

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра металлообрабатывающих станков и комплексов

Л.А. НИКИФОРОВА

ИЗМЕРЕНИЕ ОТКЛОНЕНИЙ ФОРМЫ И ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ИНДИКАТОРОМ ЧАСОВОГО ТИПА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Рекомендовано к изданию Редакционно – издательским советом
государственного образовательного учреждения высшего профессионального
образования «Оренбургский государственный университет»

Оренбург 2007

УДК 006.9 (076.5)
ББК 30ц
Н62

Рецензент

кандидат технических наук, доцент И.П.Никитина

Н 62 **Никифорова Л.А.**
 Измерение отклонений формы и поверхностей деталей
машин индикатором часового типа: методические
указания/Л.А. Никифорова – Оренбург: ГОУ ОГУ,
2007. – 20с.

Методические указания рекомендуется использовать при выполнении лабораторной работы по дисциплинам: «Метрология», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Нормирование точности» для студентов очной, заочной и ускоренной форм обучения специальностей: металлообрабатывающие станки и комплексы, технология автоматизированного машиностроения, автоматизация технологических процессов и производств, оборудование и технология повышения износостойкости и восстановления деталей и аппаратов.

ББК 30ц
© Никифорова Л.А., 2007
© ГОУ ОГУ, 2007

Содержание

Введение.....	6
1 Цель работы	7
2 Общие сведения.....	7
3 Измерительные головки с зубчатым механизмом. Индикаторы часового типа.....	7
3.1 Схема и конструкция индикатора часового типа ИЧ.....	7
3.2 Типоразмеры индикатора и технические характеристики.....	9
3.3 Расчет передаточного числа индикатора	10
3.4 Погрешность измерения индикатором.....	12
3.5 Поверка индикаторов.....	12
4 Штативы и стойки, используемые с измерительными головками.....	13
5 Чтение показаний.....	15
6 Измерения детали при помощи индикатора.....	16
6.1 Подготовка к измерению.....	16
6.2 Измерение величины радиального биения.....	16
6.3 Измерение величины огранки.....	17
7 Контрольные вопросы.....	18
8 Содержание отчета.....	18
Список использованных источников.....	19
Приложение А.....	20
Приложение Б.....	22

Введение

Измерение – один из древнейших процессов. Необходимость в измерении возникла еще на заре трудовой деятельности человека, при распределении доходов и строительства жилищ.

Со временем сложилась обширная наука об измерениях – метрология, которая решает ряд основных проблем.

Технические измерения – сравнительно молодая область метрологии, в которую входят теория и практика измерений размеров деталей машин и приборов.

Современные технические средства измерений, применяемые в машиностроении, совершенство их конструкций, точность, единообразие, стабильность и метрологическая надежность имеют большое значение в решении вопросов обеспечения качества промышленной продукции.

Качество выпускаемой продукции в машиностроении зависит от строго соблюдения технологии изготовления, от правильности и тщательности измерений параметров продукции.

В методических указаниях изложены теоретические положения; дана конструкция индикатора; указано различие между штативом и стойкой; приводится описание работ индикатором часового типа; даны необходимые таблицы.

1 Цель работы

Изучить устройство индикаторов часового типа; ознакомиться со штативами и стойками; усвоить первоначальные навыки работы измерительными средствами.

2 Общие сведения

Измерительными головками называются механические отсчетные устройства, преобразующие малые перемещения измерительного наконечника в большие перемещения стрелки и имеющие шкалу, по которой отсчитывают величины перемещения наконечника.

В качестве отдельного измерительного устройства эти головки использоваться не могут и для измерения их устанавливают в специальных приборах и приспособлениях, где требуется отсчитать какие-либо перемещения. Поэтому их часто называют «**отсчетные головки**».

