ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ИНСТРУМЕНТЫ

Изучение материалов Главы 12 позволяет подготовиться к Студенческим сертификационным испытаниям в Технической области «*AS = Automobile Service Technology* = Технологии автомобильного сервиса», в частность, научиться правильно подбирать и использовать измерительный инструмент, и производить измерения с необходимой точностью.

По завершении изучения и повторения материала Главы 12 читатель должны быть готовым:

- Описать, как правильно производить измерения линейкой;
- Объяснить, как правильно пользоваться штангенциркулем;
- Объяснить, как производить измерения микрометром;
- Описать, как правильно использовать телескопический микрометр (нутромер) и глубиномер для измерения диаметров цилиндров и цилиндрических отверстий гидравлических подъемников;
- Обсудить, как провести измерения микрометрическими датчиками малых размеров на примере измерения отверстия направляющей клапана;
- Объяснить, как правильно пользоваться стрелочными (циферблатными) индикаторами;
- Описать, как производить измерение валов и отверстий калибрами.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Любая деталь выполняется по указанным размерам на чертеже или техническом эскизе, и после её изготовления проводятся контрольные измерения для определения качества изготовления детали.

Проверке подвергают:

- Не измеряемые параметры детали, например соответствие требуемому качеству механической обработки или иного качества поверхности изготовленной детали;
- Измеряемые параметры детали, например, соответствие предписанным размерам способом проведения линейных и угловых измерений.

В таблице 12-1 указаны наиболее распространенные средства измерений, которыми пользуется автомобильный техник в повседневной трудовой деятельности.

Средства контроля делятся на средства измерения и регистрирующие измерительные приборы. В свою очередь, средства измерения подразделяются на измерительные приборы и калибры.
Но, прежде чем мы начнем беседовать о методах и средствах измерений, поговорим о системах мер, то есть тех общепринятых единицах длины, веса, объема и прочих физических свойств тел, которыми мы будем оперировать при проведении измерений.

СИСТЕМЫ МЕР

Системы мер прошли долгий исторический путь, и на этом пути системы мер постоянно совершенствовались. Кто сможет вспомнить древнерусские меры длины, такие как верста, сажень, аршин, локоть, пядь. Наверное эти слова мы вспоминаем только в пословицах. Эти меры длины канули в небытие, и причина в том, что они были привязаны к длине руки, длине шага, длине стопы человека, поэтому и существует пословица: «Всякий мерит на свой аршин».
Мы не станем углубляться в историю, а поговорим только о тех единицах измерений, которые применяются в современной автомобильной технике. В этом повествовании не будут упоминаться сверхбольшие и сверхмалые единицы измерений, мы остановимся только на тех, которыми оперирует автомобильный техник.

Таблица 12-1: Средства контроля размеров деталей

Средства контроля		
Измерительные приборы		Калибры
Средства измерения	Регистрирующие измерительные приборы	Предельные калибры (калибры размеров)
Штриховые (масштабные) линейки	Штангенциркули и микрометры	Резьбовые калибры (калибры формы)
Плоскопараллельные концевые меры длины	Стрелочные индикаторы	Угловые концевые меры (угловые плитки)
Угловые концевые меры длины	Транспортиры	Шаблоны и щупы

Итак, современный технический мир опирается на две системы мер: Английскую традиционную систему мер и Интернациональную метрическую систему мер.

АНГЛИЙСКАЯ ТРАДИЦИОННАЯ СИСТЕМА МЕР

Английская традиционная система мер была создана и внедрена около 1100 года в Англии во время правления Генриха I. Мерой длины был выбран фут, протяженность которого была определена средним размером ступни человека. Один фут разбивался на 12 дюймов, величина которого определялась длиной ногтевой фаланги большого пальца руки. За один ярд (36 дюймов) было принято расстояние от кончика носа короля Генриха до конца пальцев его вытянутой вперед руки.
Смотри рисунок 12-1.

Рисунок 12-1: Английские традиционные меры длины имели привязку к размерам длины стопы, длины руки и длины ногтевой фаланги большого пальца руки английского короля Генриха I.

