

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФГБОУ ВО БРЯНСКИЙ ГАУ

КАФЕДРА ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА

Будко С.И., Киселева Л.С.

**УСТРОЙСТВО, НАСТРОЙКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ
УНИВЕРСАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВ**

Методические указания к лабораторной работе
по курсу
«Основы взаимозаменяемости и технические измерения»

БРЯНСК 2021

УДК 528.52 (076)

ББК 30.10

Б 90

Будко, С. И. Устройство, настройка и эксплуатация универсальных средств измерения углов: методические указания к лабораторной, работе по курсу «Основы взаимозаменяемости и технические измерения» / С. И. Будко, Л. С. Киселева. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2021. – 21 с.

Методическое пособие предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия.

Рецензент: к.э.н., доцент Гринь А.М.

Рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-технологического института Брянского государственного аграрного университета, протокол №3 от 25 октября 2021 года.

© Брянский ГАУ, 2021

© Будко С.И., 2021

© Киселева Л.С., 2021

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях повышение технического уровня качества продукции, работ и услуг неразрывно связано с повышением уровня измерений и профессионально-технических знаний в области линейно-угловых измерений. На предприятиях машиностроения, ремонтного производства и технического сервиса рабочие в повседневной практической деятельности постоянно сталкиваются с необходимостью контроля размеров изделий, проведения измерений и оценки полученных результатов.

Основные требования, предъявляемые к техническим измерениям в машиностроении – точность, производительность и возможность заранее предупредить появление брака. В ремонтном производстве, как одной из отраслей машиностроения, к техническим средствам предъявляют такие же требования. Однако при ремонте машин часто необходимо проводить специфические измерения, связанные с дефектацией, проверкой соединений новых деталей с частично изношенными деталями, использованием ремонтных размеров. Поэтому от рабочих требуется знание средств измерений и умение ими пользоваться.

Методические указания предназначены для ознакомления студентов с эксплуатацией, настройкой и метрологической характеристикой универсальных средств измерения углов.

Методические указания для проведения лабораторной работы разработаны в соответствии с программой дисциплины "Основы взаимозаменяемости и технические измерения" для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия.

Для качественного выполнения лабораторной работы ее содержание приводится в логической последовательности и включает сле-

дующие части: цель работы; применяемые измерительные приборы, детали, материалы; краткие теоретические сведения по теме; порядок выполнения работы; форму отчета; контрольные вопросы и рекомендуемую литературу.

Для закрепления полученных знаний в Приложении приводятся тестовые задания для самостоятельной работы.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен владеть: практическими навыками в области технических измерений.

УК-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

ОПК-2: Способен использовать нормативные правовые акты и оформлять специальную документацию в профессиональной деятельности.

УСТРОЙСТВО, НАСТРОЙКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВ

Цель работы: 1. Изучить методы и средства измерения углов.
2. Освоить методику измерения угловых размеров с помощью угломера с нониусом.

Принадлежности: Угломер транспортирный с нониусом конструкции Кушникова. Угломер конструкции Семенова. Оптический угломер. Образцы плоских деталей с различными внешними и внутренними углами.

1 Теоретические сведения

Угломер – это механический или электронный прибор, предназначенный для точного определения углов между поверхностями, элементами конструкций, деталями или узлами оборудования, а также между удаленными объектами. Измерение углов производится в градусах с помощью специальной шкалы с механическим указателем, нониуса или электронного дисплея (в зависимости от типа прибора).

В наиболее простом варианте угломер: электронный, механический состоит из двух измеряющих поверхностей (линеек) закрепленных на одной оси. Будучи подвижными, они свободно располагаются под углом относительно друг друга. Для определения значения угла, в зависимости от типа устройства, используется линейчатая, линейчато-круговая шкала, электронное отсчетное устройство или другие дополнения.

Угломеры предназначены для проведения абсолютных прямых измерений контактным методом.

Перед измерением угломер необходимо очистить от защитной смазки. Для этого рекомендуется промыть его в бензине и протереть насухо чистой хлопчатобумажной тканью.

Перед измерением необходимо провести нулевую установку угломера. Для угломеров с нониусом совмещают измерительные поверхности линейки основания и съемной линейки и при отсутствии просвета между ними проверяют совпадение нулевого и последнего штриха нониуса со штрихами основной шкалы.