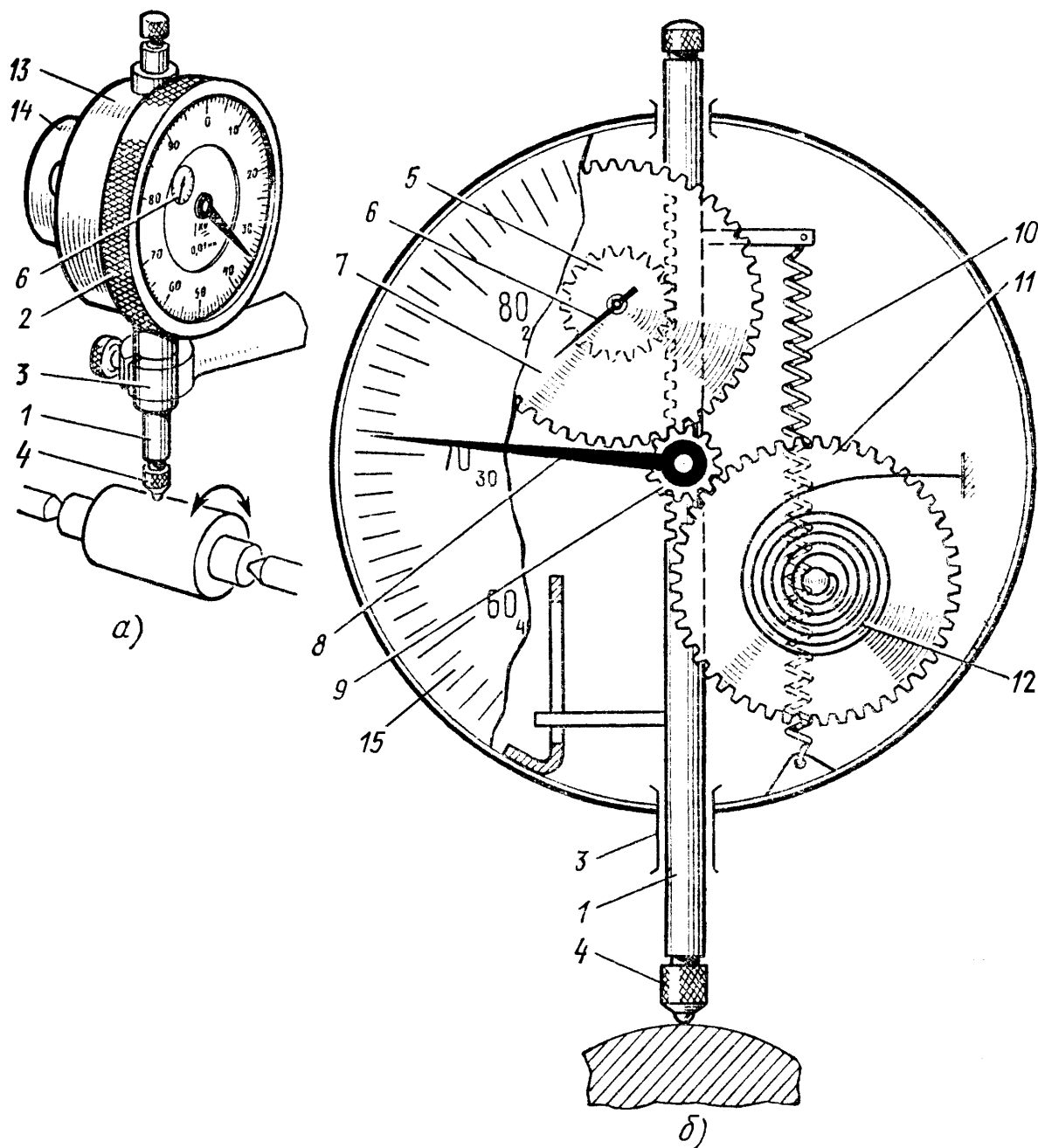
Измерительные головки конструктивно оформляют в одном корпусе. Они имеют элементы, с помощью которых устанавливаются (присоединяются) в измерительном устройстве. В подавляющем большинстве случаев этот «присоединительный» элемент делают в виде цилиндра диаметром 8 или 28 мм.

Наиболее оправдали себя и получили широкое распространение головки, в которых используются преобразующие механизмы, содержащие в себе только зубчатые передачи, рычажные вместе с зубчатыми передачами и передачи с пружинными механизмами. Применяемые ранее механизмы головок, содержащие только рычажные передачи, например миниметры, практически не используются.

3 Измерительные головки с зубчатым механизмом. Индикаторы часового типа

3.1 Схема и конструкция индикатора часового типа ИЧ

Индикаторы часового типа (рисунок 1). Внешне (да и по внутреннему устройству) индикатор похож на карманные часы, почему и закрепилось за ним такое название (но неправильно называть его индикаторные часы — время им не измеряют).



а) общий вид индикатора ИЧ-10; б) схема зубчатой передачи

Рисунок 1 – Индикатор часового типа

Основанием индикатора часового типа служит корпус 13, внутри которого смонтирован передаточный механизм – реечно-зубчатая передача. Сквозь корпус 13 проходит измерительный стержень 1 с наконечником 4. на стержне нарезана рейка, которая находится в зацеплении с трибом 5 (трибом называют зубчатое колесо малого модуля с небольшим числом зубьев 6-16, чаще всего изготовленное за одно со всей осью, так называемое «валковое колесо»). На одной оси с трибом 5 установлено зубчатое колесо 7 большего диаметра, находящееся в зацеплении с трибом 9, на оси которого установлена основная стрелка индикатора 8. С помощью этой стрелки по шкале 15 отсчитывают перемещения измерительного наконечника 4.