Миля пришла из Древнего Рима, и первоначально определялась, как дистанция, которую проходит строй римских легионеров, сделавших 1000 пар шагов. Другие английские меры, такие как фунт (веса) и галлон (объема) эволюционировали от времен Древнего Рима до введения Единой англо-американской традиционной системы мер.
Шкалу Фаренгейта предложил в 1724 году немецкий исследователь Даниэль Габриэль Фаренгейт. Фаренгейт был первым, кто начал производить термометры, калибруя их так, чтобы разные термометры показывали одинаковую температуру. Для этого ему были нужны реперные точки, которые можно было бы воспроизводить по желанию. Фаренгейт предложил три точки. Первой точкой он выбрал температуру смеси льда соли и хлорида аммония, приняв ее за ноль.

РЕМАРКА:
Фаренгейт счёл, что очень морозная зима 1709 года – это наименьшая температура, с которой может столкнуться человек. Подсчеты показывают, что температура, которую Фаренгейт счёл минимальной, составила всего-то -17,8°С. Ноль по шкале Фаренгейта определяется по температуре замерзания смеси воды, поваренной соли и нашатыря в соотношении 1:1:1 (соответствует примерно −17,8 °С).

Вторая точка — точка замерзания воды, а третья точка — температура человеческого тела. Температуру замерзания воды Фаренгейт определил в 32 градуса, а нормальную температуру человеческого тела в три раза больше — 96 градусов. Позже, заметив, что разница между точками кипения и замерзания воды при нормальном атмосферном давлении составляет около 180°*F*, другие ученые несколько изменили величину градуса, так, чтобы эта разница составляла точно 180°*F*. При такой величине градуса нормальная температура человеческого тела составляет 98,6°*F*.
По шкале Цельсия, вода замерзает при 32°*F*, и кипит при 212°*F*.

МЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МЕР

Подавляющее большинство стран света использует метрическую систему мер. Метрическая система мер была создана в 1700 году во Франции, и за основу этой меры были взяты единичные объекты физического мира. Например, метр был определен как 1/40 000 000 (одна сорокамиллионная часть) окружности земли (расстояние поверхности Земли, измеренное не по экватору, а по меридиану, проходящему через Северный и Южный полюс).
Температурная шкала Цельсия, разработанная Андерсом Цельсием (1701-1744) использует две реперные точки: температуру замерзания воды приняли за 0°С (32°*F*), а температуру кипения воды за 100°С (212°*F*).
За единицу объема был взят литр, поскольку 1 литр пресной воды весит 1 килограмм (1000 граммов).
Все остальные единицы измерений стремились сделать кратными 10, 100 и 1000, что вносило определенное удобство в использовании метрической системы мер.

Например, километр равен 1000 метрам, и эта мера длины чаще всего используется для определения расстояния поездки.

Приведем иные, часто применяемые префиксы:

м = милли = 1/1000 доля
к = кило = 1000 единиц
М = Мега = 1000000 единиц.

ЧАСТО ЗАДАВАЕМЫЙ ВОПРОС

С чем соотносится вес в один грамм?

Чтобы лучше понять взаимосвязи в метрической системе мер, часто бывает полезно визуализировать некий объект, и соотнести его с метрической единицы измерения.
Например, вес один грамм имеют следующие объекты:

- *Любая долларовая банкнота*
- *Маленькая канцелярская скрепка*

Следует отметить, что российские банкноты весят от 0,94 грамма (10 рублевая банкнота) до 1,04 грамма (1000 рублевая банкнота). Долларовая банкнота – независимо от номинала – всегда весит ровно один грамм. Угадайте, сколько стоит 1 килограмм 1-долларовых купюр?

СООТНОШЕНИЕ МЕТРИЧЕСКИХ И АНГЛИЙСКИХ ТРАДИЦИОННЫХ ЕДИНИЦ ДЛИНЫ

1 километр = 0,62 мили
1 метр = 39,37 дюйма
1 сантиметр (1/100 часть метра) = 0,39 дюйма
1 миллиметр (1/1000 часть метра) = 0,039 дюйма.

СООТНОШЕНИЕ ЕДИНИЦ ОБЪЁМА

1 см^3 (кубический сантиметр) = 0,06 кубического дюйма
1 литр = 0,26 галлона США (около 1 кварта).

СООТНОШЕНИЕ ЕДИНИЦ ВЕСА

1 грамм = 0,035 унции
1 килограмм (1000 граммов) = 2,2 фунта.

