

**Учебная дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация»**

**Специальность 23.02.01 Организация перевозок и управление на транспорте**

**Группа ОП-21** Дата 05.05.2020.

Преподаватель: Тимофеева С.Н.

Выполненные задания отправлять на e-mail: timsnikol@mail.ru

**Задание 5. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4**

**Тема: Измерение углов деталей машин угломерами с нониусом**

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

**Тема:** Измерение углов деталей машин угломерами с нониусом

### Формируемые компетенции

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

**1. Цели работы:** изучение методики и техники измерения угловых размеров угломерами с нониусом;

**Задание:** Изучение технологии измерения геометрических размеров деталей угломером

Изучить инструмент для измерения углов, конусов и познакомиться с правилами пользования этими инструментами

### Ход работы

1. Записать виды инструмента для измерения углов и конусов
2. Изучить устройство инструмента и правила измерения, *описать в отчете*
3. Порядок определения углов с примерами.
4. Считывание показаний при измерении всех типов углов. Номинальные размеры и предельные отклонения.

### Теория и основные характеристики

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

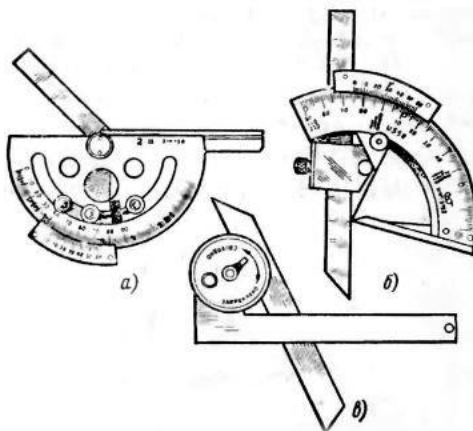


Рис. 1. Типы угломеров: а – угломер УМ ; б – угломер УН ; в – оптический угломер УО  
У угломеров (ГОСТ 5378 – 88) линейка, жестко связанная с нониусом или указателем, может поворачиваться вокруг оси, являющейся одновременно осью угловой шкалы.

### 1.1 . Угломер с нониусом типа УМ (конструкции Кушникова)

Угломер предназначен для измерения наружных углов в пределах от 0 до 180<sup>0</sup>.

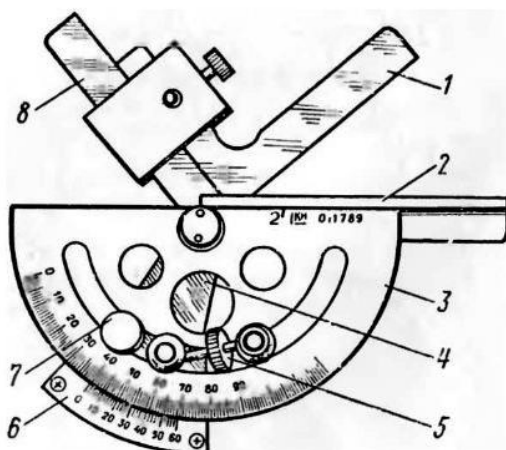


Рис . 2 . Угломер типа УМ : 1 – угольник ; 2 – линейка основания ; 3 – основание ; 4 – сектор ; 5 – устройство для микрометрической подачи ; 6 – нониус ; 7 – стопор ; 8 – подвижная линейка

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)

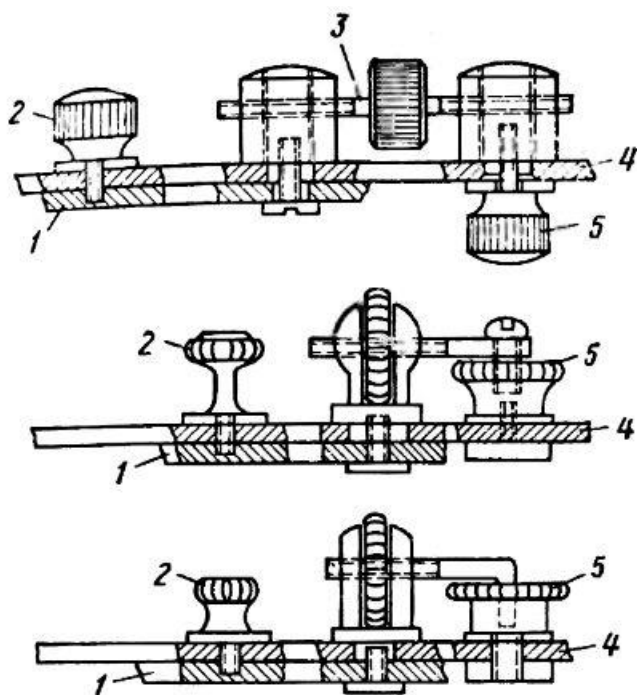


Рис.3. Механизм микроподачи и стопорения: 1 – сектор; 2 – стопор; 3 – винт с правой и левой резьбой; 4 – основание; 5 – зажим микроподачи

