МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНСТИТУТ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

КАФЕДРА «ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по дисциплине
«Метрология, стандартизация и сертификация»

ИЗМЕРЕНИЕ УГЛОВ И КОНУСОВ С ПОМОЩЬЮ УГЛОМЕРОВ

Казань 2011

УДК 006
ББК 30.10; ц
Г12

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Казанского государственного архитектурно-строительного университета

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология, организация и механизация строительства» Казанского государственного архитектурно-строительного университета **В.С. Изотов.**

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технический сервис» Казанского государственного аграрного университета Н**.Р. Адигамов**

Г 12 Методические указания по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация». Измерение углов и конусов с помощью угломеров/сост.: Т.Р.Габдуллин, Р.Р.Зайсанов.-Казань:КГАСУ, 2011.-31 с.

Методические указания к лабораторной работе составлены в соответствии с программой дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация».

Предназначены для студентов, обучающихся по специальности 190205 – Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование.

© КГАСУ, 2011.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Введение……..……..…….....3

1 Угломеры……..……...4

1.1. Угломер с нониусом типа УМ (конструкции Кушникова) …….4

1.2. Угломер с нониусом типа УН (конструкции Семенова) …….…..11

1.3. Оптический угломер УО…….…….…..16

Приемы измерений…….……..18

Контрольные вопросы…….....19

Правила поведения студентов в лаборатории метрологии……...20

Приложение 1. Порядок обработки и форма представления результата прямого измерения……20

Литература…….…...21

ВВЕДЕНИЕ

Целью методического пособия является оказание помощи студентам в процессе самостоятельного изучения материала по теме: "Измерение углов и конусов при помощи угломеров" и привитие у них навыков в пользовании простейшими средствами измерений.

Перед выполнением лабораторных работ студентам рекомендуется ознакомиться по литературе (1…11) и настоящему пособию с устройством, принципом действия и метрологическими показателями угломеров.

В настоящей работе представлены сведения об устройстве, принципе действия и метрологических показателях простейших средств измерений – угломеров.

В случае возникновения затруднений, которые могут встретиться при изучении рассматриваемого материала студентам рекомендуется обратиться за консультацией к преподавателям, ведущим курс.

Время самостоятельной проработки материала по теме до выполнения лабораторных работ – 1 ч.

Время выполнения каждой лабораторной работы – 2 ч.

1. УГЛОМЕРЫ

Для контроля углов у деталей (изделий) в машиностроении широко используют угломеры, угловые призматические меры, уровни, синусные линейки (рисунок 1).

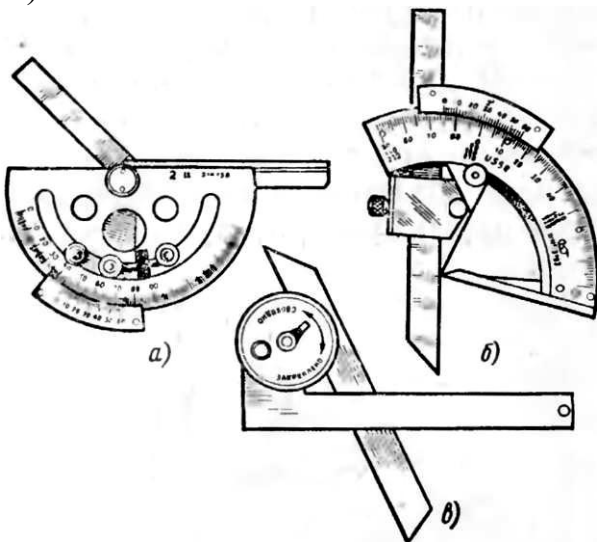


Рис.1. Типы угломеров: а – угломер УМ; б – угломер УН; в – оптический угломер УО

У угломеров (ГОСТ 5378–88) линейка, жестко связанная с нониусом или указателем, может поворачиваться вокруг оси, являющейся одновременно осью угловой шкалы.

1.1. УГЛОМЕР С НОНИУСОМ ТИПА УМ (КОНСТРУКЦИИ КУШНИКОВА)

Угломер предназначен для измерения наружных углов в пределах от 0 до 180^0.

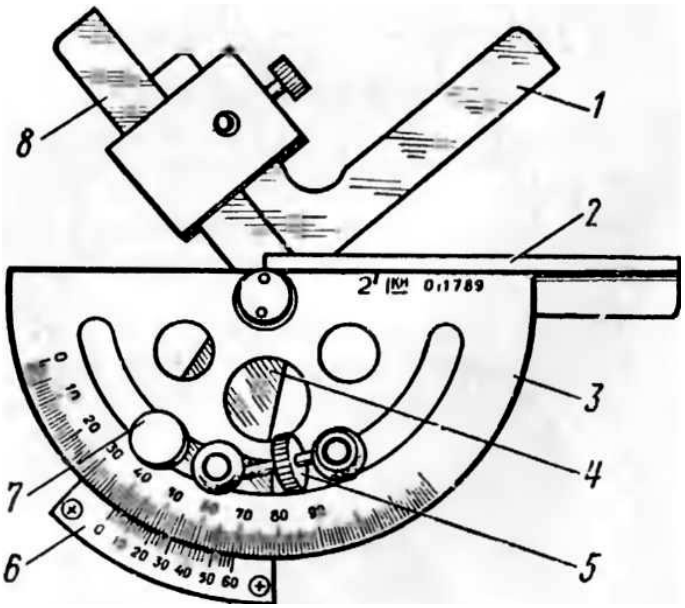


Рис.2. Угломер типа УМ:
1 – угольник; 2 – линейка основания; 3 – основание; 4 – сектор; 5 – устройство для микрометрической подачи; 6 – нониус; 7 –стопор; 8 – подвижная линейка

Таблица 1

Метрологические характеристики угломеров УМ

Модель	Диапазон измерений, ^{0}	Предел допускаемой погрешности, '
2УМ	0-180	±2
4УМ	0-180	±10
5УМ	0-180	±5

Микроподача и стопорение (рисунок 3)

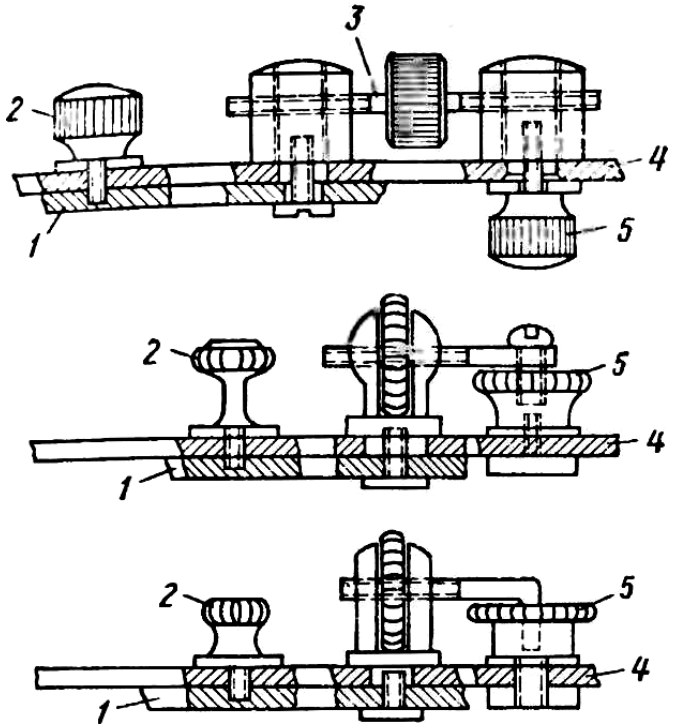


Рис.3. Механизм микроподачи и стопорения: 1 – сектор; 2 – стопор; 3 – винт с правой и левой резьбой; 4 – основание; 5 – зажим микроподачи

Целое число градусов отсчитывается нулевым штрихом нониуса по шкале основания слева направо (рисунок 4)

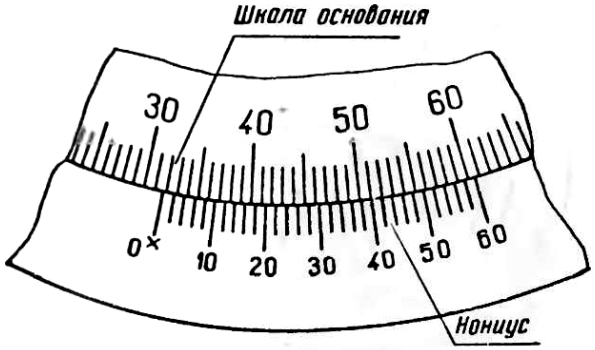


Рис.4. Пример считывания результата измерения. Целое число градусов равно 31

Построение углового нониуса

Угол между крайними штрихами шкалы нониуса, равный 29°, разделен на 30 частей. Угол между соседними штрихами нониуса равен (60'x29): 30 = 58', что на 2' меньше 1^0 (рисунок 5).