СООТНОШЕНИЕ ЕДИНИЦ ДАВЛЕНИЯ

1 килопаскаль (кПа) = 0,14 фунтов на квадратный дюйм (6,9 кПа = 1 *PSI*)
1 бар = 14,5 фунтов на квадратный дюйм (*PSI*).

ПРОИЗВОДНЫЕ ЕДИНИЦЫ

Все единицы измерения, за исключением базовых, представляют собой комбинацию единиц, которые называются производными единицами измерения.

Приведем некоторые единицы измерений, которые являются производными:

- Крутящий момент = *Torque*
- Скорость = *Velocity*
- Плотность = *Density*
- Энергия = *Energy*
- Мощность = *Power*

ИЗМЕРЕНИЯ

Измерение производится с целью контроля доступных для измерения параметров. Измеряемая величина сравнивается с эталонной шкалой измерительного прибора.
Смотри рисунок 12-2.

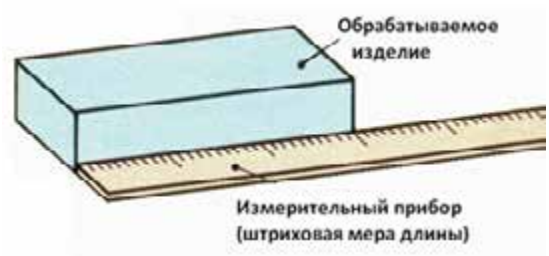


Рисунок 12-2: Измерение длины с помощью простейшего средства измерений – линейки: источник: *Westermann*

Измеряемые величины – это величины, непосредственно воспринимаемые средствами измерений.
Физические параметры – это результаты измерений, состоящие из числового значения и единиц измерения.

РЕМАРКА:
Физический параметр = Числовое значение + Единицы измерения
Например, длина = 1,8 м.

Измеряемая величина определяется непосредственно, если общая длина измеряемого предмета сравнивается с нанесенной на измерительном приборе шкалой измерений.
Измеряемая величина определяется расчётом (косвенное измерение, например, монтажный зазор поршня в гильзе), после того как вычислена разница между известным размером и размером измеренного предмета. Разница измерений: диаметр цилиндра (измеренная величина) минус диаметр поршня (заданное значение) равна зазору при установке поршня в цилиндр.

СОВРЕМЕННЫЕ ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЙ

Единицей измерения длины является метр (обозначается строчной буквой м). Длительное время в качестве эталона длины использовался парижский архивный метр.
Первый в истории метрической системы мер прототип метра, изготовленный во Франции в 1799 г. из сплава 90% платины и 10% иридия, и переданный на хранение Национальному архиву Франции, в связи с чем он и получил свое название. В сечении архивный метр имеет Х-образную форму.
Смотри рисунок 12-3.

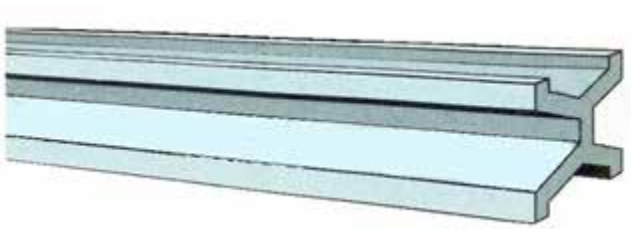


Рисунок 12-3: Архивный метр, хранящийся в Парижской палате мер и весов; источник: *Westermann*

Один метр, как расстояние между двумя граничными линиями на архивном метре, был первоначально определен, как 1/40 000 000 (одна сорокамиллионная) часть земного меридиана, проходящего через парижскую обсерваторию. В 1983 году Генеральная конференция по мерам и весам в раках Интернациональной системы дала новую интерпретацию понятия метра. (СИ = Международная система единиц, или Система Интернациональная = система единиц физических величин, современный вариант метрической системы). СИ является наиболее широко используемой системой единиц в мире, как в повседневной жизни, так и в науке и технике. В настоящее время СИ принята в качестве основной системы единиц большинством стран мира и почти всегда используется в области техники, даже в тех странах, в которых в повседневной жизни используются традиционные единицы. В этих немногих странах (например, в США) определения традиционных единиц измерений были адаптированы так, чтобы связать их фиксированными коэффициентами с соответствующими единицами СИ.

