводятся допустимые значения отклонения от параллельности плоскостей "С" и "Б".

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иванов А.Г. Измерительные приборы в машиностроении / А.Г. Иванов. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 496 с.
2. Точность и производственный контроль в машиностроении/ Под редакцией А.К. Кутая – Л.: Машиностроение, 1983. – 367 с.
3. Зайцев С.А. Контрольно-измерительные приборы и инструменты / С.А. Зайцев. – М.: Изд-во Академия, 2003. – 464с.
4. Марков Н.Н. Нормирование точности в машиностроении / Н.Н. Марков. – М.: Изд-во Академия, 2001. – 335с.

однопрофильного зацепления.

Технические требования и основные характеристики индикаторов часового типа определены ГОСТ 577-60.

1.2.1. Измерения, проводимые с помощью индикатора часового типа

Индикатор относится к приборам относительного метода измерения. Если номинальный размер измеряемой детали известен из чертежа, прибор настраивают на «0» по концевой мере, размер которой равен номинальному размеру детали.

Для этого на столик индикаторной стойки устанавливается мера, а индикатор вместе с державкой перемещают по колонке стойки, вводя наконечник прибора в соприкосновение с мерой, и смотрят за перемещением малой стрелки, которая должна быть установлена против числа, определяющего оборот, на котором находится нормированный участок. Закрепив в этом положении державку с индикатором, путем поворота шкалы совмещают ее «0» со стрелкой. Меру убирают, а на ее место устанавливают измеряемую деталь и наблюдают показание прибора. В зависимости от знака это показание прибавляют или вычитают из числового значения номинального размера детали. Полученный результат - размер измеряемой детали. Если чертежа детали нет и номинальный ее размер не известен, деталь нужно предварительно измерить прибором непосредственного метода измерения. Для возможности дальнейшего измерения индикатором на нормированном участке необходимо, чтобы прибор непосредственного метода измерения имел цену деления меньшую, чем длина нормированного участка (например, штангенциркуль с ценой деления 0,05 мм). Определив номинальный размер, деталь измеряют в последовательности, изложенной выше.

1.2.2. Элементы и средства поверки

Поверке подлежат следующие элементы индикаторов

Положение нормировочного участка указано в аттестации данного индикатора.

Температура помещения, в котором производится поверка, не должна отклоняться от 20°C более чем на $\pm 8^\circ\text{C}$.

Теоретическое перемещение (перемещение измерительного стержня индикатора в схеме, не имеющей погрешностей) согласно рисунка 4 а), равно

$$S_T = Sr.$$

Тогда на основании (2) и (3) формула (1) может быть записана в виде

$$\Delta_2 = Sr \left(\frac{1}{\cos \gamma} - 1 \right). \quad (4)$$

2.2.2. Определение влияния погрешности показаний поверяемого индикатора, вносимой инструментальной наладкой, на достоверность поверки

Можно утверждать, что поверка индикатора достоверна, если погрешность Δ_2 на порядок меньше допускаемой погрешности поверяемого прибора и таким образом явно не сказывается на его показаниях, т.е. если выполняется условие:

$$\Delta_2 \leq 0,1[\Delta]_{II}, \quad (5)$$

где $[\Delta]_{II}$ – допустимая погрешность индикатора (см. таблицу 2 инструкции 141-55).

Индикатор согласно инструкции 141-55 поверяется на интервалах перемещений в мм 0,1; 1; 5.

Если $\Delta_{20,1}; \Delta_{21}; \dots \Delta_{2i}$ погрешности инструментальной наладки на интервалах поверки 0,1 мм, 1 мм и т.д. i мм, то на основании (5) получим:

$$\Delta_{2i} \leq 0,1[\Delta]_{IIi}, \quad (6)$$

где $[\Delta]_{IIi}$ – допустимая погрешность индикатора на i-ом интервале поверки, мм.

Если для каждого интервала, предусмотренного инструкцией условие (6) выполняется, то погрешность, вносимую, инструментальной наладкой, можно считать меньше допустимой, а показания поверки индикатора достоверными.