Индикатор относится к так называемым многооборотным головкам, то есть к головкам, в которых стрелка совершает несколько оборотов при перемещении наконечника в диапазоне показания. Для отсчета числа оборотов на оси реечного колеса 5 укреплен малая стрелка-указатель числа оборотов 6, движение которого отсчитывается по малой секторной шкале. В действии механизма индикатора существенную роль играют его пружины: пружина измерительного усилия 10, обеспечивающая постоянство силы прижатия измерительного наконечника 4 к поверхности измеряемой детали, и пружинный волосок 12, который через контактное зубчатое колесо 11 обеспечивает постоянство контакта всех зубьев передачи индикатора одними профилями независимо от направления движения измерительного стержня-рейки – вверх или вниз. Этим ликвидируется «мертвый ход» при перемене направления хода стержня 1. индикатор часового типа во время измерений устанавливается в стойках или штативах. Для присоединения к этим устройствам индикатор оснащен гильзой 3 или ушком 14. для установки на «0» круглая шкала поворачивается ободком 2. круглая шкала 15 индикатора часового типа состоит из 100 делений. Цена каждого деления 0,01 мм. Это означает, что при перемещении измерительного наконечника 4 на 0,01 мм стрелка индикатора перейдет на одно деление шкалы.

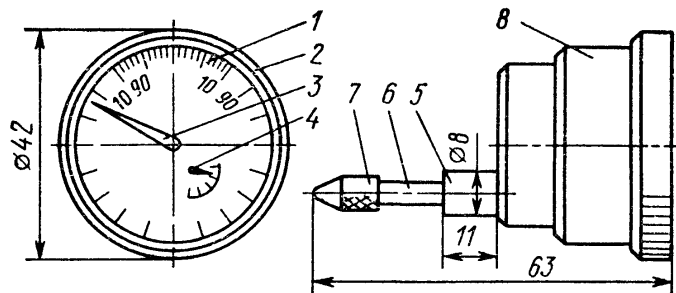
Индикатор часового типа широко используется в машиностроении для самых разнообразных измерительных и наладочных задач. Индикаторы контролируют линейные размеры, отклонения формы и расположения поверхностей.

3.2 Типоразмеры индикатора и технические характеристики

Если взять индикатор часового типа в отдельности, т. е. не установленный в штативе или стойке, то для него диапазон показаний и диапазон измерений имеет один и тот же смысл. Подавляющее большинство индикаторов имеет диапазон показаний 2 (или 3), 5 или 10 мм. Значительно реже изготавливают индикаторы с диапазоном показаний 25 и 50 мм. Индикаторы с диапазоном показаний 5 и 10 мм обычно имеют одну и ту же конструкцию, но в индикаторе с диапазоном показаний 10 мм введен ограничитель для получения индикаторов с диапазоном показаний 5 мм. Индикатор часового типа имеет цену деления 0,01 мм. Попытка обеспечить меньшие цены деления не дает положительных результатов.

Измерительное усилие индикаторов часового типа обычно находится в пределах 0,8-2 Н (80-200 гс).

Одной из разновидностей индикаторов часового типа являются индикаторы с так называемой торцовой шкалой, в которых измерительный стержень расположен на линии, перпендикулярной шкале индикатора, приведен на рисунке 2. Механизм такого индикатора состоит также из зубчатых пар, но передача на рейку осуществляется через дополнительный угловой рычаг с передаточным числом, равным 1.



1 – циферблат; 2 – ободок; 3 – стрелка; 4 – указатель числа оборотов стрелки; 5 – гильза; 6 – измерительный стержень; 7 – наконечник; 8 – корпус.

Рисунок 2 – Индикатор торцовый типа ИТ-2

3.3 Расчет передаточного числа индикатора

Передаточным числом механизмов, содержащих зубчатые передачи, называется отношение чисел зубьев колеса (большее по диаметру зубчатое колесо пары) к числу зубьев шестерни (меньшее зубчатое колесо пары). Передаточное число последовательного соединения передач равно произведению передаточных чисел отдельных пар. В общем виде передаточное число для увеличивающих передач характеризует отношение величины перемещения выходного звена к перемещению входного звена, т. е. оно всегда или равно или больше 1.

Для случая индикатора передаточное число равно

$$u = \frac{R\varphi}{l}, \quad (1)$$

где R — длина стрелки от оси поворота до свободного конца, мм;

φ - угол поворота стрелки, рад.;

$R\varphi$ — перемещение конца стрелки индикатора (выходного звена);

l - величина перемещения измерительного наконечника (перемещение рейки входного звена).