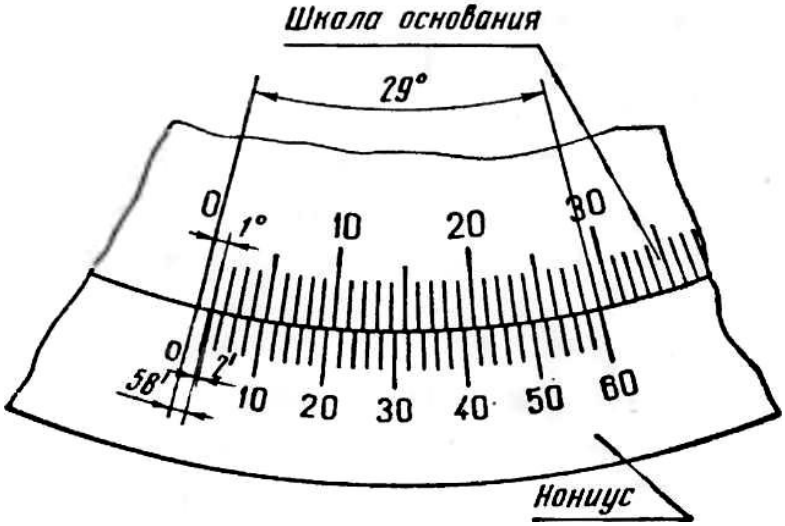


Рис.5. Шкала нониуса

Положение шкал основания и нониуса с величиной отсчета 2' при нулевом показании

При нулевом показании (когда совпадают нулевые штрихи основания и нониуса) штрих нониуса находится от ближайшего справа штриха основания на расстоянии, равном величине отсчета (2'), умноженной на порядковый номер штриха нониуса, не считая нулевого (рисунок 6).

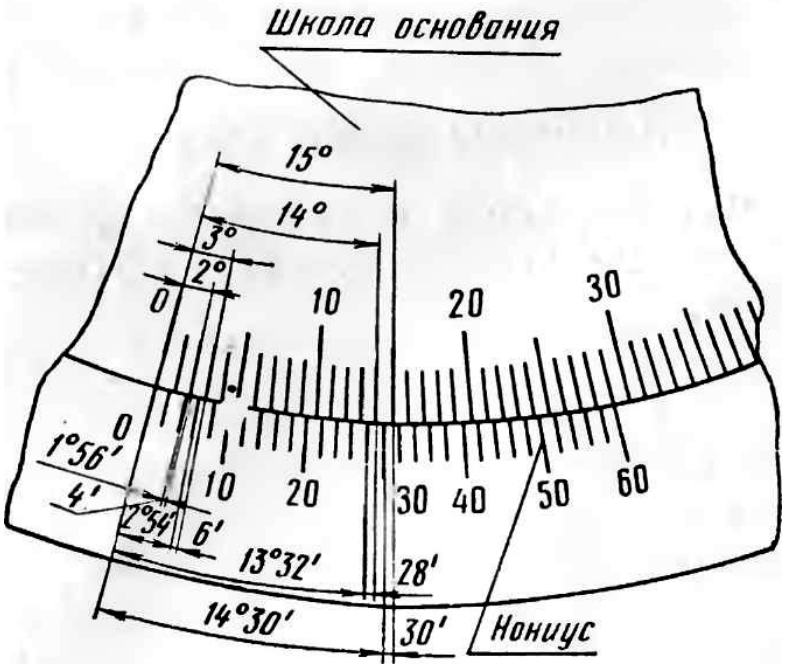


Рис.6. Порядок определения углов

Определение дробной величины градуса (количество минут) нониусом с величиной отсчета 2'

Дробная величина градуса (34') получена в результате умножения величины отсчета (2') на порядковый номер штриха нониуса (17), совпадающего со штрихом основания. Для ускорения чтения показаний используют цифры нониуса: 30'+(2'x2) =34 .

При чтении показаний на угломере с нониусом целое число градусов отсчитывают по шкале основания слева направо нулевым штрихом нониуса. Затем находят штрих нониуса, совпадающий со штрихом шкалы основания, и ближайшую к нему слева цифру нониуса. К этой цифре прибавляют результат умножения величины отсчета на порядковый номер совпадающего штриха нониуса, считая его от найденной цифры нониуса (рисунок 7).

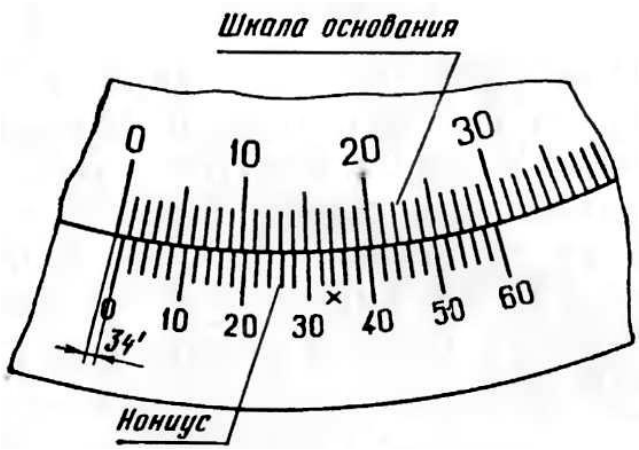


Рис.7. Определение дробной величины градуса

Измерение острых углов

Для установки и измерения углов от 0 до 90° угломер соединен с угольником (рисунок 8).

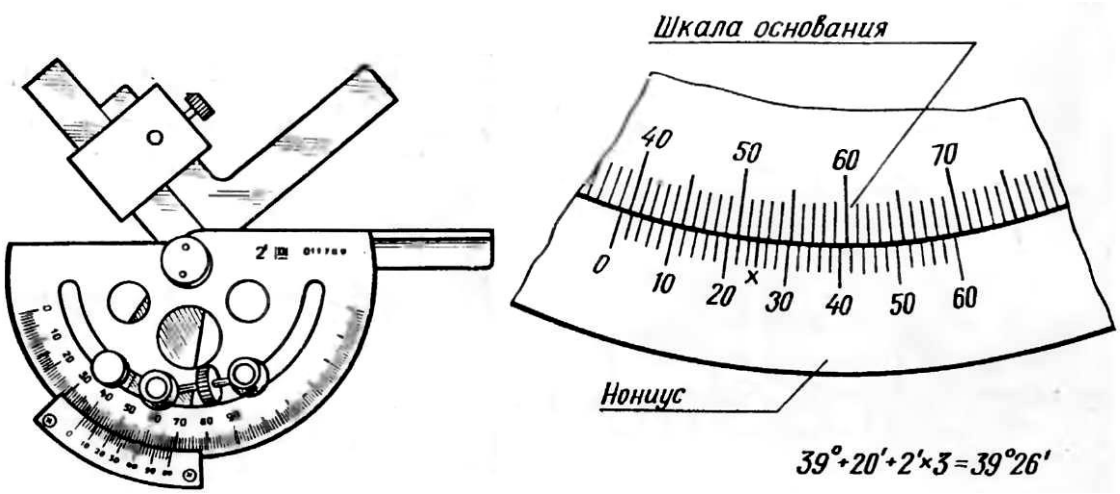


Рис.8.Измерение острых углов

Измерение тупых углов

Для установки и измерения углов от 90 до 180° угломер применяют без угольника и к его показаниям прибавляют 90° (рисунок 9).