2.2.3. Нахождение погрешности положения глубиномера

Погрешность положения глубиномера, как это следует из рисунка 4 б), характеризуется углом γ . Для нахождения его значения представим положение опорной плоскости "С" глубиномера так, как это показано на рисунке 5.

Отступление от требований инструкции, заключающееся в изменении условий поверки, может внести погрешности в поверку индикатора, и ее результаты могут быть недостоверны. Поэтому необходимо:

- определить погрешность показаний поверяемого индикатора, вносимую инструментальной наладкой, и ее влияния на достоверность поверки;

- рассчитать технические условия изготовления инструментальной наладки исходя из требований точности к поверке индикатора.

2.2. Последовательность решения задачи

2.2.1. Определение погрешности показаний поверяемого индикатора, вносимой инструментальной наладкой

Погрешность показаний, вносимую инструментальной наладкой можно представить как сумму погрешностей:

$$\Delta_n = \Delta_1 + \Delta_2, \quad (1)$$

где Δ_1 – погрешность показаний, вносимая механизмом микрометрического глубиномера, мм.; Δ_2 – погрешность показаний, вносимая ошибкой положения микрометрического глубиномера, мм.

Сравнительный анализ погрешности, вносимой специальным микрометром, как прибором поверки и погрешности Δ_1 , позволяет принять их равными, поэтому задача определения погрешности Δ состоит в количественном определении Δ_2 .

Зависимость погрешности Δ_2 от ошибки положения глубиномера можно вывести из схемы его положения в процессе измерения (см. рисунок 4).

Как следует из рисунка 4 а)

$$\Delta_2 = S_g - S_T, \quad (2)$$

где S_g - действительное перемещение измерительного стержня индикатора, мм.; S_T - теоретическое перемещение измерительного стержня индикатора, мм.

Из рисунка 4 б) нетрудно видеть, что

$$S_g = \frac{S_r}{\cos \gamma}, \quad (3)$$

где γ - угол между осями измерительного стержня индикатора и микрометрического винта глубиномера, S_r - перемещение, задаваемое микрометрическому винту глубиномера, мм.

Таблица 2 – Элементы индикатора, подлежащие поверке и средства их поверки

№ элем ента	Наименование элементов, подлежащих поверке	Номера пунктов настоящей инструкции	Наименование средства поверки	Технические характеристик и средства поверки
1	2	3	4	5
1.	Внешний вид	1.5.1	Инструмент. Наладка	Цена деления 0,01 мм
2.	Взаимодействие частей	1.5.2	Приспособление для сообщения номинального усилия	Усилие 250...400 гс
3.	Ширина штрихов шкалы и конца стрелки (поверка производится после выпуска из производства)	1.5.3	Инструментальный микроскоп	Тип ИТ или БМИ
4.	Показания индикатора	1.5.4	Специальный микрометр	Цена деления 0,01 мм погрешность показаний и обратный ход не более $\pm$ 0,002 мм
5.	Вариация показаний	1.5.5	—	—

1.2.3 Поверка индикатора часового типа

1.2.3.1. Поверяемый элемент - внешний вид индикатора

а) Требования, предъявляемые к внешнему виду индикатора.

Штрихи и цифры шкалы должны быть четкими с ровными краями.

Стекло должно быть прозрачным, чистым, без пузырей, царапин и других дефектов, искажающих отсчет показаний. Конец стрелки должен перекрывать короткие штрихи шкалы не менее, чем на 0,3 и не более, чем на 0,8 их длины.

На рабочих поверхностях прибора не должно быть царапин, забоин и следов коррозии. У индикаторов, выпускаемых из производства, стрелка в свободном состоянии должна находиться слева от оси симметрии 5-10 мм и 10 -15 делений - при меньших

верхних пределах измерений.

б) Метод поверки внешнего вида индикатора.

Требования, перечисленные в п. 1.5.1 (а) проверяются наружным осмотром.