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

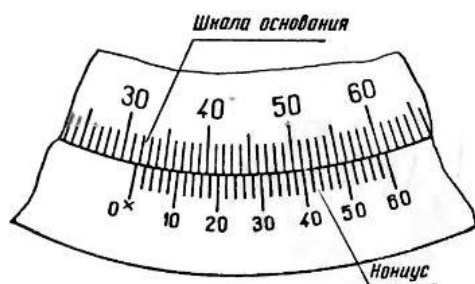


Рис.4. Пример считывания результата измерения. Целое число градусов равно 31

Построение углового нониуса

Угол между крайними штрихами шкалы нониуса, равный  $29^{\circ}$ , разделен на 30 частей. Угол между соседними штрихами нониуса равен  $(60' \times 29) : 30 = 58'$ , что на  $2'$  меньше  $1^{\circ}$  (рисунок 5).

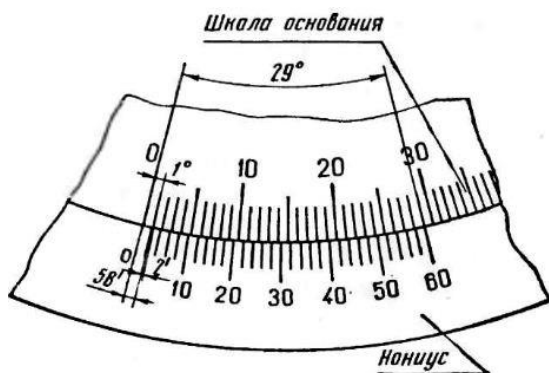


Рис.5. Шкала нониуса

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).

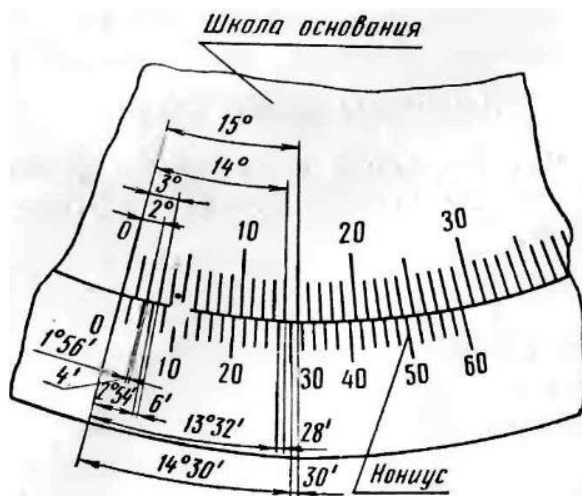


Рис.6. Порядок определения углов

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:  $30' + (2' \times 2) = 34'$ .

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).

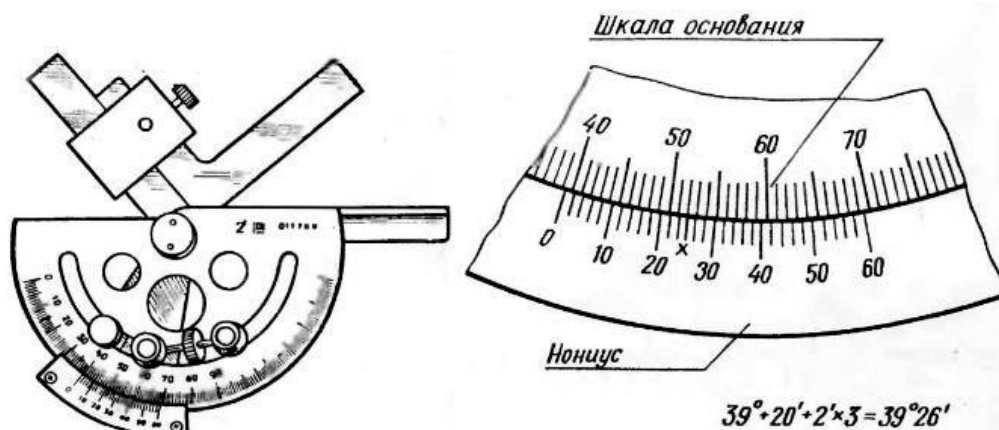


Рис.8. Измерение острых углов

#### Измерение тупых углов

Для установки и измерения углов от  $90^{\circ}$  до  $180^{\circ}$  угломер применяют без угольника и к его показаниям прибавляют  $90^{\circ}$  (рисунок 9).