Величину перемещения измерительного наконечника l можно выразить как произведение радиуса делительной окружности триба 5 (r_5) на угол его поворота, т. е.

$$l = r_5 \alpha, \quad (2)$$

Угол поворота стрелки φ равен углу поворота триба 5 (α), умноженному на передаточное число передачи от стрелки до этого триба, т. е.

$$\varphi = \frac{\alpha z_7}{z_9}, \quad (3)$$

Отсюда передаточное число индикатора $u = \frac{R}{r_5} \frac{z_7}{z_9}$ или, заменив $r_5 = \frac{mz_5}{2}$, получим

$$u = \frac{2R}{mz_5} \frac{z_7}{z_9}. \quad (4)$$

Передаточное число индикатора можно получить, если представить себе конечное звено стрелки и начальное звено триба как рычаг, и тогда передаточное число равно отношению плеч рычага увеличенному на передаточное число зубчатой пары, т. е.

$$u = \frac{R}{r} \frac{z_7}{z_9}$$

где r - радиус делительной окружности триба 5; $r_5 = \frac{mz_5}{2}$, и, таким образом,

$$u = \frac{2R}{mz_5} \frac{z_7}{z_9}$$

Одним из основных показателей индикатора, облегчающих его использование и ограничивающих число вариантов для расчета, является условие, что при перемещении наконечника на $l = 1$ мм стрелка совершает один оборот, т. е. $\varphi = 2\pi$. Это ограничение дает возможность получить выражение для определения значения модуля зубчатых зацеплений, используя приведенные выше зависимости для l (2) и для φ (3);

$$\alpha = \frac{l}{r_5} = \frac{l}{r_5}; \quad \varphi = 2\pi = \frac{l}{r_5} \frac{z_7}{z_9};$$

$$2\pi = \frac{l}{mz_5} \frac{z_7}{z_9};$$

$$m = \frac{l}{\pi z_5} \frac{z_7}{z_9}. \quad (5)$$

В отечественных конструкциях индикаторов с диапазоном показаний 5 и 10 мм из многолетней практики установились значения $z_5 = 16$; $z_7 = 100$ и $z_9 = 10$ зубьев, откуда $m = \frac{1 \cdot 100}{3,14 \cdot 16 \cdot 10} = 0,199$ мм. Это не очень удобное значение модуля применяют широко только в зубчатых передачах индикаторов часового типа.

В указанных выше индикаторах длина стрелки от оси поворота до конца обычно равна 25 мм. Тогда передаточное число $u = \frac{2 \cdot 25 \cdot 100}{0,199 \cdot 16 \cdot 10} \approx 157$, т. е. перемещения измерительного наконечника индикатора преобразуются в перемещения конца стрелки с увеличением в 157 раз.

Интервал деления на шкале индикатора определяют так же, исходя из принятого условия, что полный оборот стрелки должен соответствовать перемещению наконечника на 1 мм. Поскольку цена деления индикатора принята 0,01 мм, то на шкале должно содержаться 100 делений. Тогда для определения интервала деления шкалы α необходимо длину окружности, описываемой концом стрелки индикатора, разделить на 100 частей, т. е.

$$\alpha = \frac{2\pi R}{100} = 1,57 \text{ мм.}$$

Иногда, например, в малогабаритных индикаторах, для того чтобы обеспечить необходимое передаточное число и не использовать большие колеса со 100 зубьями, устанавливают дополнительную зубчатую передачу.

3.4 Погрешность измерения индикатором

Погрешности индикатора нормируются в зависимости от используемого диапазона показаний (в зависимости от перемещения измерительного стержня). Обычно на участке в 0,1 мм погрешность находится в пределах от 5 до 8 мкм; на участке от 1 до 2 мм от 10 до 15 мкм; на участке до 3 мм до 15 мкм; на участке от 5 до 10 мм погрешность находится в пределах от 18 до 22 мкм.

Таким образом, на небольшом участке погрешность индикатора находится в пределах цены деления. На больших пределах погрешность превышает цену деления. Это показывает, что отсчитывать доли от цены деления (т. е. тысячные доли миллиметра — микрометры) на индикаторе часового типа нельзя.

3.5 Поверка индикаторов

Поверку производят обычно с помощью концевых мер длины.

Широко используют для поверки индикаторов микрометры, у которых вместо пятки делают державку для установки индикатора.

Для поверки индикаторов используют и оптические приборы (микроскоп, длиномер, компаратор), которые имеют оптические шкалы. Принцип поверки с помощью этих приборов заключается в сравнении показаний по индикатору с показаниями по оптической шкале.

Известно большое количество специальных приспособлений для поверки индикаторов.

Необходимо иметь в виду, что при поверке прибора с арретированием наконечника (например, поверка по концевым мерам) и при поверке без арретирования (например, поверка сравнением с оптической шкалой) результаты по-

верки могут не совпадать, поскольку в первом случае идет поверка при одном направлении перемещения измерительного стержня, и, кроме того, соприкосновение наконечника с концевой мерой происходит с ударом (как бы осторожно не опускали наконечник), а при ударе более надежно преодолевается сила трения во все опорах. Обычно погрешность индикаторов, а также других головок, содержащих рычажные, зубчатые и рычажно-зубчатые передаточные механизмы, бывает меньше при поверке с арретированием, чем при поверке без носителя практически ко всем устройствам, имеющим механические перемещаемые элементы.