1.2.3.2. Поверяемый элемент - взаимодействие частей индикатора

а) Требования, предъявляемые к взаимодействию частей индикатора.

Движение измерительного стержня и устройства для установки стрелки на требуемое деление должно быть плавным, без задержек и заеданий.

Стрелка при снятии давления с измерительного стержня должна свободно возвращаться в исходное положение.

При нажатии на измерительный стержень в направлении, перпендикулярном оси, изменение показаний индикатора не должно превышать 0,5 деления шкалы.

При установке индикатора по указателю на любое число полных оборотов отклонение стрелки от направления оси симметрии индикатора не должно превышать 15 делений шкалы - у индикаторов с перемещением измерительного стержня на 1 мм за оборот и 10 делений - у индикаторов с перемещением стержня на 0,5 мм на 1 оборот.

Стрелка должна быть насажена на ось плотно. При разных передвижениях измерительного стержня или при его остановке (без ударов извне) стрелка не должна провертываться на оси.

б) Методы поверки взаимодействия частей индикатора.

Плавность перемещения измерительного стержня и устройства для установки стрелки на требуемое деление, возврат стрелки в исходное положение, плотность насадки стрелки на ось, а также положение стрелки при установке индикатора по указателю числа оборотов и возвращение ее в исходное положение путем простого опробования.

Отсутствие задержек и заеданий хода проверяется на специальном микрометре (рисунок 2) или с помощью специального устройства (рисунок 3), путем медленного поворота микрометрического винта на полную величину прямого и обратного хода индикатора, наблюдая при этом за перемещением стрелки.

показаний, значение допускаемой погрешности показаний).

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА "ОПРЕДЕЛЕНИЙ ПОГРЕШНОСТИ ПОВЕРКИ И РАСЧЁТ ТОЧНОСТИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ НАЛАДКИ ДЛЯ ПОВЕРКИ ИНДИКАТОРА ЧАСОВОГО ТИПА С ЦЕНОЙ ДЕЛЕНИЯ 0,01 ММ"

Целью работы является путем экспериментальных исследований уяснить процесс образования первичных ошибок механизма измерительного средства и их влияние на процесс измерения, ознакомиться с элементарными понятиями синтеза механизма ИС, назначения технических условий (ТУ) на его изготовление, исходя из требований точности процесса измерения.

2.1. Постановка задачи

Согласно п. 7 инструкции 141-55 поверка показаний индикатора должна осуществляться с помощью специального микрометра. В лабораторной работе № 1 "Анализ действующих ошибок и поверка индикатора часового типа с ценой деления 0,01 мм" поверка показаний индикатора осуществляется с помощью специальной инструментальной наладки (см. рисунок 4).

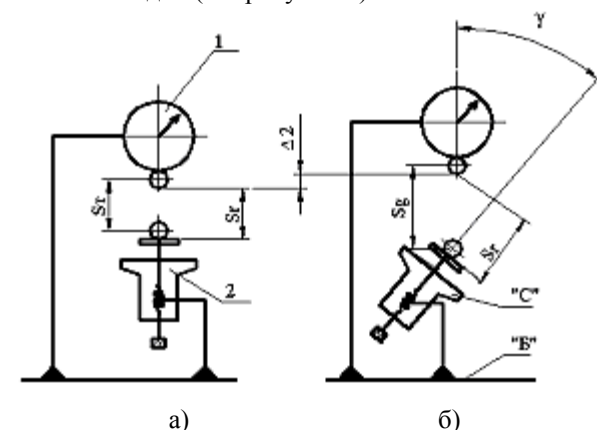


Рисунок 4 – Кинематическая схема инструментальной наладки для поверки индикаторов: а) – теоретическое относительное положение поверяемого индикатора 1 и глубиномера 2; б) – действительное положение глубиномера и индикатора.