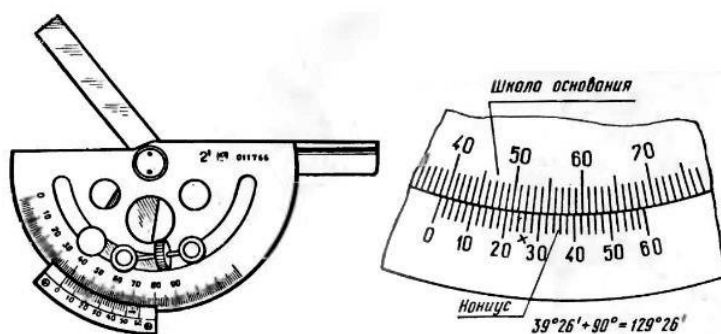


Рис.9. Измерение тупых углов

#### 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).

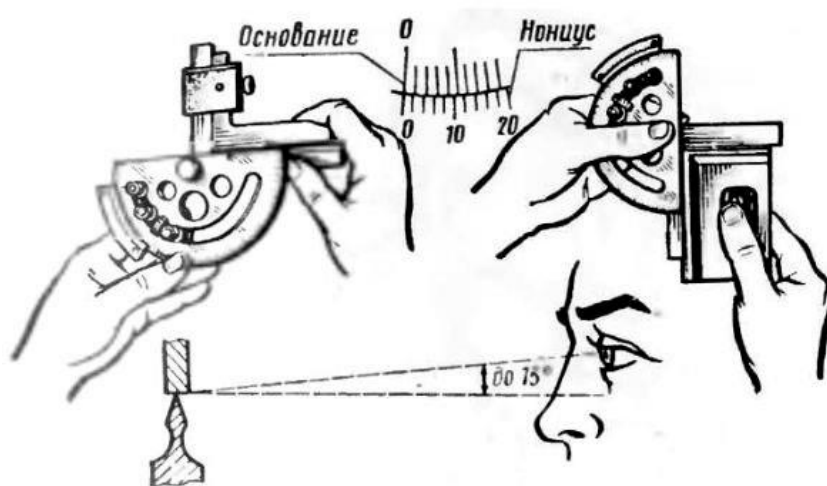


Рис.10. проверка нулевого положения угломера

Установка размера. Закрепление микроподачи

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

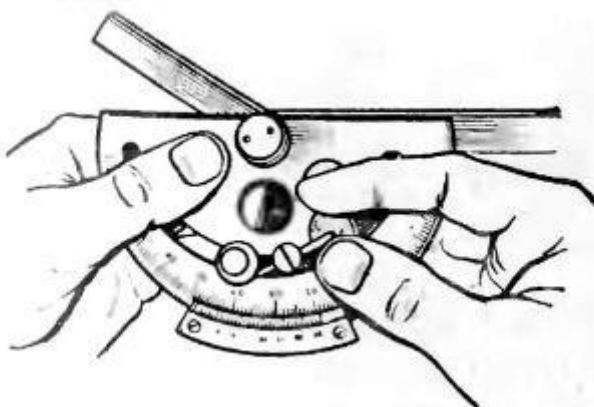


Рис.11. Закрепление микроподачи

Точная установка размера

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

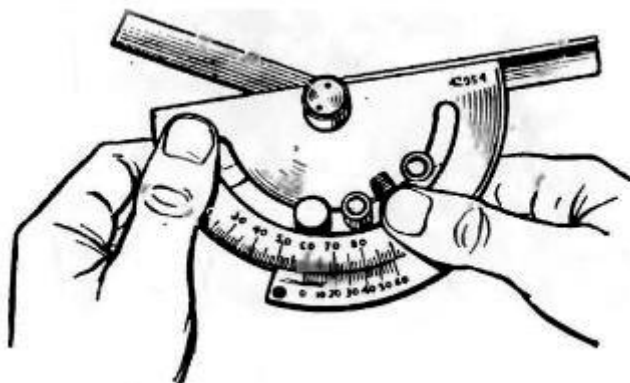


Рис.12. Точная установка размера

## Стопорение

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

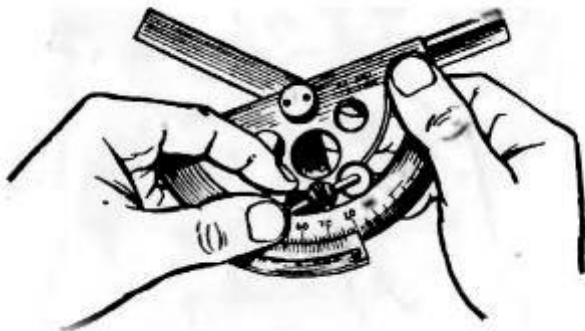


Рис.13. Стопорение шкалы

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).