Основной из измерительных поверхностей для угломера УМ и УН является поверхность основания угломера, которая совпадает с диаметральной плоскостью шкалы основания. Второй измерительной плоскостью для угломера УМ является поверхность угольника, для угломера УН – поверхность съемной линейки, собранной вместе с угольником.

Для оптического угломера УО установка на нуль проверяется с помощью угловой призматической меры 90° . При отсутствии просвета между измерительными поверхностями угломера и меры отсчетный указатель должен совпадать со штрихом 90° .

При работе с угломером деталь устанавливают между измерительными поверхностями средства измерения, прижимают деталь к неподвижной поверхности основания угломера для угломеров с нониусом и перемещают вторую измерительную поверхность угломера до полного соприкосновения с поверхностью детали, которая является второй образующей измеряемого угла. После чего положение угломера фиксируется стопором и считывается показание средства измерения. При работе с оптическим угломером поверхность измеряемой детали прижимают к двоянной линейке и, перемещая сменную ли-

нейку до соприкосновения с поверхностью детали, считывают показания, предварительно фиксируя положение угломера стопором.

Для измерения углов с точностью до $2'$ и грубее применяются угломер с нониусом транспортный или оптический угломер.

Широкое применение нашли *угломеры транспортные с нониусом конструкции Кушникова* (УМ) для измерения наружных углов от 0° до 180° с ценой деления основной шкалы 1° , а отсчет по нониусу $2'$ или $5'$.

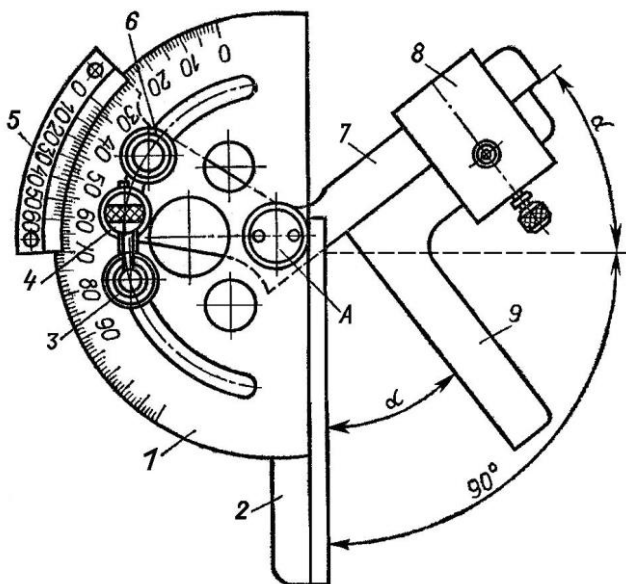
Основанием угломера является полудиск 1 (рисунок 1), на котором нанесена шкала от 0° до 90° . С диском жестко скреплена линейка основания 2. Подвижная линейка 7 вращается вместе с нониусным сектором 5 вокруг оси А. Нониусный сектор 5 связан с микровинтом 4.

Для точной установки необходимо застопорить винт 3 и, вращая микровинт 4, добиться требуемого положения нониусной шкалы, зафиксировав его стопорным винтом 6. Для измерения углов от 0 до 90° на подвижную линейку 7 крепится с помощью хомутика 8 угольник 9. Углы от 0 до 90° измеряют установленным угольником. На рисунке этой позиции соответствует положение при измерении угла α . Измерение углов от 90° до 180° производится без угольника. В этом случае к показаниям угломера нужно прибавить 90° . На рисунке эта позиция показана углом $90^\circ + \alpha$. Правила отсчета по угловому нониусу аналогичны правилам отсчета по нониусу штангенинструментов, только измеряемое значение выражается в угловых единицах.

Настройку угломера для измерений углов меньше 90° ведут в следующем порядке.

1. С помощью хомутика 8 соединяют угольник 9 с линейкой 7.
2. Проверяют совпадение нулевых штрихов основной шкалы и шкалы нониуса. Для этого плоскость угольника 9 доводят до сопри-

косновения с плоскостью линейки 2 так, чтобы между ними не было просвета. Если нулевые штрихи не совпадают, нужно переместить шкалу нониуса, воспользовавшись помощью лаборанта.