5. Осуществить анализ действующих ошибок, результаты свести в таблицу № 5

Таблица № 5

№ ошибки	Наименование составляющей действующей ошибки прибора	Значение в мкм	Характер проявления	Является критерием точности механизма прибора

6. Определить погрешность поверки, вносимой инструментальной наладкой

1.4. Содержание отчета о выполнении лабораторной работы

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- титульный лист;
- описание схемы прибора;
- метрологические характеристики прибора;
- таблицу элементов и средств поверки;
- протокол поверки прибора;
- таблицу анализа действующих ошибок.

1.7. Контрольные вопросы для самопроверки

1. Из каких составляющих состоит погрешность показаний прибора?

2. Каким критерием точности (ошибкой положения механизма, ошибкой положения ведомого звена), является погрешность показаний измерительного устройства на данном интервале его поверки?

3. Включает ли погрешность показаний данного прибора ошибку схемы?

4. Какая из составляющих погрешностей показаний данного прибора является доминирующей?

5. Каким методом измеряют с помощью данного прибора, и в чем состоит этот метод?

6. Укажите основные показатели метрологической характеристики прибора (цену деления, пределы измерения, диапазон

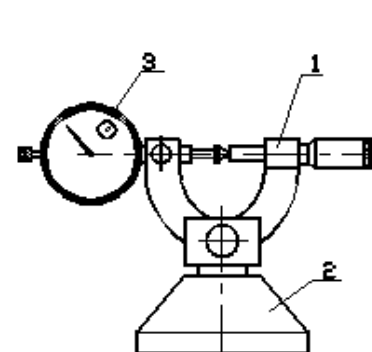


Рисунок 2 – Установка для поверки отсутствия задержек и заедания хода с использованием специального микрометра

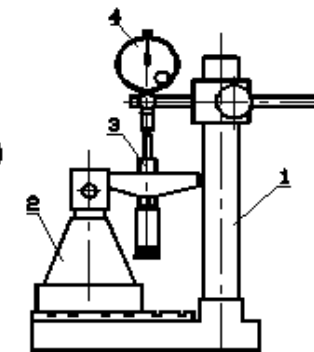


Рисунок 3 – Установка для поверки отсутствия задержек и заедания хода с использованием микрометрического глубиномера

1.2.3.3. Поверяемый элемент - ширина конца стрелки и штрихов шкалы

а) Требования, предъявляемые к ширине конца стрелки и штрихов шкалы индикатора.

Ширина штриха должна быть в пределах 0,2-0,3 мм у индикаторов с пределом измерений 3,5 до 10 мм ; 0,15 -0,25 мм - у индикаторов с пределом измерений 2 мм. Ширина той части стрелки, которая находится над шкалой, должна быть в пределах 0,15 -0,25 мм.

б) Метод поверки ширины конца стрелки и штрихов шкалы индикатора.

Измерение ширины штрихов и конца стрелки производится на инструментальном микроскопе. На каждом проверяемом индикаторе должно быть измерено не менее 3 штрихов.

При предъявлении к поверке партии вновь изготовленных индикаторов допускается выборочная поверка ширины штрихов и конца стрелки у 3 – 4 приборов из всей партии.

1.2.3.4. Поверяемый элемент - показания индикатора

а) Требования, предъявляемые к показаниям индикаторов.

Погрешности показаний индикаторов с ценой деления 0,01 мм не должны превышать значений, приведенных в таблице 3.

Таблица 3 – Допускаемые погрешности показаний новых индикаторов

Допускаемые погрешности показаний новых индикаторов							
Типы Индикаторов	Допускаемые погрешности в пределах, мкм						Вариация показаний в мкм
	Участка шкалы 0,01 мм в начале второго оборота стрелки	1 мм на любом участке измерения	Всего интервала измерения при пределах измерения				
			0-2мм	0-3мм	0-5мм	0-10мм	
I	6	12	12	15	18	22	3
II	8	15	15	15			3

У индикаторов с ценой деления 0,01 мм, находящихся в применении и выпускаемых из ремонта, допускаются погрешности, превышающие значения, приведенные в таблице 3, но они не должны быть более величин, приведенных в таблице 4.