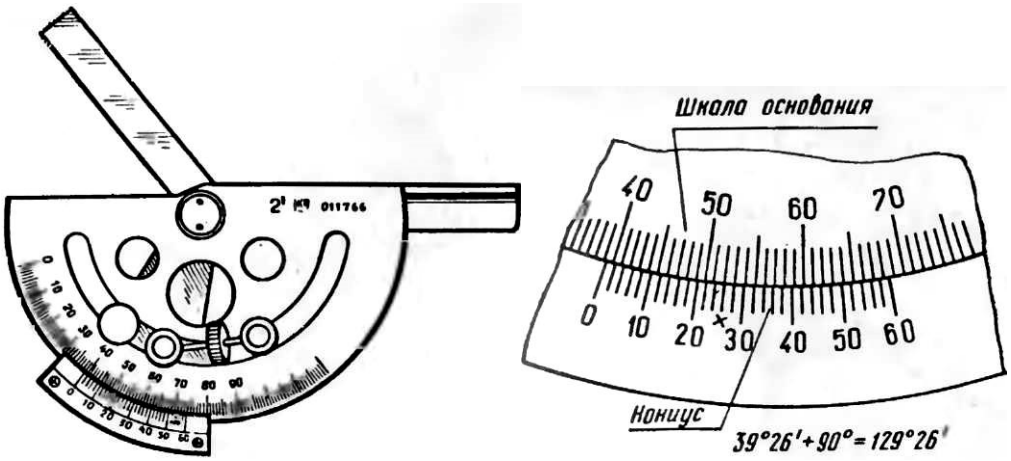


Рис.9. Измерение тупых углов

Проверка нулевого положения угломера

Перед применением угломер следует протереть. При отсутствии просвета между измерительными поверхностями угломера (или лекального угольника и угломера) нулевые штрихи нониуса и основания должны совпадать (рисунок 10).

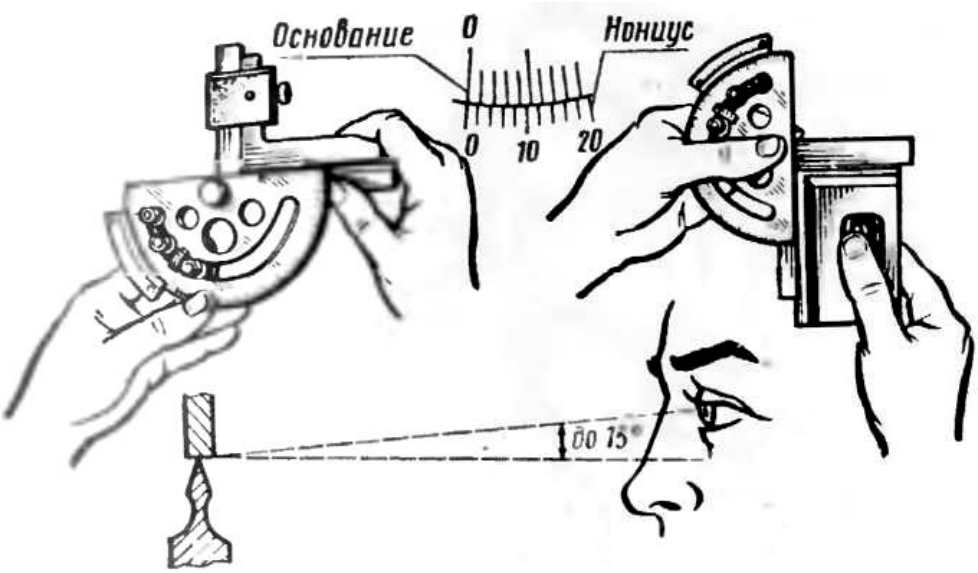


Рис.10. проверка нулевого положения угломера

Установка размера. Закрепление микроподачи

После приблизительной установки размера правой рукой закрепляют микроподачу (рисунок 11).

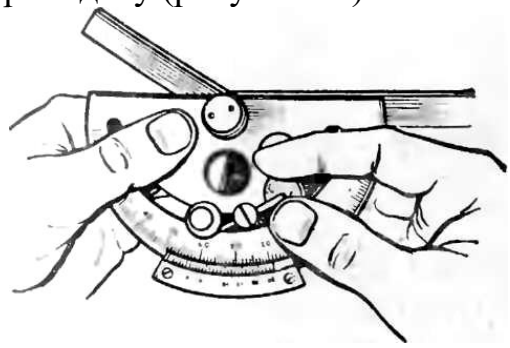


Рис.11. Закрепление микроподачи

Точная установка размера

Сектор относительно основания перемещают также правой рукой (рисунок 12).

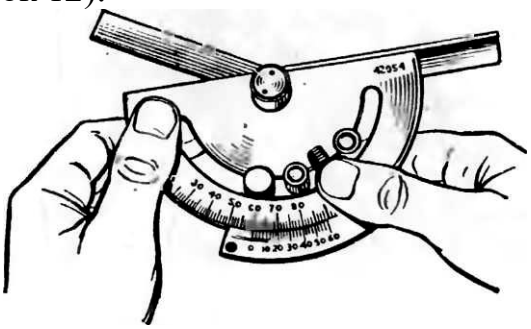


Рис.12. Точная установка размера

Стопорение

После установки размера левой рукой закрепляют винт стопора (рисунок 13).

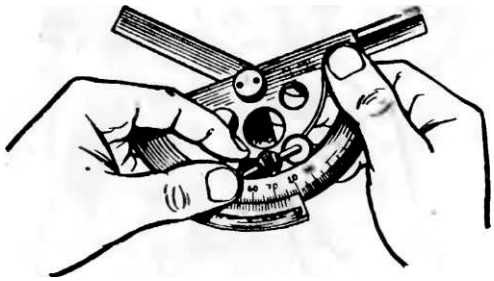


Рис.13. Стопорение шкалы

Установка угломера относительно незакрепленной измеряемой детали

Прижимая слегка правой рукой деталь к измерительной поверхности линейки основания, перемещают ее, уменьшая просвет между деталью и второй измерительной поверхностью угломера до полного их соприкосновения.

После того как угломер установлен относительно детали, проверяют равномерность просвета между измерительными и проверяемыми поверхностями или его отсутствие (при малой шероховатости измерительных и проверяемых поверхностей), фиксируют положение стопором и читают показание (рисунок 14).