1 – линейка; 2 – сектор-основание; 3 – стопор микровинта; 4 – микровинт; 5 – нониусный сектор; 6 – стопорный винт; 7 – подвижная линейка; 8 – хомутик; 9 – угольник

Рисунок 1 - Угломер транспортирный с нониусом конструкции Кушникова

3. Ослабив стопорный винт 6, вводят между плоскостями линейки 2 и угольника 9 измеряемую деталь. После этого сближают плоскости так, чтобы между ними и плоскостями измеряемой детали отсутствовал просвет. Точную доводку следует осуществлять с помощью микровинта 4 при застопоренном винте 3.

4. Стопорят нониусный сектор винтом 6 и производят отсчет. Отсчет выполняют так же, как и при использовании штангенинструментов.

Пример. На рисунке 2, при измерении детали нулевой штрих шкалы нониуса занял положение между 15-м и 16-м градусами основной шкалы. Значит, искомый угол будет равен 15° и какой-то части 16-го. Эта часть 16-го деления определяется числом делений шкалы нониуса, расположенных левее того штриха шкалы нониуса, который совпадает со штрихом основной шкалы.

В данном примере совпадает 8-й штрих. Это значит, что часть следующего деления основной шкалы будет равна

$$\Delta = ne,$$

где n – число делений шкалы нониуса, лежащих левее совпадающего штриха;

e – точность отсчета по нониусу, которая определяется по уравнению $e = c/n$.

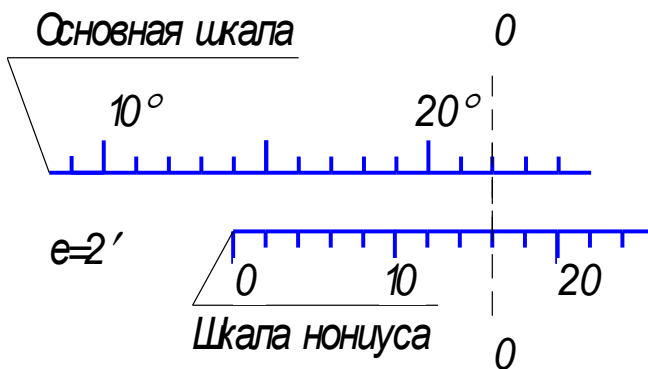


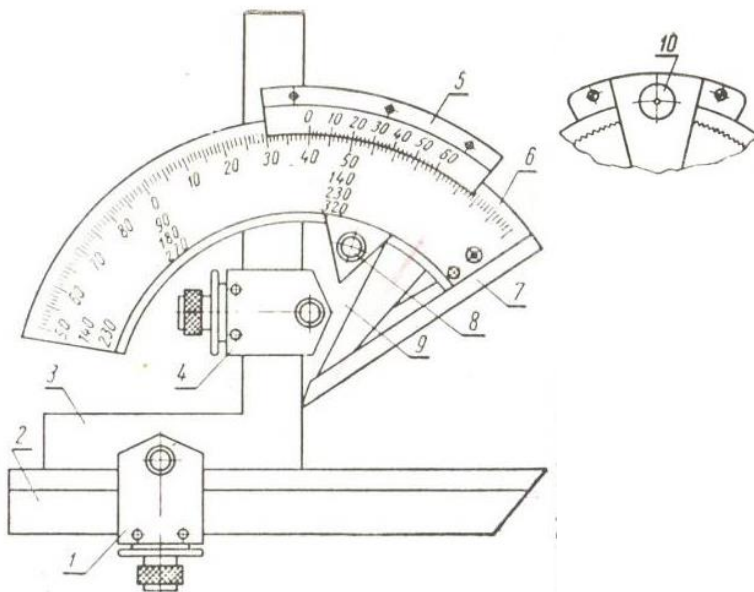
Рисунок 2 – Пример расчета по угломеру

Так как в рассматриваемом угломере $\epsilon = 2'$, общий размер будет равен $C = 15^\circ + 8 \cdot 2' = 15^\circ 16'$.