Таблица 4 – Допускаемые погрешности показаний индикаторов после ремонта или в процессе применения

Допускаемые погрешности, мкм				В пределах всего интервала измерений
В пределах 1 мм на любом участке измерений	В пределах всего интервала измерений			
	0-2 и 0-3мм	0-5 мм	0-10 мм	
20	20	25	30	5

Указанные индикаторы обозначаются как индикаторы 2-го класса точности и на их корпусе наносится (неударным способом) "II кл."

Индикаторы, оснащенные в соответствии с п.25 ГОСТ 577-60 шкалой с ценой деления 0,02 мм, могут иметь погрешности показаний, предельные значения которых приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Допускаемые погрешности показаний индикаторов с ценой деления 0,02 мм

Допускаемые погрешности, мкм				Вариация показаний, мкм
В пределах 1 мм на любом участке измерений	В пределах всего интервала измерений			
	при пределах измерений			
	0-2 и 0-3 мм	0-5 мм	0-10 мм	
30	30	35	40	5

Примечание – Под погрешностью показаний индикатора в пределах данного участка понимается сумма абсолютных величин

Протокол

Представлен _____
 Дата _____ Завод-Изготовитель _____
 Заводской номер _____ Предел измерений _____
 Фамилия поверителя _____

№ элемента	Поверяемый элемент	Метод и средства поверки	Результат поверки							
1	Внешний вид									
2	Измерительное усилие, создаваемое прибором		Усилие в начале хода		Усилие в середине хода		Усилие в конце хода			
3	Ширина штрихов шкалы		Ширина штриха				Ширина конца стрелки			
4	Показания прибора									
5	Вариация показаний			1	2	3	4	5	Вариация	
			Начало							
			Середина							
			Конец							

Заключение по результатам поверки _____
 Поверитель _____

3. Ознакомится с основными метрологическими характеристиками прибора, и занести их в таблицы № 2, 3, 4, 5.

4. Произвести поверку индикатора и составить протокол поверки и заполнить таблицы:

В результате поверки получились следующие данные, в мкм

На всем пределе измерения

Обороты стрелки	Отметки шкалы	Прямой ход					Обратный ход				
		0	20	40	60	80	80	60	40	20	0
1											
2											
3											
4											
5											

Обороты стрелки	Отметки шкалы	Прямой ход					Обратный ход					
		0	20	40	60	80	0	80	60	40	20	0

Направление хода	Порядок номера штрихов нормированного участка										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Прямой											
Обратный											

наибольших положительной и отрицательной погрешностей, выявленных на данном участке при прямом и обратном ходе измерительного стержня.

б) Методы поверки показаний индикатора.

Поверка показаний индикатора производится с помощью микрометрического глубиномера (см. рисунок 3) на всем пределе измерений индикатора, не менее чем на одном обороте стрелки; на нормированном участке (только у индикаторов, отвечающих требованиям таблице 4 по вышеуказанным элементам).

Погрешность показаний микрометра и мертвый ход микрометрического винта не должны превышать в сумме + 0,002 мм.

При поверке на всех указанных выше участках установку индикатора и микрометра в исходное положение производят в сторону прямого хода измерительного стержня, после чего перемещение продолжают в этом же направлении через интервалы в 0,2 мм - при поверке на всем пределе измерений, а также на одном обороте стрелки и через 0,01 мм на нормированном участке.

Дойдя до предела поверяемого участка, меняют направление перемещений и повторяют эту же поверку в обратном порядке.

В процессе поверки на данном участке шкалы индикатора не допускается изменение направления хода, кроме предусмотренного циклом поверки на верхнем пределе поверяемого участка, также не допускается арретирование измерительного стержня.

Участок хода измерительного стержня, на котором производят поверку на одном обороте, выбирают на основании данных по поверке индикатора на всем пределе измерения.

Этот участок, соответствующий перемещению на 1 мм измерительного стержня, должен содержать наибольшую алгебраическую разность отклонений в показаниях индикатора по сравнению с другими участками.