4 Штативы и стойки, используемые с измерительными головками

Для измерительных головок, рассмотренных выше, изготавливаются универсальные приспособления - «установочные узлы», в которых головки могут быть установлены для универсального использования. Такие установочные узлы разделяют на две группы: стойки и штативы.

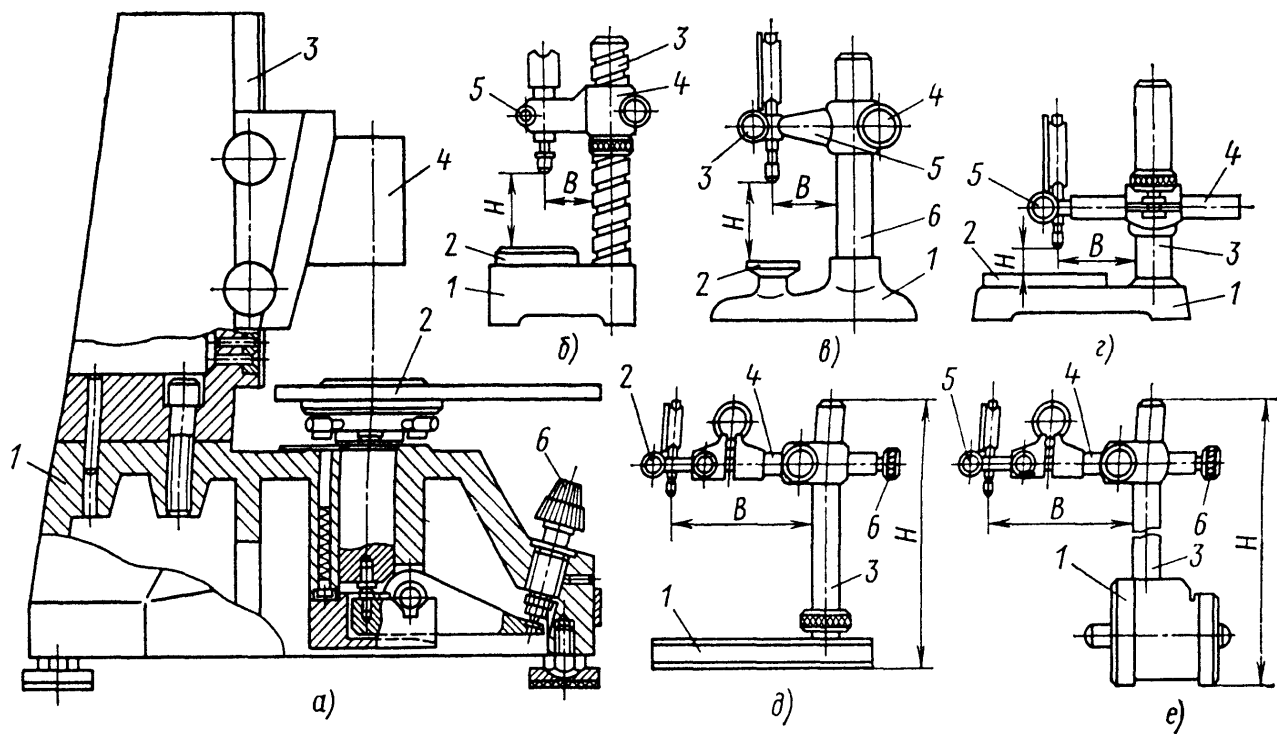
Стойкой называется установочный узел, на который устанавливается как измерительная головка, так и измеряемая деталь.

Штативом называется установочный узел, на котором устанавливается только измерительная головка.

Стойки изготавливают чаще всего для измерительных головок с диаметром присоединительного цилиндра 28 мм и реже 8 мм. Некоторые разновидности стоек приведены на рисунке 3 (а, б, в, г).

Стойки со столами, которые имеют возможность смещаться по высоте, чаще всего изготавливают для использования с головками, имеющими цену деления 0,001 мм и менее.

В столах этих стоек очень часто вводится и механизм малых перемещений для обеспечения установки на нуль головки. Кронштейн стойки, в котором устанавливается измерительная головка, всегда имеет возможность перемещаться в вертикальном направлении.



а – стойка – тип CI; б – стойка – тип CII; в – стойка – тип CIII; г – стойка – тип CIV; д – штативы – типы Ш I; Ш II; Ш III; е – штативы – типы ШMI; ШMII; ШMIII (1 - основание; 2 - измерительный стол; 3 - колонка; 4 - кронштейн; 5 - винт крепления измерительной головки; 6 - микроподача, винт тонкой установки на размер)

Рисунок 3 – Стойки и штативы для измерительных головок

Штативы изготовляют только для головок с диаметром соединительного цилиндра 8 мм. Штативы устанавливают на основании, в котором иногда колонка имеет возможность переставляться (рисунок 3 д). У некоторых видов в основании штативов имеется переключаемый постоянный магнит (рисунок 3 г), который либо замыкается на корпус основания, и тогда все основание становится магнитом и притягивается к стальной или чугунной поверхности, либо отключается, и тогда штатив можно снять с поверхности. В основании имеется призматическая прорезь, позволяющая устанавливать штатив на цилиндрическую поверхность.