Угломер конструкции Семенова (УН) (рисунок 3) предназначен для измерений наружных и внутренних углов. Путем различных комбинаций в установке деталей угломер можно использовать для измерения углов в диапазоне от 0 до 320° , причем наружные углы измеряют от 0 до 180° , а внутренние – от 40° до 180° . Цена деления основной шкалы 1° , а отсчет по нониусу $2'$. Угломер состоит из сектора 6, на котором нанесена основная градусная шкала, и сектора 9, соединенного с нониусной шкалой 5. На основном секторе 6 одна шкала располагается вправо от нуля, а другая влево. В зависимости от измеряемого угла отсчет можно вести или по одной, или по другой шкале. С основным сектором жестко связана линейка 7. Основной сектор можно легко перемещать вдоль нониусной шкалы и стопорить прижимом 8. К пластине нониусного сектора 9 хомутиком 4 присоединяется угольник 3. В свою очередь, к угольнику 3 хомутиком 1 крепится линейка 2. Для удобства установки угломера при измерениях в тесных местах один конец линейки 2 скошен. Точная установка рабочей грани сектора относительно рабочей грани линейки основания осуществляется микрометрической подачей путем вращения гайки 10 с накаткой. Гайка 10 расположена на обратной стороне нониусного сектора 9.

Подготовка угломера для измерений наружных углов:

а) при измерениях углов от 0 до 50° угломер используют в полном сборе, рисунок 3. В такой комбинации одной гранью угла будет грань линейки 7, а другой – грань линейки 2. Отсчет ведут по правой шкале;



1 и 4 – хомутики крепления линейки и угольника; 2 – сменная линейка; 3 – угольник; 5 – нониусная шкала; 6 – сектор-основание; 7 – линейка; 8 – прижим; 9 – нониусный сектор; 10 - гайка

Рисунок 3 – Угломер конструкции Семенова

б) при измерении наружных углов от 50 до 140° линейку 2 пере-
страивают в хомутик 4, удалив угольник 3. Раствор между измери-
тельными гранями увеличивается на 90° , так как линейка 2 переходит в
положение, указанное на рисунке 4. Если при измерениях не требуется
высокая точность, достаточно выдвинуть угольник 3 (рисунок 3) и,
если нужно удалить линейку 2 вместе с хомутиком 1. На рисунке 4 это
положение показано штрих-пунктиром. При измерениях углов от 50 до
 90° используют левую шкалу (рисунок 4.а), а при измерениях углов от
 90 до 140° - правую шкалу (рисунок 4.б);

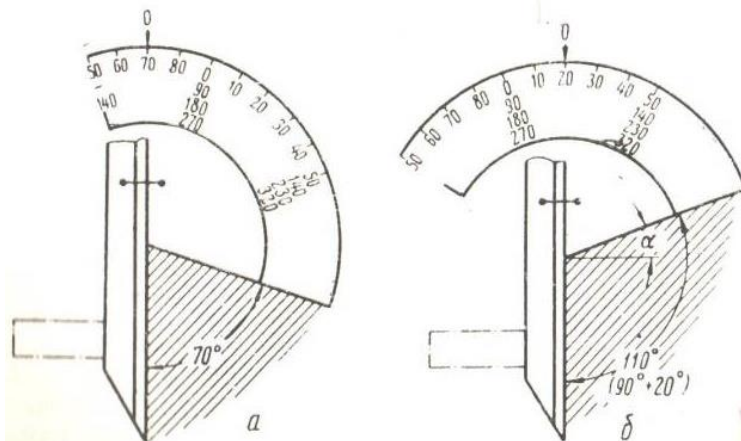


Рисунок 4 – Положение деталей угломера при измерениях наружных углов от 50 до 140°

в) при измерениях наружных углов от 140 до 180° отъединяют от угольника 3 (рисунок 3) линейку 2 вместе с хомутиком 1. Раствор между измерительными гранями линеек увеличивается еще на 90° (рисунок 5). Отсчет ведут по левой шкале.

Подготовка угломера для измерений внутренних углов:

а) при измерениях внутренних углов от 180 до 130° используют ту же компоновку деталей угольника, что и при измерениях наружных углов от 140 до 180° (рисунок 5). Но в этом случае отсчет ведут по правой шкале (рисунок 6);

б) при измерениях внутренних углов от 130 до 40° снимают с угломера угольник 3 (рисунок 3), линейку 2 и соединяющие их хомутики 4 и 1. В этом случае измерительными гранями будут грань линейки 7 и грань пластинки нониусного сектора 9. Внешний угол, заключенный между ними, увеличивается на 90° и будет изменяться от

230 до 320°, что и соответствует измеряемым внутренним углам в 130-40° (рисунок 6).