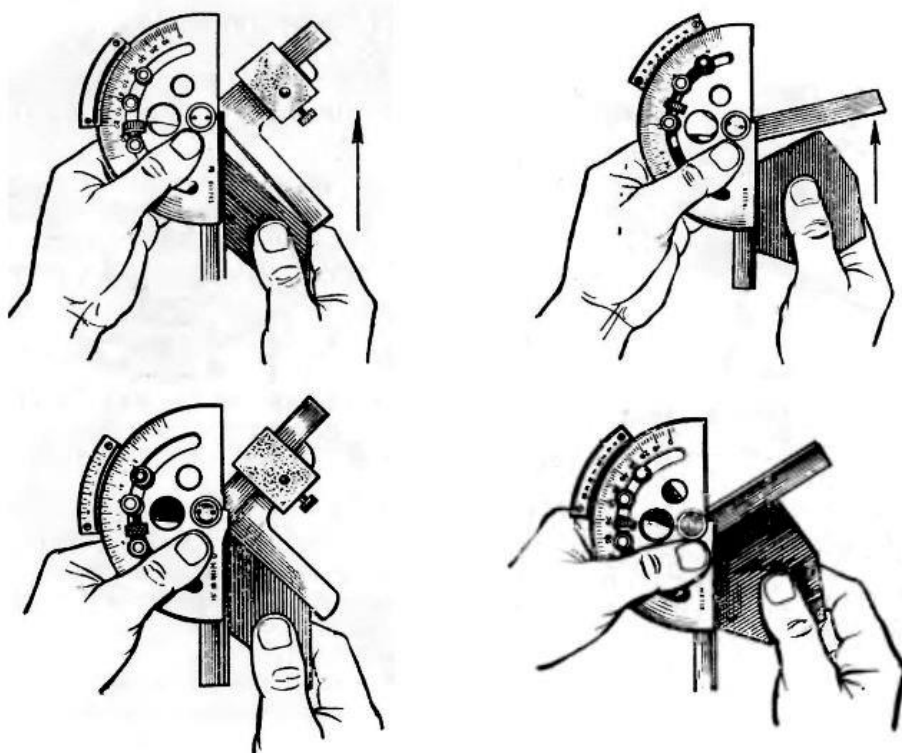


Рис.14. Примеры установки угломера относительно незакрепленной измеряемой детали

При чтении показаний угломер следует держать прямо перед глазами

Измерение закрепленной детали (рисунок 15)



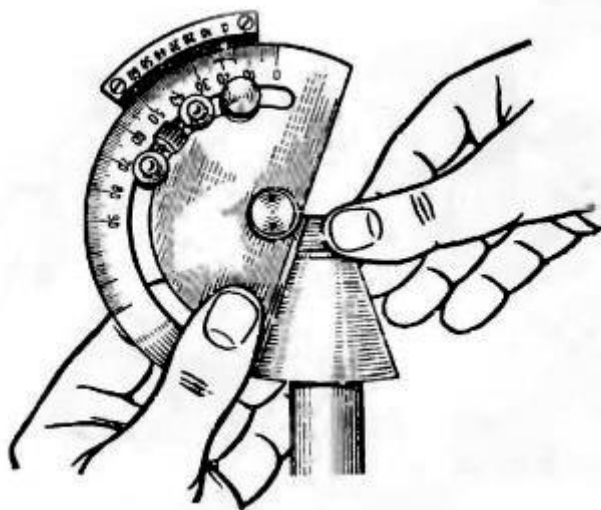


Рис.15.Измерение закрепленной детали

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° и внутренних углов от 40 до 180°.

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, ° |                  | 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)

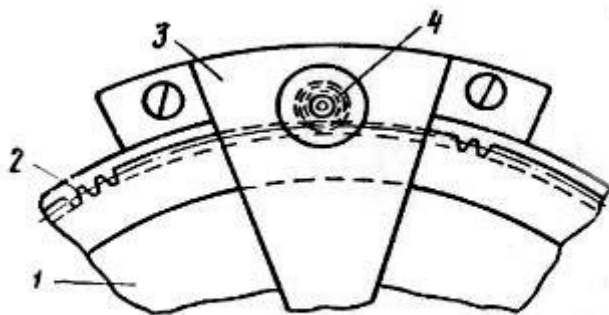


Рис.17. Устройство реечной передачи: 1 – основание, 2 – рейка, 3 – сектор, 4 – реечное зубчатое колесо