Большинство штативов изготовляют с колонкой высотой 250 мм. Однако имеются, но не очень широко распространены штативы с колонкой высотой до 630 и даже до 1000 мм и более. Последние штативы иногда на заводах изготовляют для собственных нужд.

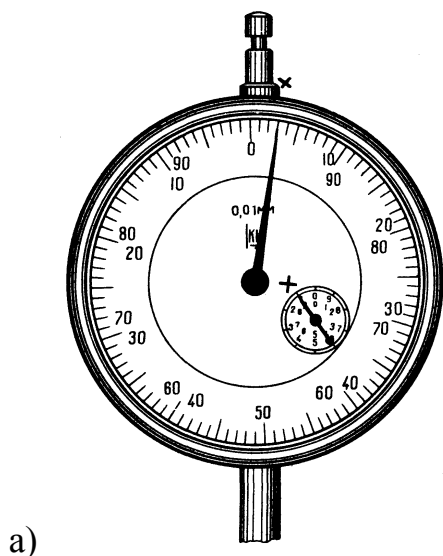
Специфичным требованием к штативам является требование к их жесткости. При недостаточной жесткости установочных узлов (стоек и штативов) возникают большие погрешности измерения, особенно при измерении биений, когда у измерительной головки появляется перепад измерительного усилия при перемещении измерительного стержня.

5 Чтение показаний

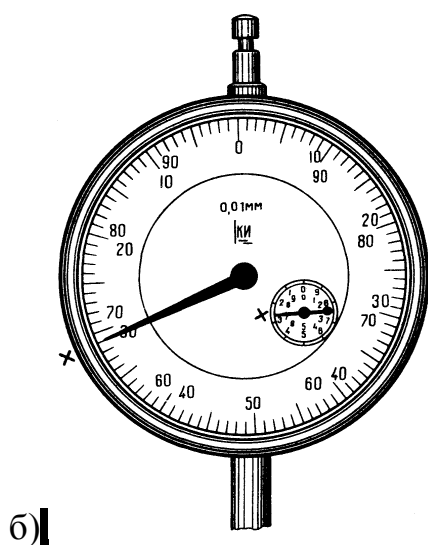
Целое число миллиметров отсчитывается стрелкой указателя оборотов по малой шкале. Сотые доли миллиметров отсчитываются стрелкой по большой шкале. При подъеме измерительного стержня (прямой ход) показания читают по наружным цифрам большой шкалы (увеличение по часовой стрелке) на рисунке 4 а. При опускании измерительного стержня (обратный ход) показания читают по внутренним цифрам большой шкалы (увеличение против часовой стрелки) на рисунке 4 б.

Перед измерением проверить постоянство показаний индикатора приподнимая и опуская измерительный стержень.

Разность показаний не должна превышать 0,5 деления.



Прямой ход: $1 \text{ мм} + 0,03 \text{ мм} = 1,03 \text{ мм}$.
Обратный ход: $8 \text{ мм} + 0,97 \text{ мм} = 8,97 \text{ мм}$.



Прямой ход: $2 \text{ мм} + 0,69 \text{ мм} = 2,69 \text{ мм}$.
Обратный ход: $7 \text{ мм} + 0,31 \text{ мм} = 7,31 \text{ мм}$.

Рисунок 4 – Чтение показаний на индикаторных головках

6 Измерения детали при помощи индикатора

6.1 Подготовка к измерению

6.1.1 Установить индикатор часового типа над измеряемой поверхностью для этого вставить гильзу индикатора в присоединительное отверстие кронштейна штатива и прочно закрепить зажимом присоединительной втулки, но так, чтобы сохранилось свободное передвижение измерительного стержня индикатора.

6.1.2 Закрепить измеряемый вал в центрах приспособления, предварительно протерев чистой тканью измеряемую поверхность детали и ее центровые отверстия, чтобы убедиться в отсутствии на них забоин и заусенцев, так как их наличие увеличивает измеренную величину биения поверхности детали.

6.1.3 Приблизить измерительный наконечник индикатора к измеряемой поверхности вала, перемещая державку с индикатором по колонке штатива, до оставления небольшого зазора между ними.

6.1.4 Опустить индикатор с помощью винта микроподачи до контакта измерительного наконечника с поверхностью вала. При этом индикатор подводят так, чтобы стрелка его сделала 1-2 оборота. Предварительное отклонение стрелки называют «натягом прибора», который необходим для того, чтобы в процессе измерений натяг мог показывать как отрицательные, так и положительные отклонения от начального положения.