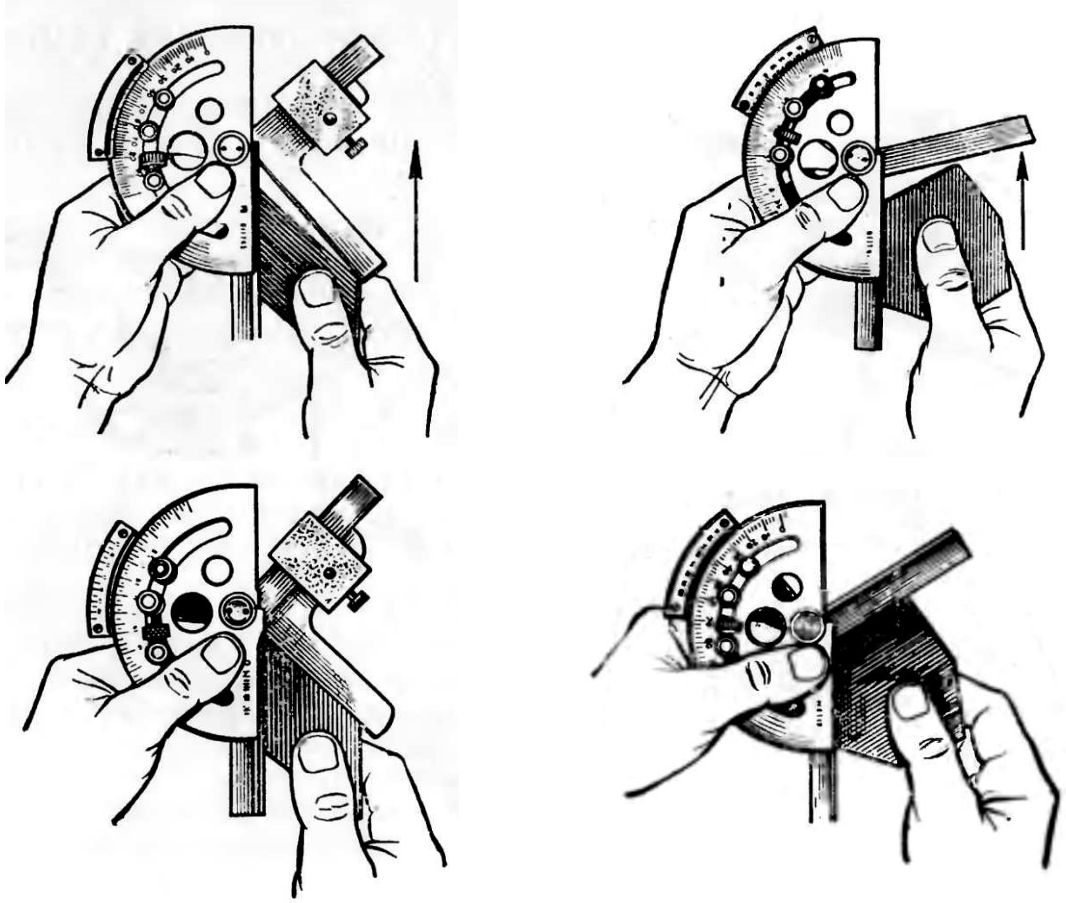


Рис.14. Примеры установки угломера относительно незакрепленной измеряемой детали

При чтении показаний угломер следует держать прямо перед глазами

Измерение закрепленной детали (рисунок 15)

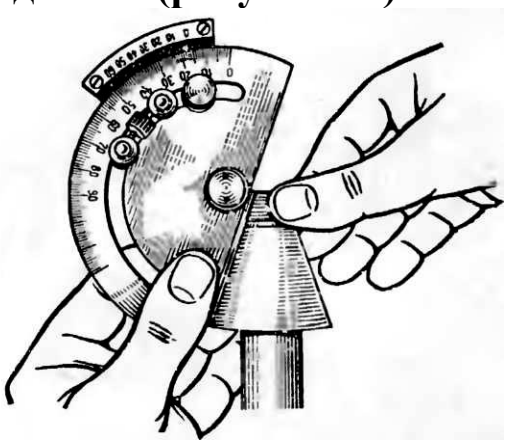


Рис.15.Измерение закрепленной детали

После применения угломер надо протереть, смазать антикоррозионным составом, ослабить зажимы и уложить в футляр.

1.2. УГЛОМЕР С НОНИУСОМ ТИПА УН (КОНСТРУКЦИИ СЕМЕНОВА)

Угломер предназначен для измерения наружных углов от 0 до 180^0 и внутренних углов от 40 до 180^0.

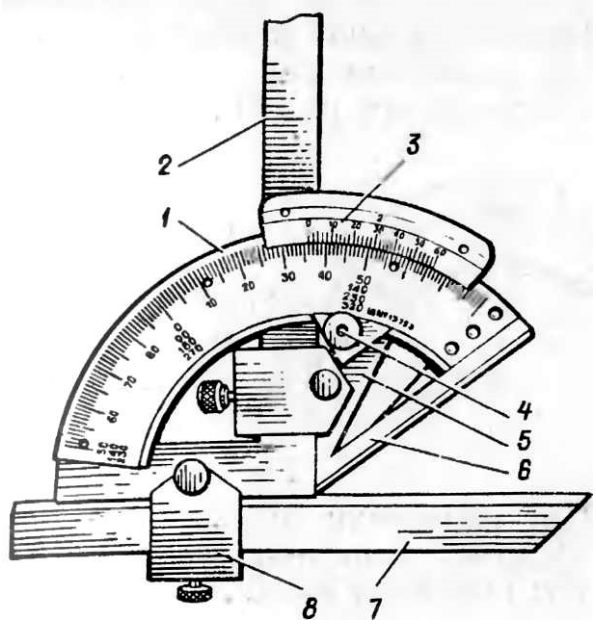


Рис.16. Общее устройство угломера типа УН: 1 – основание; 2 – угольник; 3 – нониус; 4 – стопор; 5 – сектор; 6 – линейка основания; 7 – съемная линейка; 8 – державка

Таблица 2

Метрологические характеристики угломера УН

Модель	Диапазон измерений, ^{0}		Предел допускаемой погрешности, '
	наружных углов	внутренних углов	
УН	0-320	40-180	±2

Микроподача и стопорение

Сектор с нониусом плавно перемещают по дуге основания при помощи реечной передачи (рисунок 17). Положение угломера фиксируют стопором (рисунок 18).

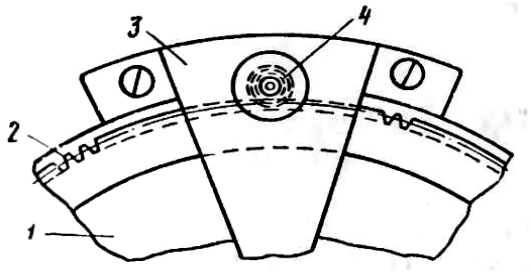


Рис.17. Устройство реечной передачи:1 – основание, 2 –рейка, 3 – сектор, 4 – реечное зубчатое колесо

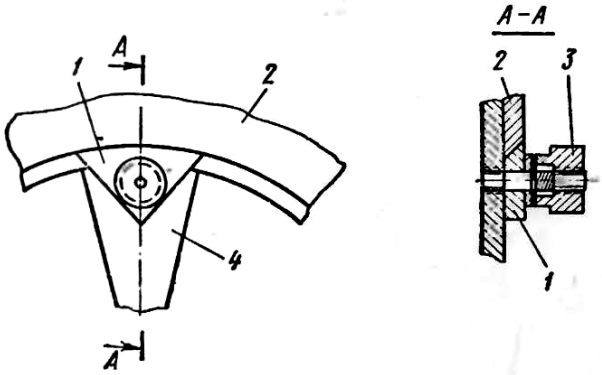


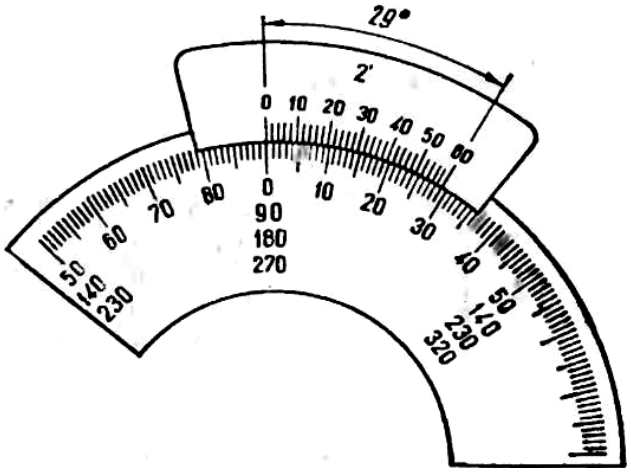
Рис.18. Устройство стопора: 1 – сухарь; 2 – основание; 3 – зажимная гайка, 4 – сектор

Построение шкалы основания и нониуса

У угломера типа УН угол между крайними штрихами нониуса равен 29° и разделен на 30 частей, но он построен на дуге большего радиуса, чем у угломера типа УМ, следовательно, расстояние между штрихами больше, что облегчает чтение показаний (рисунок 19).