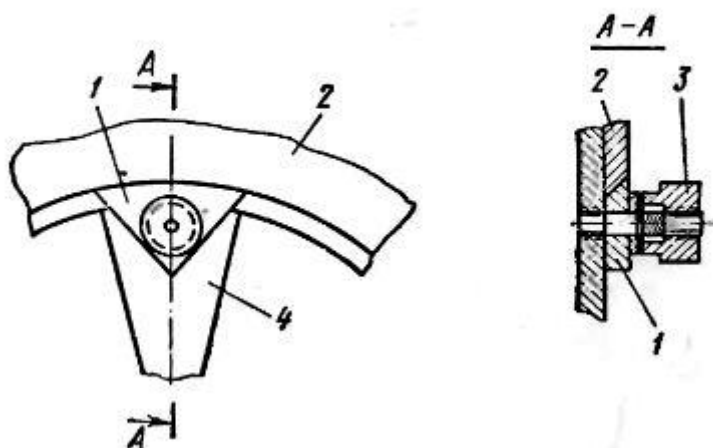


Рис.18 . Устройство стопора: 1 – сухарь; 2 – основание; 3 – зажимная гайка, 4 – сектор

Построение шкалы основания и нониуса

У угломера типа УН угол между крайними штрихами нониуса равен  $29^\circ$  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.

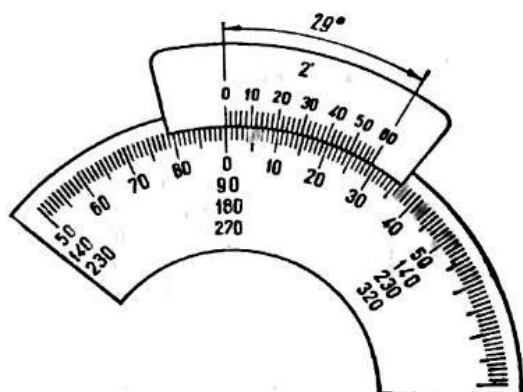


Рис.19. Построение шкалы основания и нониуса

## Основные положения угломера типа УН и чтение показаний

При измерении наружных углов от  $0^\circ$  до  $50^\circ$  показания читают по правой части шкалы (рисунок 20).

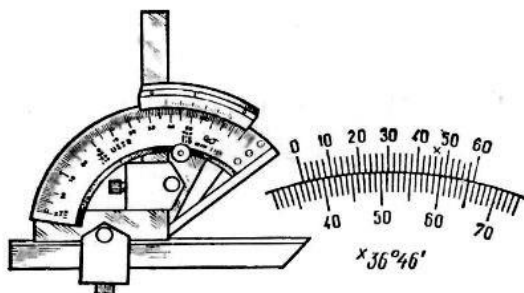


Рис.20. Считывание показаний при измерении наружных углов от  $0^\circ$  до  $50^\circ$

При измерении наружных углов от  $50^\circ$  до  $90^\circ$  показания читают по левой части шкалы (рисунок 21).

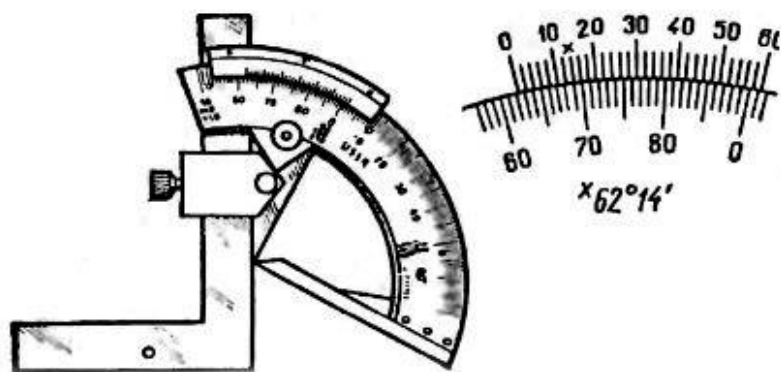


Рис.21. Считывание показаний при измерении наружных углов от  $50^\circ$  до  $90^\circ$

При измерении наружных углов от  $90^\circ$  до  $140^\circ$  к показаниям правой части шкалы прибавляют  $90^\circ$  (рисунок 22).