6.2 Измерение величины радиального биения

6.2.1 Установить на «0» шкалу индикатора по стрелке для чего плавно повернуть ободок с циферблатом до совмещения осей стрелки и нулевого штриха шкалы (можно любое число принять за «0»).

6.2.2 Повернуть вал медленно от себя до прихода стрелки в наименьшее положение и записать отсчет в этом положении.

6.2.3 Продолжить вращение вала в том же направлении до тех пор, пока стрелка займет наибольшее положение (в направлении по часовой стрелке) и записать отсчет в этом положении.

6.2.4 Повторить полный оборот вала в центрах, записывая показания индикатора в крайних точках, и сравнить их с показаниями при первом обороте. Если эти показания расходятся больше, чем на одно деление, то выполнить третий оборот с записью показаний.

6.2.5 Подсчитать разности показаний в верхней и нижней точках для каждого оборота вала, записать их в отчетный бланк, подсчитать их среднюю величину и записать ее как измеренное значение величины радиального биения поверхности вала в отчетный бланк.

Вал годен, если измеренное значение радиального биения его поверхности не превышает допускаемой величины, указанной в чертеже.

Радиальное биение – это абсолютная величина разности наибольшего и наименьшего показаний (с учетом знака). Показания могут иметь как положительный, так и отрицательный знак.

Радиальное биение – результат появления эксцентриситета и отклонений от круглости.

6.3 Измерение величины огранки

Огранка является частным видом отклонения от круглости – это комплексный показатель отклонений в плоскости поперечного сечения цилиндрической детали.

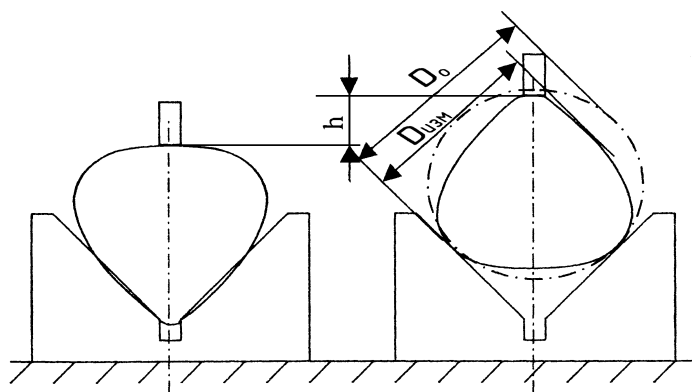
Огранкой называют отклонение от круглости, при котором реальный профиль поверхности представляет собой фигуру, состоящую из нескольких граней вместо плавной окружности.

Числовая величина огранки выявляется по показанию средства измерения и приравнивается к отклонению от круглости.

Причиной появления огранки является изменение мгновенного центра вращения детали, например, при бесцентровом шлифовании.

Измерение детали:

- установить ступенчатый вал в призму (показано на рисунке 5);
- установить индикатор в штатив так, чтобы ось измерительного стержня была перпендикулярна от изделия и пересекала ее;
- установить шкалу индикатора на «0» и отметить на поверхности детали начальную точку измерения в данном сечении;
- записать наибольшее и наименьшее показания индикатора на полном обороте детали при медленном ее вращении в призме, избегая осевого смещения.



Для измерения изделий с трехвершинными или 5-вершинными профилями огранки применяют призму с углом 90° .

Величиной огранки называется разность между диаметром описанной окружности D_0 и расстоянием между двумя параллельными плоскостями, касающимися детали $D_{изм}$. Для детали, имеющей огранку, величина $D_{изм}$ остается постоянной в данном поперечном сечении.

Абсолютная величина разности h между наибольшим и наименьшим (с учетом знака) показаниями прибора характеризуют величину огранки, но не является ее величиной.

При измерении детали в призме с углом 90° величина огранки E может быть приближенно подсчитана по формуле: $E = h/2$

Если призма с углом 60° , то $E = h/3$

7 Контрольные вопросы

7.1 Дать определение индикаторам часового типа и указать их назначение и типы.

7.2 Как устроен индикатор часового типа? Его схема.

7.3 Чтение показаний

7.4 Назначение штативов и стоек, их различие

7.5 Что такое радиальное биение и как оно определяется. Причины его появления

7.6 Что такое огранка? Причины ее появления

8 Содержание отчета

8.1 Записать название лабораторной работы, ее цель

8.2 Ответить письменно на контрольные вопросы

8.3 Заполнить графы отчетных бланков (приложение А и Б)

Список использованных источников

- 1 **Ганевский, Г.М.** Допуски, посадки и технические измерения в машиностроении / Г.М. Ганевский, И.И. Гольдин. – М.: Высшая школа, 1987.-270с.: ил.
- 2 **Васильев, А.С.** Основы метрологии и технические измерения / А.С. Васильев.- М.: Машиностроение, 1980.-192с.:ил
- 3 **Ознобшин, Н.С.** Технический контроль в механических цехах: учебник для технических училищ/ Н.С. Ознобшин, А.М. Лурье – 3-е изд., дополненное и переработанное – М.: Высшая школа, 1979. – 221с.: ил.
- 4 **Берков, В.И.** Технические измерения (альбом): учебное пособие для СПТУ/ В.И.Берков: – 4-е изд., исправленное и дополненное. – М.: Высшая школа, 1988. – 128с.: ил.
- 5 **Марков, Н.Н.** Конструкция, расчет и эксплуатация измерительных инструментов и приборов/ Н.Н. Марков, Г.М. Ганевский. – М.: Машиностроение, 1981.-367с.: ил.