Правая и левая части шкалы основания рассматриваются от его нулевого штриха.

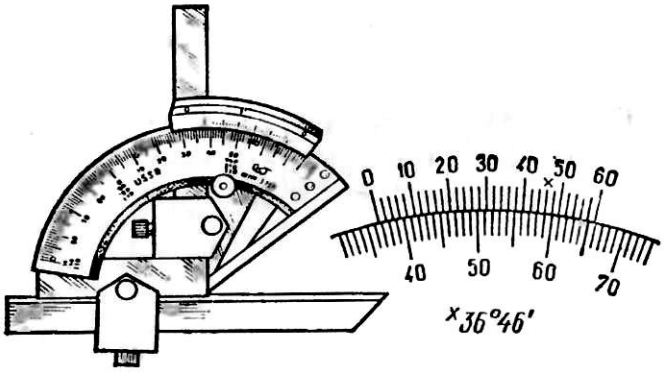
Рис.19. Построение шкалы основания и нониуса



Основные положения угломера типа УН и чтение показаний

При измерении наружных углов от 0° до 50° показания читают по правой части шкалы (рисунок 20).

Рис.20. Считывание показаний при измерении наружных углов от 0° до 50°



При измерении наружных углов от 50° до 90° показания читают по левой части шкалы (рисунок 21).

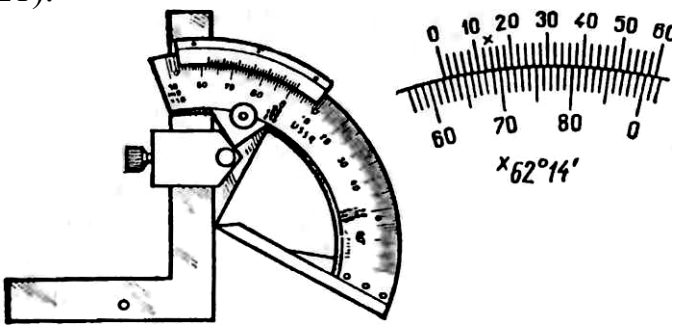


Рис.21. Считывание показаний при измерении наружных углов от 50° до 90°

При измерении наружных углов от 90° до 140° к показаниям правой части шкалы прибавляют 90°(рисунок 22).

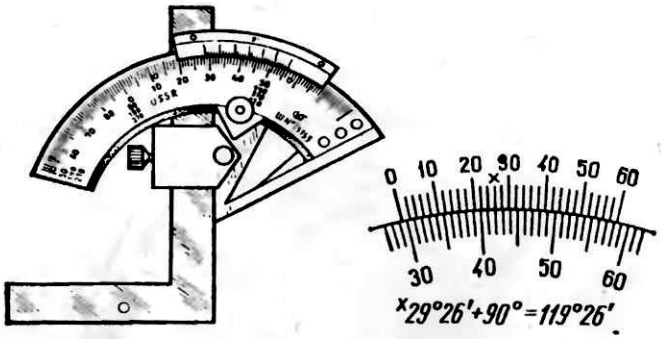


Рис.22. Считывание показаний при измерении наружных углов от 90° до 140°

При измерении наружных углов от 140 до 180° к показаниям левой части шкалы прибавляют 90° (рисунок 23).

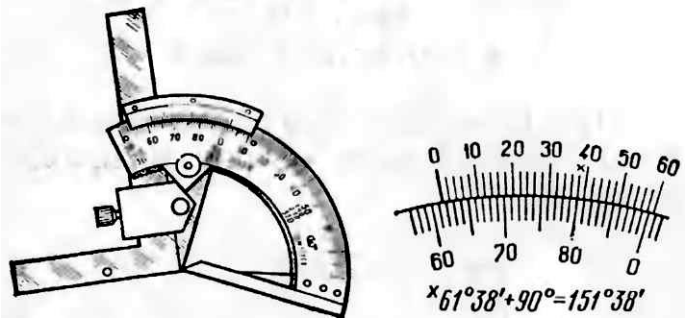


Рис.23. Считывание показаний при измерении наружных углов от 140° до 180°

При измерении внутренних углов от180 до 130° показание правой части шкалы вычитают из 180° (рисунок 24).

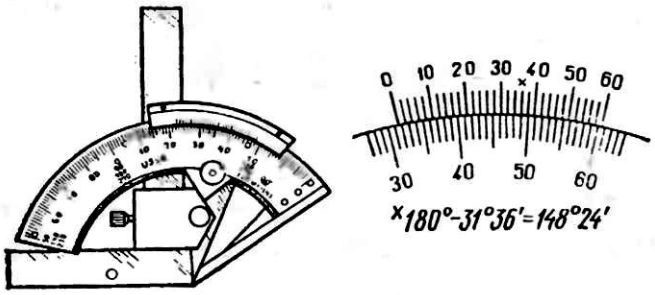


Рис.24. Считывание показаний при измерении внутренних углов от 180° до 130°

При измерении внутренних углов от 130 до 90° показания левой части шкалы вычитают из 180° (рисунок 25).

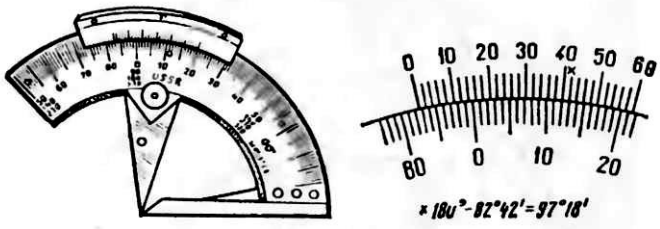
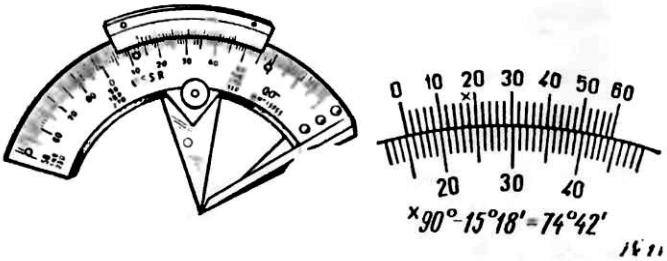


Рис.25. Считывание показаний при измерении внутренних углов от 130° до 90°

При измерении внутренних углов от 90 до 40° показания правой части шкалы вычитают из 90° (рисунок 26).