РЕМАРКА:
Один метр – это расстояние, которое проходит монохромный свет в вакууме за отрезок времени, равный 1/299792458 секунды (скорость света в вакууме = 299792458 м/с).

Как было сказано выше, в Английской традиционной системе мер, используемой в США и ряде других стран, за единицу длины принят дюйм (*inch*, сокращенное написание *in*.).
Один дюйм равен 25,4 миллиметра.

Угловыми единицами измерений являются.

- Градус (например, прямой угол равен 90°)
- Радиан (например, прямой угол, выраженный в радианах, равен $\pi/2$)
- Гон (например, прямой угол, выраженный в десятичных угловых мерах, равен 100 гонов).

РЕМАРКА:
Гон — единица измерения плоских углов, эквивалентная 1/400 полного оборота. В технической литературе гон чаще называется градом. Один гон равен $\pi/200$ радиан или 9/10 градуса. Гон разбивается на 100 метрических минут, которые, в свою очередь, разбиваются на 100 метрических секунд.

ДОПУСКИ НА РАЗМЕРЫ

В технических чертежах деталей размеры указаны с той точностью, которую можно достичь в процессе механической обработки. Чрезмерно высокие требования к точности изготовления деталей экономически нецелесообразны. Возможное отклонение от требуемого размера (номинального размера *N*) не должно оказывать отрицательного влияния на качество обрабатываемой детали.
Поэтому предельные отклонения от номинального размера часто указываются наряду с номинальным размером детали.
Смотри рисунок 12-4.

Таблица 12-2:

Например: $110_{-0,1}^{+0,2}$ (в системе валов)	
Номинальный размер N = 110 мм	***Допуск T = 0,3 мм***
Верхнее предельное отклонение es = +0,2	***Максимальный допустимый размер G_{es} = 110,2 мм***
Нижнее предельное отклонение ei = -0,1	***Минимальный допустимый размер G_{ei} = 109,9 мм***

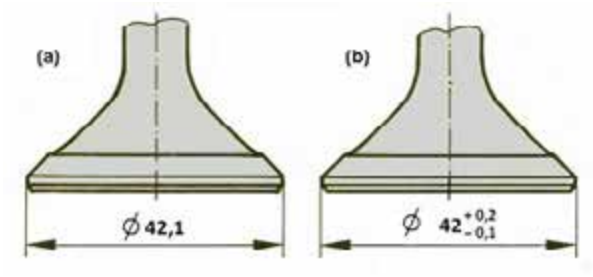


Рисунок 12-4: (a) Геометрический размер детали; (b) Номинальный размер с указанием предельных отклонений размера; источник: *Westermann*

РЕМАРКА:

Наибольшее отклонение от номинального размера называется верхним предельным отклонением размера, а наименьшее отклонение от номинального размера называют нижним предельным отклонением размера

Имея сведения о верхнем и нижнем предельных отклонениях, нетрудно вычислить максимально допустимый размер и минимально допустимый размер деталей.
Смотри рисунок 12-5.

РЕМАРКА:

Разница между максимально-допустимым и минимально-допустимым размером детали называется допуском T (от слова Tolerance = допуск, терпимость).

Предельные отклонения на чертежах деталей приводятся шрифтом несколько меньшего размера, причём, предельные отклонения располагают сразу же за номинальным размером.
Если верхнее или нижнее предельное отклонение равно нулю, его не указывают вслед за номинальным значением. Если верхнее предельное отклонение классифицировано со знаком ($42^{+0,2}$), а нижнее предельное отклонение классифицировано со знаком минус ($42_{-0,1}$), будут указаны оба предельных отклонения.
Если же абсолютная величина предельных отклонений равна, но классифицирована противоположными знаками, предельные отклонения будут указаны следующим образом ($42^{\pm 0,2}$)
Смотри таблицу 12-2:

ПОГРЕШНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ

Любой результат измерений (действительный размер) получает искажение несовершенством методов и средств измерений. На результаты измерений, кроме того, оказывают влияние следующие факторы:

- дефекты измеряемого объекта (например, шероховатость поверхности, наличие заусенцев или следов механической обработки, остатков масла, консистентной смазки, пыли);
- дефектов мер измерения (например, неточности делений шкалы);
- дефектов средств измерений (например, окисления или механического износа)