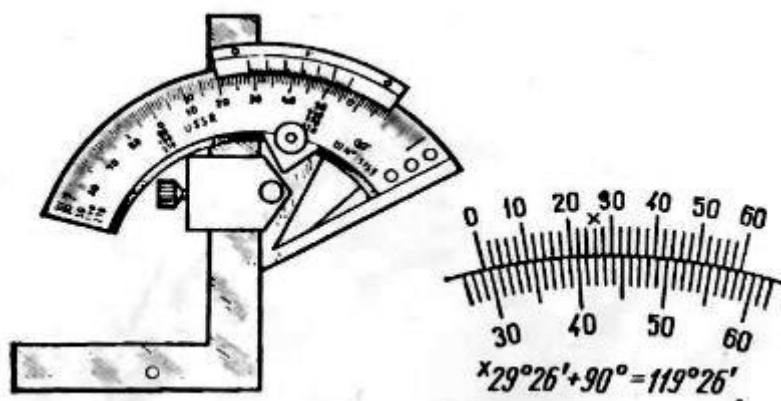


Рис.22. Считывание показаний при измерении наружных углов от  $90^\circ$  до  $140^\circ$

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

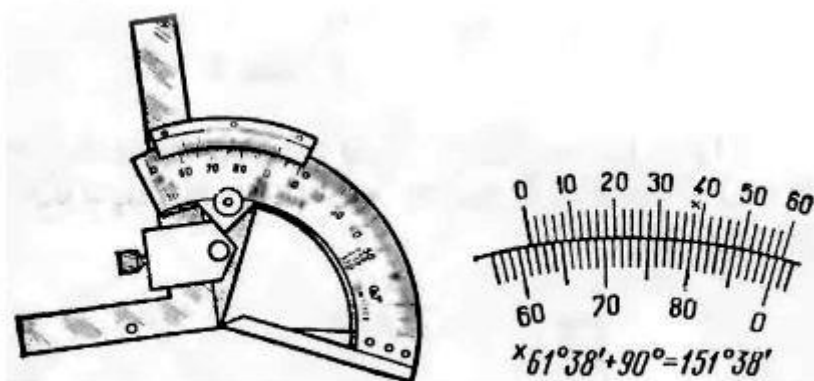


Рис.23. Считывание показаний при измерении наружных углов от 140° до 180°

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

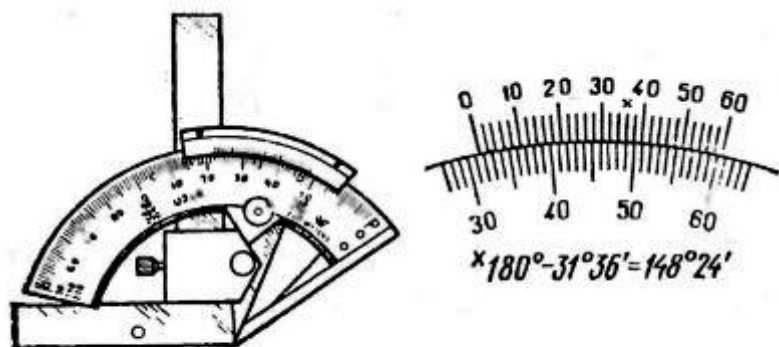


Рис.24. Считывание показаний при измерении внутренних углов от 180° до 130°.

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

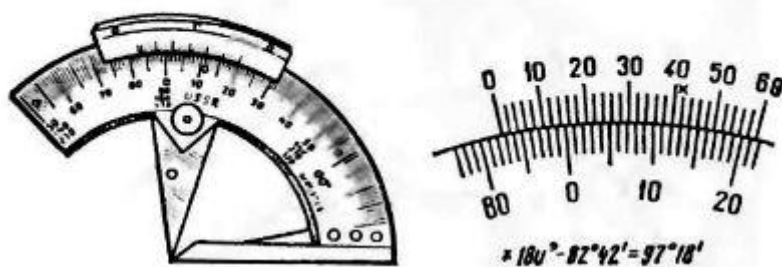


Рис. 25. Считывание показаний при измерении внутренних углов от 130° до 90 °

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

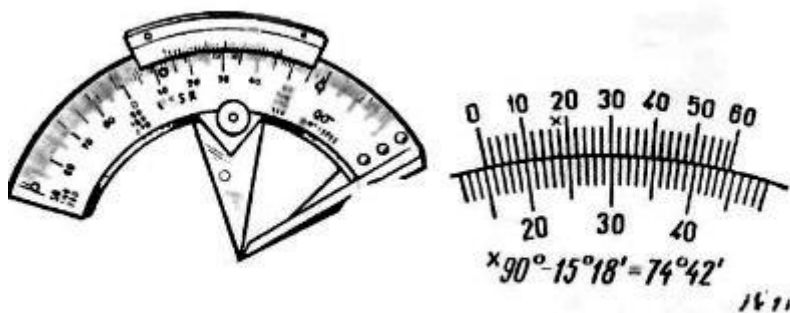


Рис.26. Считывание показаний при измерении внутренних углов от  $90^\circ$  до  $40^\circ$