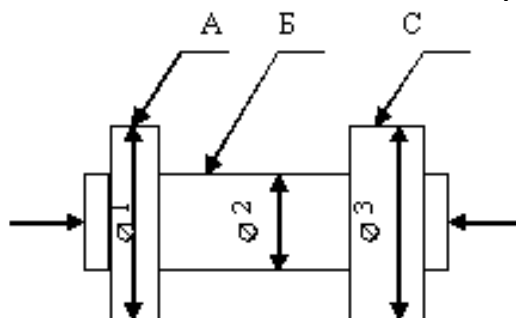
Приложение А (обязательное)

Лабораторные работы

Лабораторная работа № 1

Измерение индикатором часового типа величины радиального биения вала, установленного в центрах (абсолютный метод)

Задание. Измерить величину радиального биения поверхности вала (А, Б, С), установленного в центрах. Базой является общая ось центровых отверстий.



Параметры детали			Измерительное средство	Метрологический показатель			
Ø 1	Ø 2	Ø 3		Цена деления шкалы, мм	Диапазон показаний шкалы, мм	Пределы измерения инструмента, прибора, мм	Измерительная шкала, Н

Результат измерения

	А			Б			С		
	Показания прибора		биение нб-нм	Показания прибора		биение нб-нм	Показания прибора		биение нб-нм
	нб	нм		нм	нб				
Первый оборот									
Второй оборот									
Третий оборот									
Радиальное биение поверхности А				Радиальное биение поверх- ности Б			Радиальное биение поверх- ности С		
Заключение о годности									

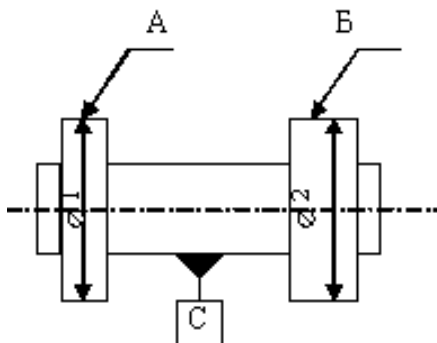
Работу выполнил

Работу принял

Лабораторная работа № 2

Измерение индикатором часового типа величины огранки поверхности вала, установленного на призму

Задание. Измерить величину огранки поверхности (А и Б) вала, установленного на призму. Призма с углом 90°



Результаты измерения

	А			Б		
	Показания прибора		Величина разности $h=nб+nm$	Показания прибора		Величина раз- ности $h=nб+nm$
	нб	nm		nm	нб	
Первый оборот						
Второй оборот						
Третий оборот						
Величина огранки, $E=$				Величина огранки, $E=$		
Заключение о годности						

Работу выполнил

Работу принял

Приложение Б (обязательное)

Таблица Б.1 - Основные метрологические характеристики средств измерения

Измерительные средства	Метрологический показатель				
	Цена деления шкалы, мм	Диапазон показаний шкалы, мм	Предел измерения инструмента, прибора, мм	Допускаемая погрешность инструмента (прибора), мкм	Измерительная сила, Н
1	2	3	4	5	6
Штангенциркуль типа ШЦ-I (ГОСТ 166-89)	0,1	125	0-125	$\pm (150 \dots 170)$	-
Штангенциркуль типа ШЦ-II ШЦ-III (ГОСТ 166-89)	0,05	160	0...160	± 50	-
	0,05	200	0...200		
	0,05	250	0...250		
	0,1	160	0...160	± 70	-
		200	0...200	± 70	
		250	0...250	± 80	
Микрометры гладкие типа МК для измерения наружных размеров (ГОСТ 6507-90)	0,01	25	0...25 25...50 50...75 75...100 и т.д. 600	$\pm 2,0$ $\pm 2,5$ $\pm 2,5$ $\pm 2,5$ $\pm 6,0$	5...9
Индикаторы часового типа (ГОСТ 577-68) ИЧ, ИТ	0,01	2	0...2	10	1,5(0,4)
ИЧ	0,01	5	0...5	12	1,5 (0,6)
	0,01	10	0...10	15	1,5 (0,6)
	0,01	25	0...25	22	3,0 (1,8)