Кроме того, на результаты измерений оказывают влияние:

- параметры окружающей среды (например, температуры, давления, влажности воздуха);

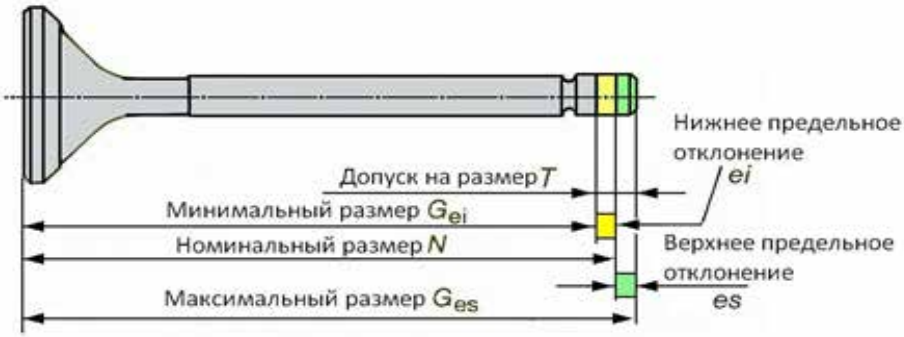


Рисунок 12-5: Размеры, отклонения от размера и допуск (в системе вала); источник: *Westermann*

- состояние наблюдателя (например, острота зрения, внимательность, опытность).

Распространенной ошибкой, влекущей искажение результатов измерений, является параллакс (иными словами, смещение объекта относительно наблюдателя). Параллакс – это ошибка измерений, вызванная неправильным направлением взгляда во время считывания, поэтому взгляд должен быть строго перпендикулярен объекту и средству измерений.
Смотри рисунок 12-6.

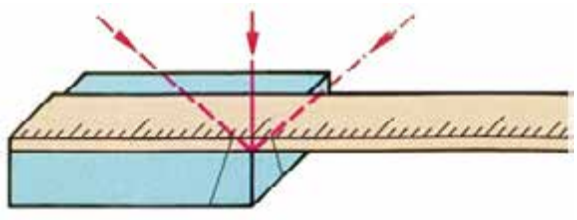


Рисунок 12-6: Ошибка измерений, вызванная параллаксом; источник: *Westermann*

Все средства измерения чувствительны к механическим воздействиям и перепадам температуры. Следует избегать разности температур между измеряемым объектом и средством измерений. Для получения высокой точности измерений рекомендовано производить измерения при температуре объекта и средства измерения, равной 20°C.
Причины случайных или систематических ошибок необходимо тщательно проверять. Если происходят систематические ошибки, вероятнее всего причиной является неисправность средства измерений, например, погрешность шкалы. Источником случайных ошибок может стать, например, наличие неровности на измеряемой поверхности.

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ ЛИНЕЙНЫХ И УГЛОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

МАТЕРИАЛЬНЫЕ МЕРЫ ИЗМЕРЕНИЙ

Материальные меры измерений являются простейшими средствами измерений. Они воплощают измеряемую величину через постоянный интервал расположения граней (так называемые шаблоны) или расстояния между штрихами.

Линейными средствами измерения меры могут быть:
- Масштабные линейки
- Рабочие линейки
- Измерительные рулетки

Показания на масштабной линейке считываются по штриховой шкале напрямую.
Расстояние между штрихами масштабной линейки воплощают единицы длины. Расстояние между штрихами, и, следовательно, точность измерений составляет 1 миллиметр. Каждый сантиметр поделен на 10 миллиметров, а метр поделен на 100 сантиметров или на 1000 миллиметров.

В Английской традиционной системе измерений шкалы линеек градуированы иначе:
На обычной дюймовой линейке дюймы могут делиться на 16 более мелких частей. Причём, чем мельче деление на линейке, тем короче штрихи, нанесенные на линейку.
Единицы измерений, начиная с самой крупной, включают в себя:

1 дюйм
1/2 дюйма
1/4 дюйма
1/8 дюйма
1/16 дюйма.

Некоторые линейки имеют очень маленькое деление 1/32 дюйма.
Смотри рисунок 12-7.