Проверка нулевого положения угломера

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

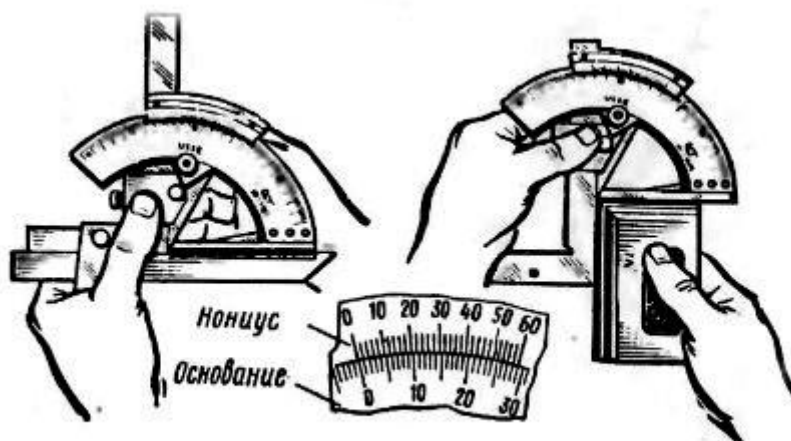


Рис.27. Проверка нулевого положения

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

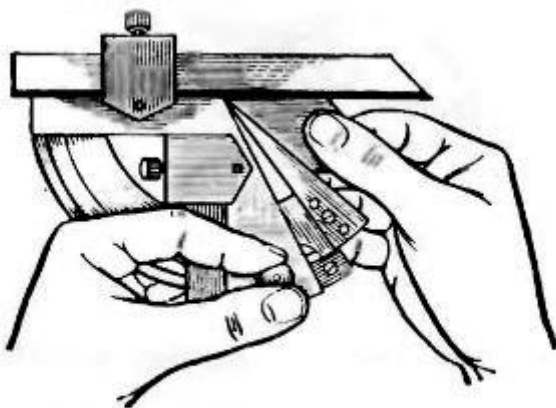


Рис.28. Установка угломера относительно наружного угла незакрепленной детали при помощи микроподачи

Применение микроподачи и стопора при установке размеров (рисунок 29)

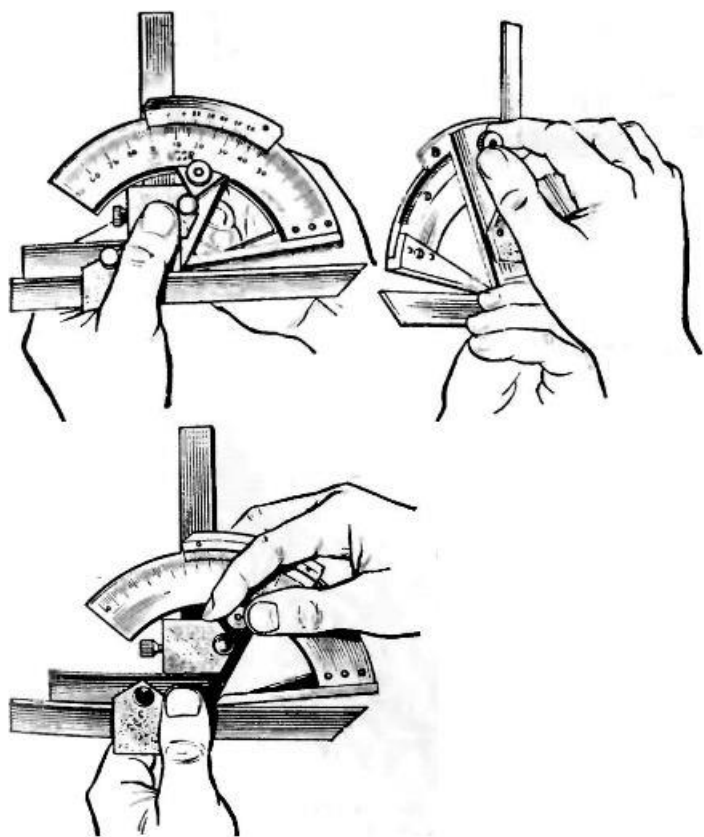


Рис. 29. Применение микроподачи и стопора при установке размеров

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

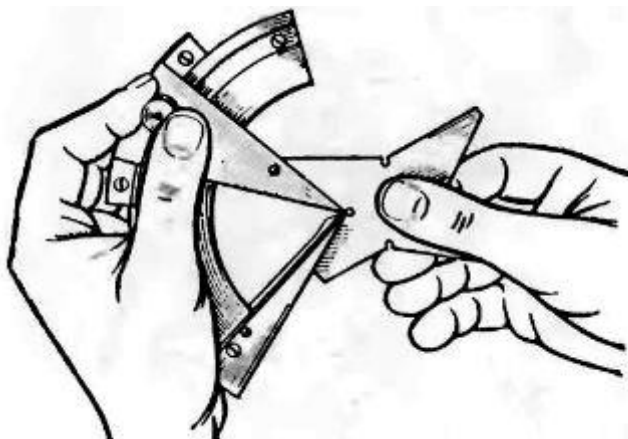


Рис.30. Установка угломера относительно внутреннего угла незакрепленной детали при помощи микроподачи