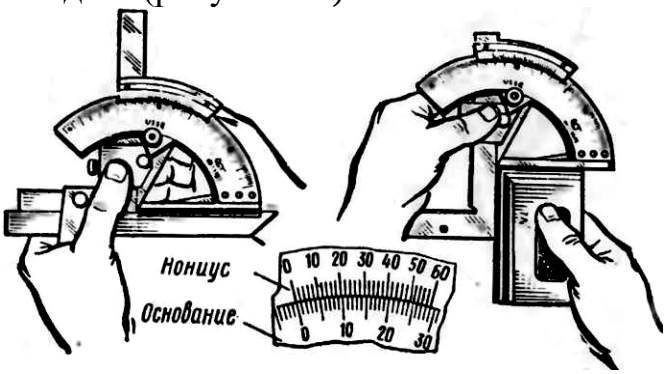
Рис.26. Считывание показаний при измерении внутренних углов от 90° до 40°



Проверка нулевого положения угломера

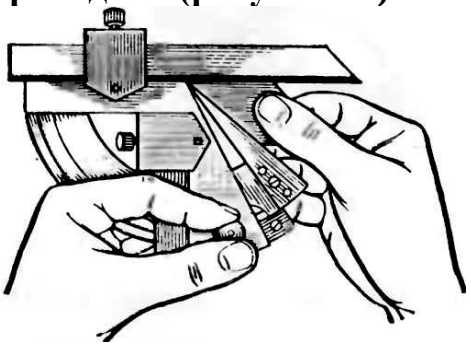
Перед применением угломер следует протереть. При отсутствии просвета между измерительными поверхностями нулевые штрихи нониуса и основания должны совпадать (рисунок 27).

Рис.27. Проверка нулевого положения



Установка угломера относительно наружного угла незакрепленной детали при помощи микроподачи (рисунок 28)

Рис.28. Установка угломера относительно наружного угла незакрепленной детали при помощи микроподачи



Применение микроподачи и стопора при установке размеров (рисунок 29)

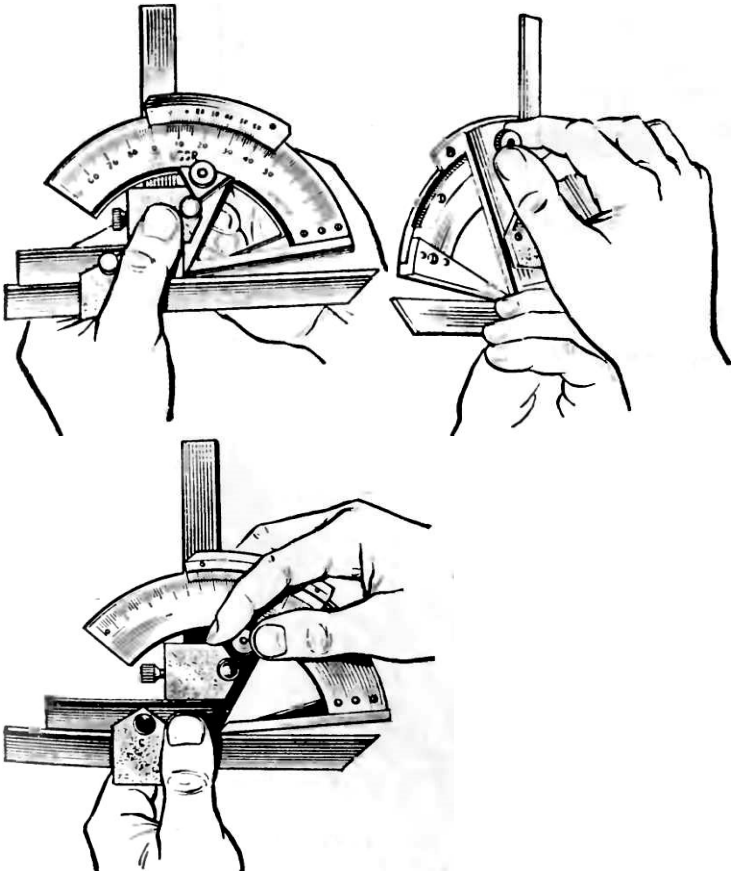


Рис.29. Применение микроподачи и стопора при установке размеров

Установка угломера относительно внутреннего угла незакрепленной детали при помощи микроподачи (рисунок 30)

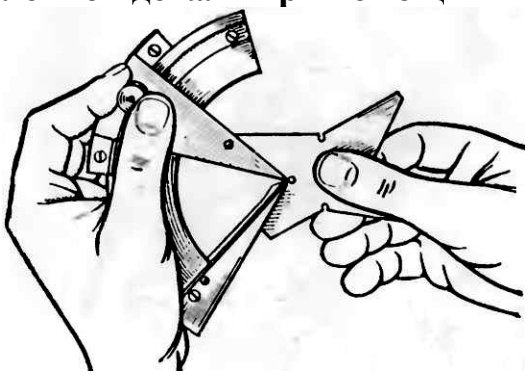


Рис.30. Установка угломера относительно внутреннего угла незакрепленной детали при помощи микроподачи

Измерение незакрепленной детали без применения микроподачи (рисунок 31)

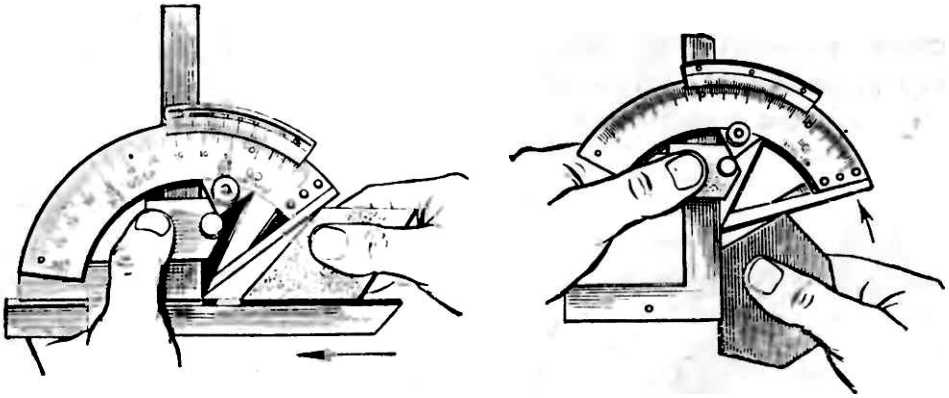


Рис.31. Измерение незакрепленной детали без применения микроподачи

Измерение закрепленной детали

Линейку основания накладывают на поверхность детали и правой рукой при помощи микроподачи доводят вторую измерительную поверхность угломера до полного соприкосновения с поверхностью детали, являющейся второй образующей проверяемого угла (рисунок 32).

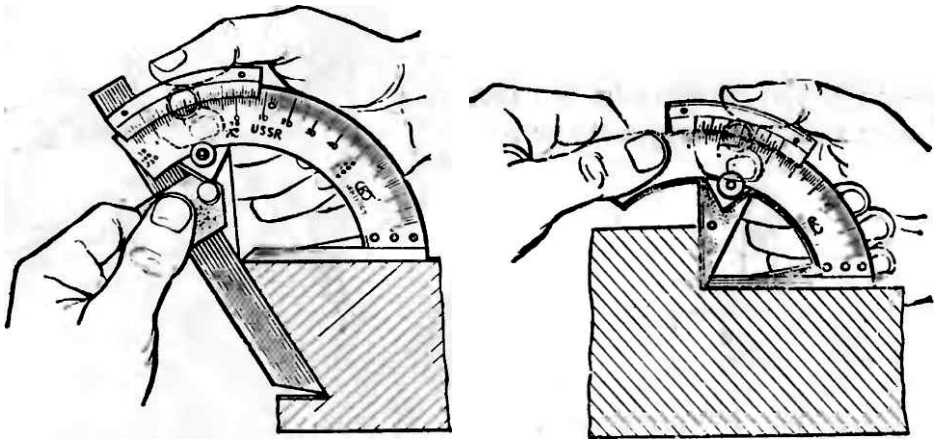


Рис.32. Измерение закрепленной детали

2. ОПТИЧЕСКИЙ УГЛОМЕР УО

Угломер универсальный оптический УО (рисунок 33) с нониусом предназначен для измерения наружных и внутренних углов, переднего и заднего углов многолезвийного инструмента с прямолинейными и спиральными зубьями, с равномерным шагом от 5 до 75 мм и с прямолинейным участком по передней и задней граням не менее 1 мм.