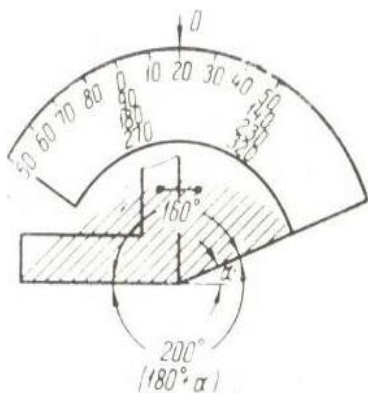


Рисунок 4 – Положение деталей угломера при измерениях наружных углов от 140 до 180°

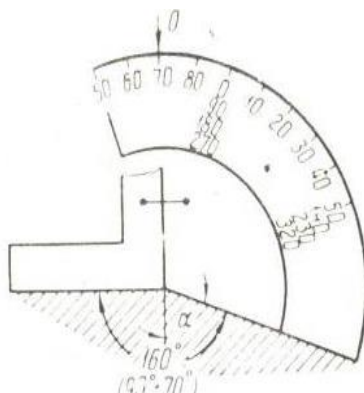


Рисунок 5 – Положение деталей угломера при измерениях внутренних углов от 130 до 180°

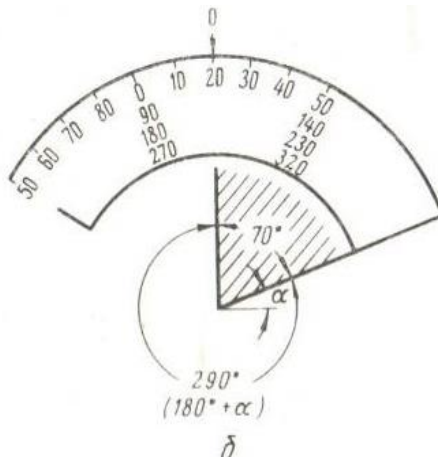
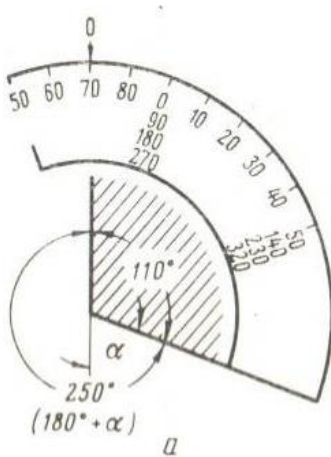


Рисунок 6 – Положение деталей угломера при измерениях внутренних углов от 40 до 130°

Примеры использования угломера конструкции Семенова показаны на рисунке 7.

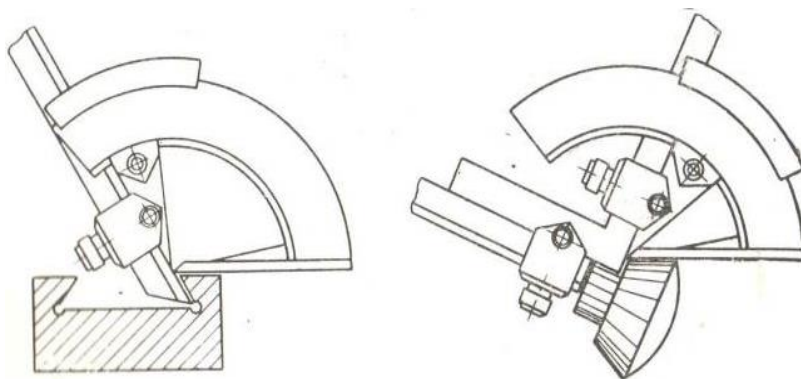


Рисунок 7 – Примеры применения угломера конструкции Семенова

Настройка угломера и измерения :

1. Укомплектовывают угломер в соответствии с типом и значением измеряемого угла.

2. Проверяют совпадение нулевых штрихов основной и нониусной шкал:

а) для случая, представленного на рисунке 3, проверку ведут путем сближения граней линеек 2 и 7. В этом положении между линейками не должно быть просвета, а нулевые штрихи должны совпадать;

б) для случая, представленного на рисунке 4, проверку ведут путем введения между гранями линеек 2 и 7 угловой меры в 90° . При совмещении нулевых штрихов между гранями линеек и угловой меры не должно быть просвета;

в) для случая, представленного на рисунках 5 и 6, проверку ведут путем приложения острой грани линейки 2 к граням угольника 3 и

линейки 7. Отсутствие просвета между линейками и совпадение в этом случае нулевых штрихов свидетельствуют о правильной настройке угломера.