Измерение незакрепленной детали без применения микроподачи (рисунок 31)

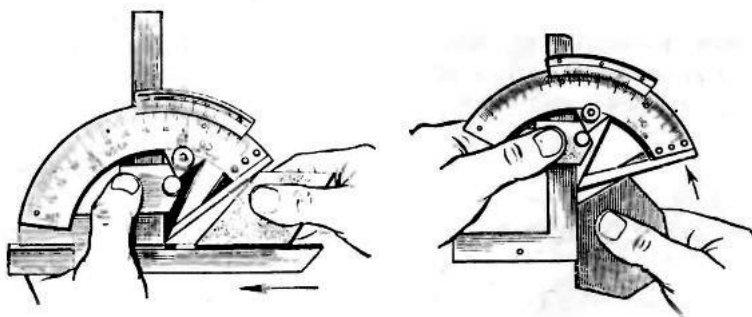


Рис.31. Измерение незакрепленной детали без применения микроподачи

#### 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).

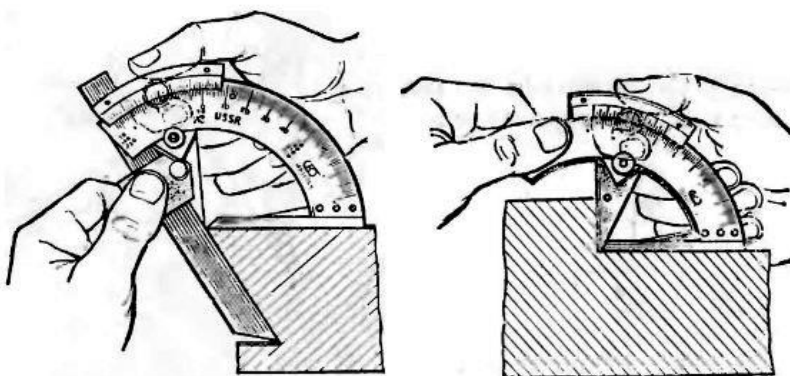


Рис.32. Измерение закрепленной детали

#### 2. Угломер универсальный оптический УО т3-5

Угломер универсальный оптический УО т3-5 (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.

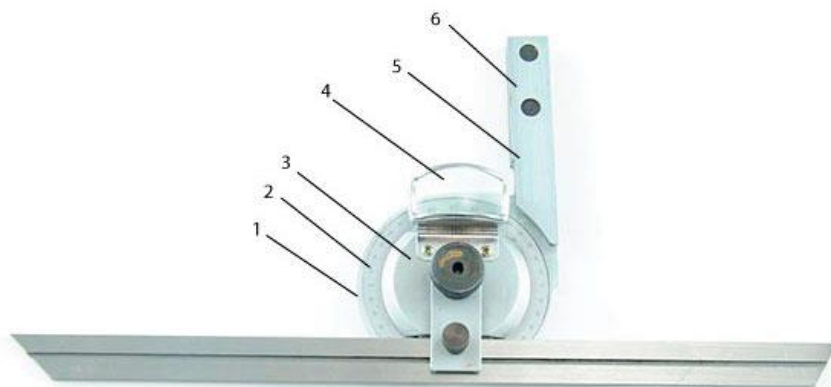


Рис.33. Общее устройство угломера оптического: 1 – основание; 2 – шкала - лимб; 3 – крышка; 4 – нониус с линзой; 5 – микровинт; 6 – линейка со скосом

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 прикреплены пластины 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  $360^\circ$ . Пример: для измерения угла в  $57^\circ 34'$  угломер необходимо установить на угол  $360^\circ - 57^\circ 30'$ , т.е. на угол  $302^\circ 30'$ . Отсчет показаний производится по основной шкале 0 -  $360^\circ$  с ценой деления  $1^\circ$  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.

**Вопросы для самоконтроля**

1. Каково назначение угломеров?
2. Назовите единицы измерения угловых размеров.
3. Какие типы угломеров Вы знаете и каковы их метрологические характеристики ?
4. Назовите основные детали транспортирного и универсального угломеров.
5. Как осуществляется отсчет по нониусу угломера ?
6. Дайте характеристику вида и метода измерения угломером с нониусом.



Информационный источник:

1. <http://p11506.edu35.ru/>