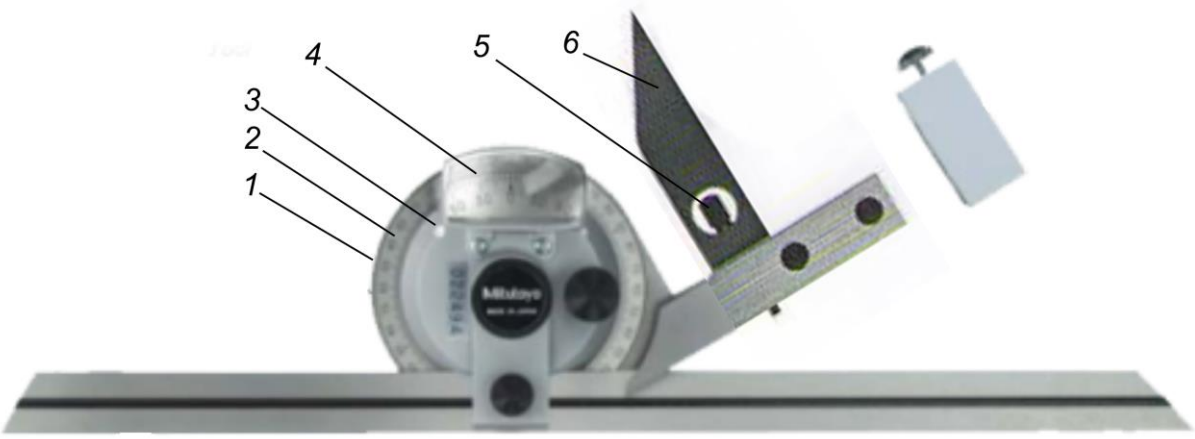


Рис.33. Общее устройство угломера оптического: 1 – основание; 2 – шкала-лимб; 3 – крышка; 4 – нониус с линзой; 5 – микровинт; 6 – линейка со скосом

Таблица 3

Метрологические характеристики угломеров УО

Модель	Диапазон измерений, ^{0}	Предел допускаемой погрешности, '
УО-2	0-180	$\pm$5
УО-3	0-360	$\pm$5

Угломер (см. рисунок 33) смонтирован на круговом основании 1 жестко скрепленным с круговой шкалой-лимбом 2. По дуге основания с помощью рычажка с зубчатой передачей вращается крышка 3, несущая нониус 4 и стеклянную линзу, позволяющую точнее снять отсчет показания прибора. Крышка крепится к основанию с помощью винта, который позволяет закрепить одну из двух прилагаемых линеек с пазами, в которые входит шпонка. К основанию угломера с помощью двух винтов, расположенных с интервалом 22 мм прикреплена пластина с выдержанным зазором 3 мм между пластинами. В зазор между этими двумя винтами с помощью микровинта 5 присоединяется одна (жестко фиксируемая) из двух измерительных баз угломера, выполненная в виде небольшой линейки со скосом 6.

Перед началом работы проверить правильность установки угломера, а именно, совпадение нулевого штриха нониуса с нулевым штрихом шкалы основания, а также последнего штриха нониуса со штрихом шкалы основания, при этом рабочее ребро линейки должно совпасть с рабочей плоскостью измерительной линейки без видимого зазора.

Измерение углов, размеров их сторон, всевозможных сложных контуров, уступов и выемок осуществлять путем различных комбинаций отдельных измерительных звеньев угломера. Сменные линейки, прилагающиеся к угломеру, имеют различные углы скосов на концах, что позволяет выбрать наиболее удобную схему измерения.

Измерение производится контактным методом. При измерении внутренних углов угломер установить на угол, дополняющий измеряемый внутренний угол до 360°. Пример: для измерения угла в 57° 34' угломер необходимо установить на угол 360° -57°30', т.е. на угол 302*30'. Отсчет показаний производится по основной шкале 0-360˚ с ценой деления 1˚ и по нониусному устройству с ценой деления 5'.

Точная установка при измерении углов обеспечивается микрометрической подачей, путем вращения гайки с накаткой, расположенной с тыльной стороны угломера. Фиксирование осуществляется стопорным устройством.

ПРИЕМЫ ИЗМЕРЕНИЙ

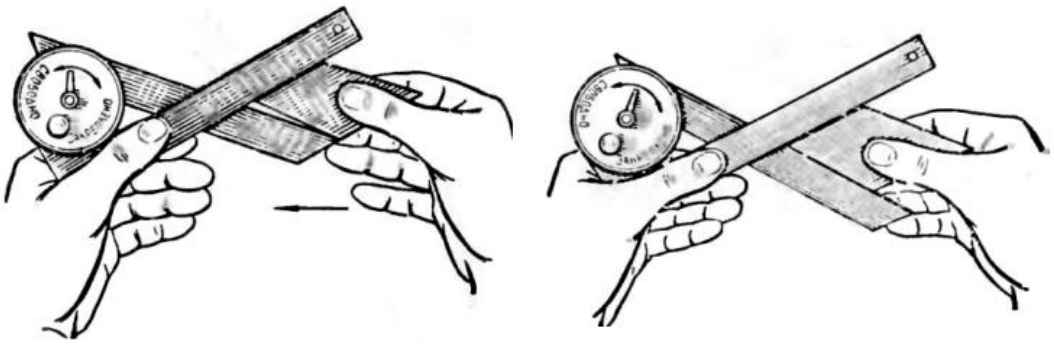


Рис.34. Измерение углов от 0 до 90°, когда стороны проверяемых углов прикасаются к нижним измерительным поверхностям сдвоенной и сменной линеек

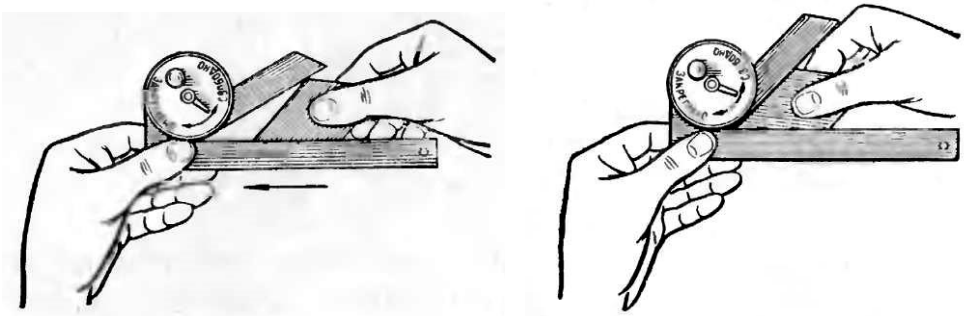


Рис.35. Измерение углов от 0 до 90°, когда стороны проверяемых углов прикасаются к верхней измерительной поверхности сдвоенной линейки и нижней измерительной поверхности сменной линейки

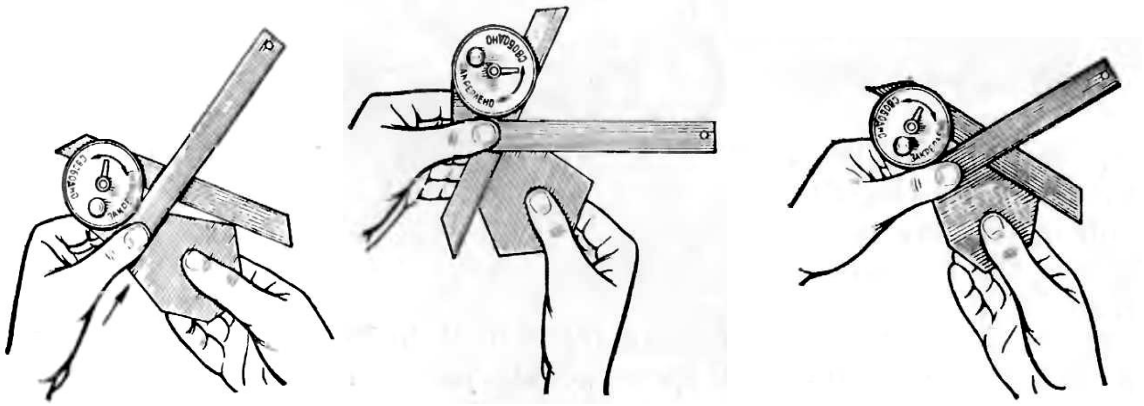


Рис. 36. Измерение углов от 90 до 180°, когда стороны проверяемых углов прикасаются к нижним измерительным поверхностям сдвоенной и сменной линеек