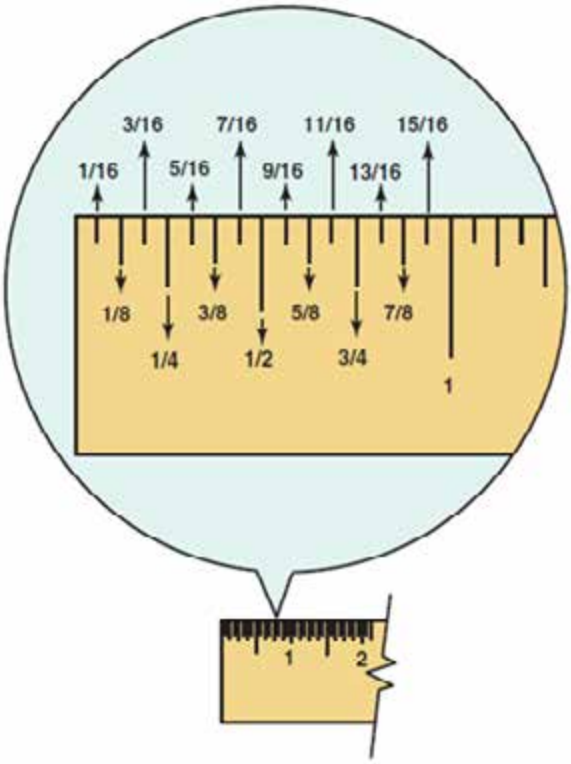


Рисунок 12-7: На линейке видно, чем больше деление, тем длиннее делительная линия; источник: *Pearson Education, Inc*.

Шкала метрической линейки поделена на сантиметры, половины сантиметров и миллиметры.
Смотри рисунок 12-8.

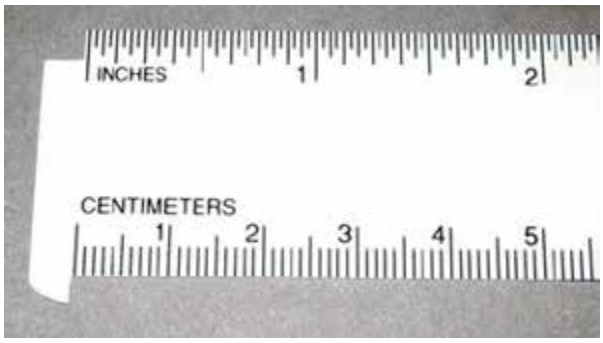


Рисунок 12-8: Пластмассовые линейки могут оснащаться двумя шкалами: дюймовой и сантиметровой. Сантиметровая шкала имеет самое мелкое деление – миллиметр, более крупный штрих стоит против пяти миллиметров, и самый крупный штрих – напротив сантиметрового деления, равного 10 миллиметрам; источник: *Pearson Education, Inc*.

Масштабные линейки изготавливают из стали, стекла, пластмассы или дерева.
Выбор материала и конструкция масштабной линейки зависит от требуемой точности измерений и назначения линейки.

Для шаблонов измерение осуществляется сопоставлением с расстоянием между двумя поверхностями шаблона. В соответствии со стандартом плоскопараллельные концевые меры длины делятся на четыре класса точности. Каждый класс точности определяет заданное допустимое отклонение от номинального размера

ПОКАЗЫВАЮЩИЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРИБОР

Измерительным прибором называется устройство, с помощью которого измеряемая величина сравнивается с единицей измерения. Измерительный прибор предназначен для выработки сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем.
Показывающий измерительный прибор сообщает наблюдателю измеренные значения в аналоговом виде (в виде непрерывной функции) на шкале с метками, разметке или ином указателе.
Цифровое измерительное устройство – это средство измерений, в котором значение измеряемой физической величины автоматически представляется в виде числа, индицируемого на цифровом отсчётном устройстве, или в виде совокупности дискретных сигналов. Цифровые (или дискретные) сигналы в отличие от аналогового (непрерывного) сигнала известны лишь в дискретные моменты времени, и могут отображаться на световом индикаторе в виде цифр, или на цифровом дисплее.

Показывающие измерительные приборы подразделяются на:

- Штангенциркули
- Микрометры
- Циферблатные индикаторы
- Транспортиры.