3. Измеряют угол, прикладывая к одной стороне угла:

а) при измерениях углов от 0 до 50° - грань линейки 2 (рисунок 3);

б) при измерениях углов от 50 до 140° - грань линейки 2 или грань угольника 3 (рисунки 3, 4 и 7);

в) при измерениях углов от 140 до 230° - грань линейки 3 (рисунки 3 и 7);

г) при измерениях углов от 230 до 320° - грань пластинки нониусного сектора 9 (рисунки 3 и 6).

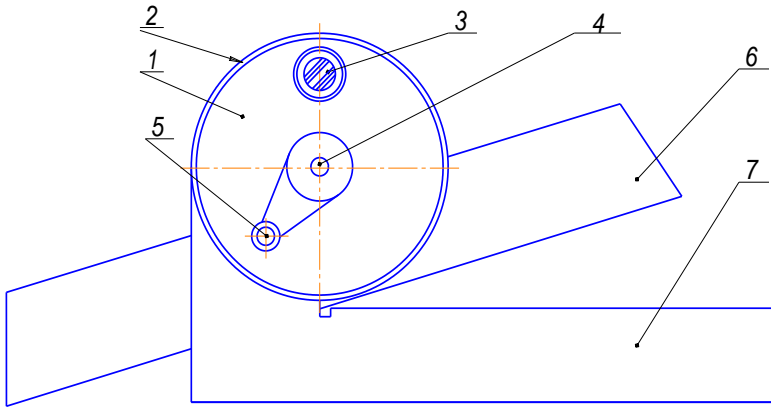
После этого к другой стороне измеряемого угла подводят грань линейки 7. В этом положении сектор 6 стопорят винтом 8 и производят отсчет.

Угломер оптический (УО) (рисунок 8) – предназначен для удаленного определения углов. Состоит из подвижной линейки 6 фасонного сечения и неподвижной сдвоенной линейки 7, которая жестко соединена с корпусом 2. В корпусе помещен стеклянный диск со шкалой.

Для наблюдения за шкалой при отсчете показаний в корпус вмонтирована лупа 3. Подвижную линейку 6 можно перемещать вдоль паза и поворачивать вокруг оси корпуса, для чего рукоятка 5 стопора должна быть повернута против часовой стрелки. Для закрепления сменной линейки в определенном положении служит зажимной маховичок, который для этой цели необходимо повернуть по часовой стрелке.

Градусный диск состоит из двух шкал (рисунок 9): правая шкала d построена на меньшем диаметре, а левая шкала c – на большем.

Правая шкала предназначена для измерения действительных углов меньше 90° , а левая – для измерения дополнительных углов.



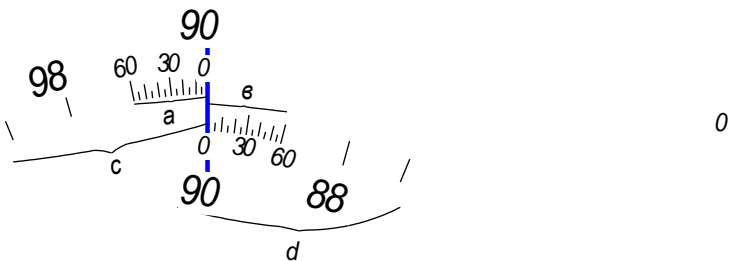
1 – крышка; 2 – корпус; 3 – лупа; 4 – зажимной маховик; 5 – рукоятка стопора; 6 – сменная линейка; 7 – неподвижная линейка

Рисунок 8 - Угломер оптический

Значение измеряемого угла определяют по формуле

$$\alpha_{\text{изм}} = 180^\circ - \alpha_{\text{доп}},$$

где $\alpha_{\text{доп}}$ – отсчитывается по левой шкале.



a и b – неподвижная минутная шкала; c и d – подвижная градусная шкала (d – до 90° ; c – свыше 90°)

Рисунок 9 – Видимая в поле зрения шкала

На диске есть также две минутные шкалы a и b , которые остаются в поле зрения в неизменном положении. Неподвижную минутную шкалу b используют совместно с правой градусной шкалой, а неподвижную минутную шкалу a – с левой градусной шкалой. Цена деления минутных шкал - $5'$. Целое число градусов в измеряемом угле определяют по жирному штриху градусной шкалы, находящемуся в поле зрения минутной шкалы. Минуты определяются числом делений, лежащих между жирным штрихом градусной шкалы и нулевым делением минутной шкалы, умноженных на цену деления этой шкалы.