При этом худшим оборотом считается тот, в пределах которого сумма наибольших абсолютных величин положительной и отрицательной погрешности больше, чем в пределах других оборотов. Если все отклонения в пределах одного оборота имеют одинаковый знак (только "плюс" или только "минус"), то для определения худшего оборота принимается в расчет разность между наибольшим и наименьшим отклонениями.

У индикаторов, выпускаемых из ремонта и находящихся в применении, погрешность показаний на нормированном участке может превышать установленные таблице 3 величины, но не более 12 мкм для

I типа или 15 мкм для II типа.

В этих случаях в аттестате индикатора, а также в документе, выдаваемом согласно п. 9 настоящей инструкции, делается пометка: "Нормированный участок отсутствует".

При отсутствии у находящихся в применении и выпускаемых из ремонта индикаторов аттестата или если в аттестате отсутствуют данные о нормированном участке, поверка показаний на нормированном участке не производится.

У индикаторов, оснащенных двумя измерительными стержнями, поверка показаний производится по каждому измерительному стержню.

Пример: Производится поверка индикатора с ценой деления 0,01 мм с пределом измерений 0 - 5 мм.

В результате поверки получились следующие данные (в микронах).

На всем пределе измерений.

Обороты стрелки	Отметки шкалы	Прямой ход					Обратный ход				
		0	20	40	60	80	80	60	40	20	0
1		0	-7	-8	-6	-1	+1	-3	-5	-5	-1
2		-7	-5	-6	-9	-1	-3	-6	-2	-6	+2
3		-2	-10	-7	-3	0	+1	0	-2	-8	+2
4		0	-3	-4	-3	-1	-3	-2	0	-3	+6
5		-2	-2	-2	-5	-3	-1	-3	0	-3	-2

Наибольшая погрешность на всем пределе измерений 16 мкм

На одном обороте

Определение погрешности в пределах одного оборота производится на худшем обороте, который выбирается по данным поверки на всем пределе.

В качестве худшего оборота в рассматриваемом примере выбираем третий оборот, так как на нем при поверке индикатора на всем пределе измерения имеет место наибольшая алгебраическая разность отклонений, равная $12 = -10 - (+2)$ (мкм)

Обороты стрелки	Отметки шкалы	Прямой ход					Обратный ход					
		0	20	40	60	80	0	80	60	40	20	0
3		0	-9	-6	-3	-1	-1	-1	-2	-3	-8	+2

Наибольшая погрешность на одном обороте 10 мкм.

На нормированном участке

Направление хода	Порядок номера штрихов нормированного участка										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Прямой	0	-9	-6	-3	-1	-1	-1	-2	-3	-8	+2
Обратный	-2	-3	0	0	-1	-4	-3	-2	-1	+1	0

Наибольшая погрешность на нормированном участке 6 мкм.

1.2.3.5. Поверяемый элемент- вариация показаний

а) Требования, предъявляемые к вариации показаний индикатора.

Вариация показаний не должна превышать значений, приведенных соответственно в таблицах 3, 4 и 5.

Вариация определяется не менее, чем в 3 положениях измерительного стержня (в среднем и близких к крайним) путем 5-ти - кратного арретирования (в каждом положении) измерительного наконечника индикатора на плоскость столика или плоскопараллельной концевой меры.

1.2.4. Анализ действующих ошибок

Анализ действующих (проявляющихся в работе прибора) ошибок осуществляется в процессе поверки механизма прибора на основе знания конструкции и теоретического материала по курсу "Теория и проектирование измерительных приборов".

Получая в результате измерений и вычислений значения погрешностей показаний прибора, студент должен объяснить причины возникновения этой ошибки, установить, каким критерием точности она является (ошибкой положения или перемещения), определить характер ее проявления (систематический или случайный), количественно сравнить со значением допускаемой ошибки, изучить конструкцию устройств для компенсации этой ошибки.

1.3. Порядок выполнения лабораторной работы

1. Нарисовать схему прибора, его основных узлов и дать описание его устройства.

2. Указать элементы, подлежащие поверке и занести их в таблицу №1