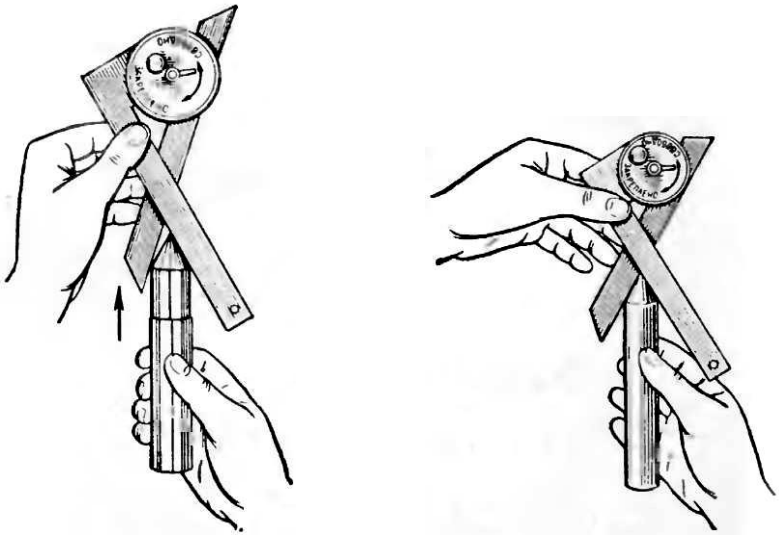


Рисунок 37. Измерение угла при вершине конической поверхности

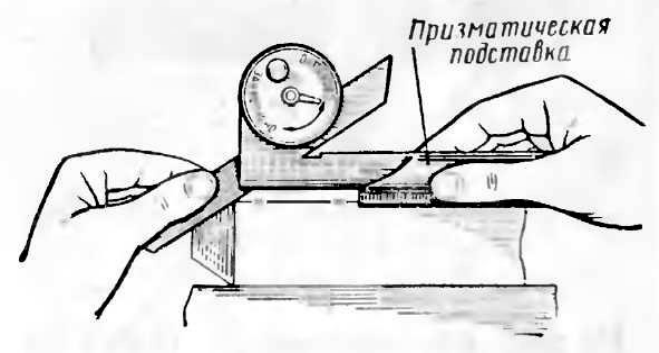


Рисунок 38. Измерение угла детали, одной из образующихся которого является цилиндрическая поверхность

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Расскажите назначение и устройство угломеров.
2. Перечислите основные метрологические показатели угломеров.
3. Объясните методику измерения размеров деталей с помощью угломеров.

ПРАВИЛА ПОВЕДЕНИЯ СТУДЕНТОВ В ЛАБОРАТОРИИ МЕТРОЛОГИИ

В лаборатории метрологии студентам для проведения работ предоставляется целый ряд измерительных приборов.

В целях исключения возможности поломок приборов студенты перед началом лабораторных занятий обязаны ознакомиться со следующими правилами поведения в лаборатории и в дальнейшем строго соблюдать их.

1. Нельзя перемещать детали приборов или инструментов рукой или с помощью инструментов (винты рейки и пр.), не ознакомившись предварительно с устройством прибора или инструмента по описанию (инструкции по эксплуатации).

2. Все детали приборов перемещаются плавно, без заеданий. В случае замеченных неисправностей следует немедленно обратиться к лаборанту за помощью.

3. Работая в лаборатории, студенты обязаны следить за чистотой на рабочем месте.

4. После выполнения лабораторной работы мерительный инструмент сдается лаборанту в полной комплектности и чистоте.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

(Справочное)

ПОРЯДОК ОБРАБОТКИ И ФОРМА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ПРЯМОГО ИЗМЕРЕНИЯ (4, 8)

1. Определяют среднее арифметическое из результатов наблюдений по формуле:

$$\tilde{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i. \tag{4}$$

Величину $\tilde{x}$ принимают за результат измерения.

2. Оценивают среднее квадратическое отклонение результатов измерений по формуле:

$$S_{\tilde{x}} = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \tilde{x})^2}. \tag{5}$$

3. Определяют границу неисключенной систематической погрешности результата измерения Θ.

В качестве границ составляющих неисключенной систематической погрешности принимают пределы допускаемых основных и дополни-

тельных погрешностей средств измерений, если случайные составляющие погрешности пренебрежимо малы (6).

4. Результаты измерений представляются в форме

$$\tilde{x} = \ldots, S_{\tilde{x}} = \ldots, \; n = \ldots, \Theta = \ldots \tag{6}$$

Пример. При измерении некоторой величины были получены следующие значения: x_1 = 16,6; x_2 = 16,8; x_3 = 16,4; x_4 = 17,2; x_5 = 17,0; x_6 = 16,2; x_7 = 16,8; n = 7; Θ = 0,1. Определим величины $\tilde{x}$ и $S_{\tilde{x}}$ по формулам (4) и (5):

$$\tilde{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i = 16{,}71;$$

$$S_{\tilde{x}} = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \tilde{x})^2} = 0{,}14.$$

Результат представляем в виде

$$\tilde{x} = 16{,}71; \;\; S_{\tilde{x}} = 0{,}14; \;\; n = 7; \;\; \Theta = 0{,}1.$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Берков В.И. Технические измерения (альбом): Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 1983. – 144 с.

2. Васильев А.С. Основы метрологии и технические измерения. – М.: Машиностроение, 1988-240 с.

3. ГОСТ 5378. Угломеры с нониусом

4. ГОСТ 8.207-76. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений.

5. Заляева Г.О., Алексейчук С.И. Стандартизация, сертификация и метрология. Сборник методических указаний. – Петропавловск-Камчатский: КГТУ, 2001. – 45 с.

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

7. Иванов Л.И. и др. Контрольно-измерительные приборы в сельском хозяйстве: Справочник. – М.: Колос, 1984. – 352 с.

8. Обработка результатов измерений: Методические указания. Составители: Весничева Г.И, Худяков В.Ф., Яковлева З.К. и др. – С.-Пб., 2003. – 46 с.

9. Простейшие механические средства измерений линейных и угловых размеров. Лабораторный практикум по дисциплине «Метрология,

стандартизация и сертификация»/Составитель Г.Р.Муртазин– Казань: КГАУ, 2007. – 30 с.

10. Серый И.С. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. – М.: Агропромиздат, 1987. – 367 с.

11. Технический паспорт на угломер УО.

ГАБДУЛЛИН Талгат Ривгатович
ЗАЙСАНОВ Радик Рафикович

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по дисциплине
«Метрология, стандартизация и сертификация»

ИЗМЕРЕНИЕ УГЛОВ И КОНУСОВ
С ПОМОЩЬЮ УГЛОМЕРОВ

Редакция и корректура авторов

Подписано в печать 2011 г.
Формат 60x84 $^{1}/_{16}$. Печатных листов 1,5.
Печать Riso. Бумага тип № 1. Тираж экз. Заказ

Печатно-множительный отдел КазГАСУ.
420043, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1.