ШТАНГЕНЦИРКУЛЬ

Универсальный штангенциркуль – это измерительный инструмент, служащий для измерения длины,

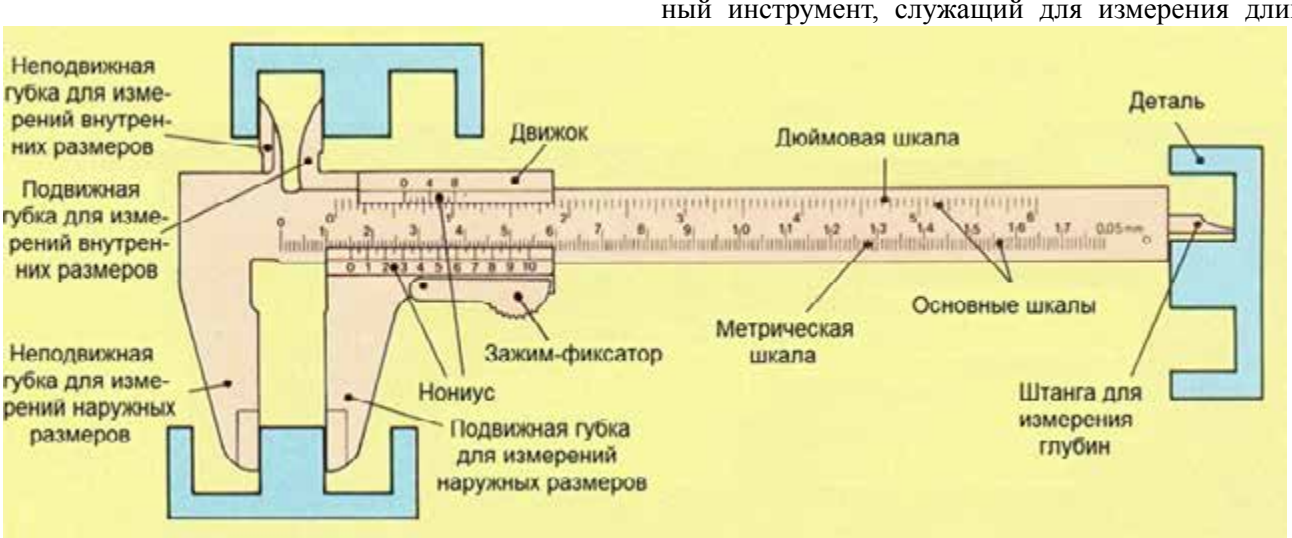


Рисунок 12-9: Конструкция штангенциркуля и доступные измерения; источник: *Westermann*

внутреннего и наружного, диаметра и глубины.
Смотри рисунок 12-9.

Штангенциркуль состоит из направляющей штанги, выполненной заодно с губкой, имеющей две опорные поверхности (нижнюю — для наружных и верхнюю — для внутренних замеров), ползуна, который составляет одно целое с нижней подвижной губкой для наружных измерений и верхней подвижной губкой – для внутренних измерений, и выдвигающейся рейки глубиномера. На направляющей штанге нанесены миллиметровые деления.
На нижней части ползуна приведены деления нониуса.
Штангенциркули односторонние и двухсторонние отличаются от штангенциркуля универсального конструкцией. Диапазон измерений штангенциркулей разных размеров от 0 до 2000 мм.

Нониус – это деления, нанесенные на нижней части ползуна штангенциркуля (назван в честь португальского изобретателя *Petrus Nonius* 1492…1577, сконструировавшего несколько измерительных приборов различного назначения).
При отсчете при помощи нониуса к числу целых делений штанги, расположенных ниже нуля шкалы нониуса, следует прибавить число десятых или сотых долей миллиметра, которое соответствует числу интервалов на шкале нониуса до штриха этой шкалы, совпадающего с одним из штрихов шкалы штанги. В зависимости от градуировки нониуса штангенциркулем можно измерять размеры с точностью 0.1; 0,05 или 0,02 мм.

- Штангенциркуль с точностью измерений до 0,1 мм имеет нониус с десятью делениями на длине 9 мм, т. е. расстояние между делениями нониуса составляет 0,9 мм.
- Штангенциркуль с точностью измерений до 0,05 мм имеет нониус с двадцатью делениями на длине 19 мм, т. е. расстояние между делениями нониуса составляет 0,95 мм.
- Штангенциркуль с точностью измерений до 0,02 мм имеет нониус с пятьюдесятью делениями на длине 49 мм, т. е. расстояние между делениями равно 0,98 мм.