Настройка оптического угломера и измерения:

1. Ослабляют зажим сменной линейки 4, повернув маховичок против часовой стрелки.

2. Выставляют выбранную сменную линейку 6 в прорезь корпуса и поворотом маховичка по часовой стрелке закрепляют ее в необходимом для измерения положении.

3. Поворачивая рукоятку 5 против часовой стрелки, освобождают угловой стопор.

4. Вводят объект измерения между гранями линеек 6 и 7. Придерживая левой рукой линейку 7, приложенную к грани измеряемого объекта, правой рукой поворачивают линейку 6 так, чтобы она совпала с другой гранью измеряемого объекта. Степень прилегания оценивают по просвету между гранями линеек и измеряемого объекта.

При измерении угла цилиндрической или конической поверхности, пользуются специальной подставкой, приложенной к инструменту.

5. Фиксируют положение линеек путем поворота рукоятки 5 стопора по часовой стрелке.

6. Производят отсчет по шкале, приложив глаз к отверстию лупы 3, направляя ее окно в сторону источника света.

2 Порядок выполнения работы

1. Изучить конструкцию, регулирование и настройку универсальных угломеров.
2. Выполнить эскиз детали с указанием на нем заданных размеров.
3. Установить для всех инструментов метрологические параметры:
 - а) пределы измерения;
 - б) цену деления основной и вспомогательной (минутной) шкалы;
 - в) цену деления шкалы нониуса;
 - г) точность отсчета по нониусу.
4. Измерить все заданные размеры, настроив инструменты в соответствии с инструкцией.
5. Сделать необходимое заключение.

Контрольные вопросы

1. Что такое угломер?
2. Какие существуют варианты угломеров?
3. Какие углы, и в каких пределах можно измерять угломером конструкции Кушникова?
4. Зачем необходим угольник 9 (см. рисунок 1) в транспортном угломере?
3. Как настроить транспортный угломер на «0»?
4. Назовите диапазон измерений и цены деления по основной шкале и шкале нониуса угломера конструкции Кушникова.
5. Назначение угломера конструкции Семенова.
6. Назовите цены деления по основной шкале и шкале нониуса угломера конструкции Семенова.

7. Для чего предназначен оптический угломер? Устройство оптического угломера.

8. Устройство градусного диска оптического угломера.

9. По какой формуле определяют значение измеряемого угла оптическим угломером?

Литература

1. Лифиц И.М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия: учеб. для вузов. М.: Юрайт, 2016. 411 с.

2. Радкевич, Я.М., Схиртладзе А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация. В 3 ч. Ч. 1. Метрология: учеб. для вузов. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2016. 235 с.

3. Схиртладзе, А.Г., Радкевич Я.М. Метрология, стандартизация и технические измерения: учеб. для вузов. Старый Оскол: ТНТ, 2013. 420 с.

4 Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум: учеб. пособие для вузов / В.Н. Кайнова, Т.Н. Гребнева, Е.В. Тесленко, Е.А. Куликова; под ред. В.Н. Кайновой. СПб.: Лань, 2015. 368 с.

5. Технические измерения. Лабораторный практикум / Г.А. Большакова, В.И. Волкоморов, А.В. Марков, Э.И. Спиридонов. СПб.: БГТУ, 2006.

6. Иванов А.И., Полещенко П.В. Практикум по взаимозаменяемости, стандартизации и техническим измерениям. М.: Колос, 1977. 224 с.

Учебное издание

Будко Сергей Иванович
Киселева Лариса Сергеевна

**УСТАНОВКА РЕГУЛИРУЕМЫХ КАЛИБРОВ
НА ЗАДАННЫЙ РАЗМЕР**

Методические указания к лабораторной работе
по курсу
«Основы взаимозаменяемости и технические измерения»

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 17.11.2021 г. Формат 60x84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 1,22. Тираж 25 экз. Изд. № 7111.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