При сомкнутых губках штангенциркуля нулевой штрих нониуса должен точно находиться под нулевой чертой основной шкалы.
Смотри рисунок 12-10.

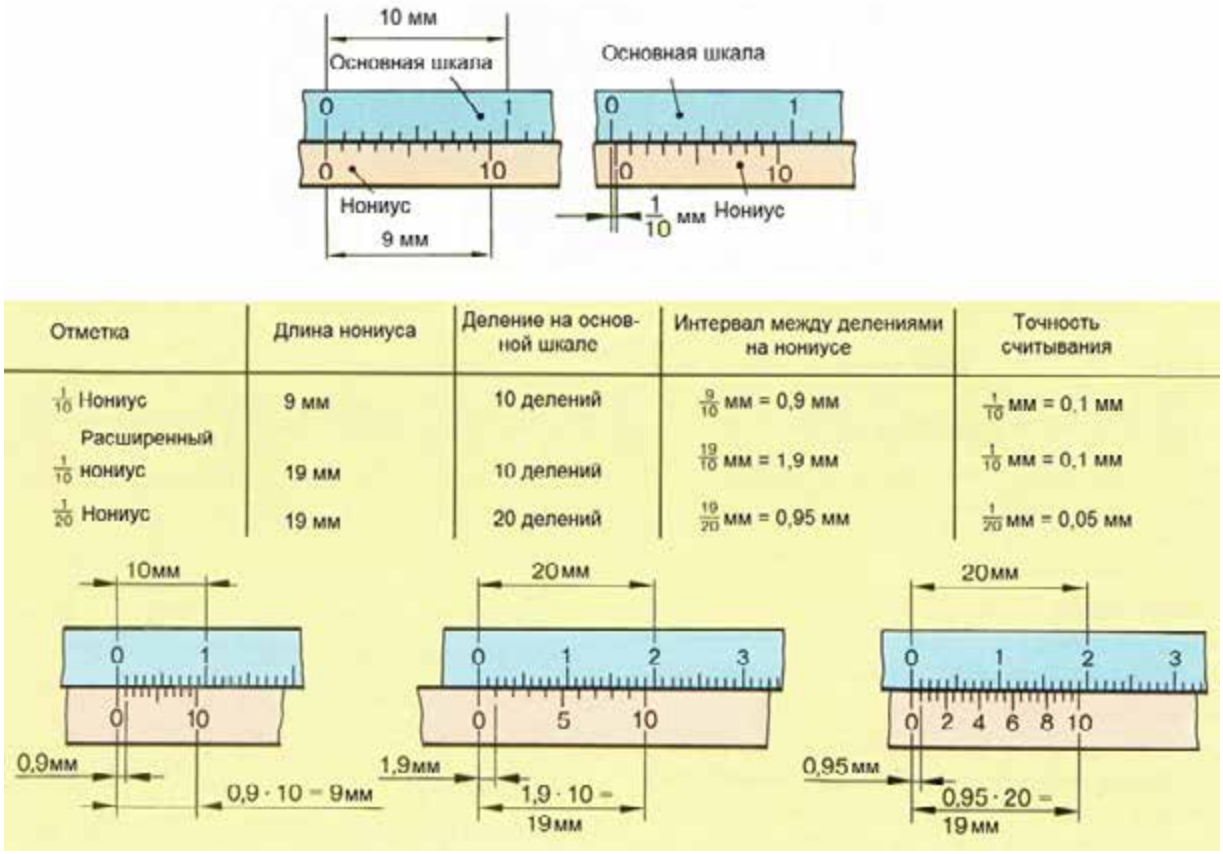


Рисунок 12-10: Различные виды нониусов; источник: *Westermann*

Губки штангенциркуля будут раскрыты на величину 0,1 мм в случае, если штрих нониуса, помеченный единицей, будет стоять прямо под штрихом 1 основной шкалы. При сомкнутых губках штрих 1 нониуса выступает за штрих 1 основной шкалы на 0,1 мм.

Считывание показаний штангенциркуля, оснащенного 1/10 нониусом:

• По основной шкале штангенциркуля определяем количество целых миллиметров слева от нулевой отметки нониуса;
• Находим точное совпадение штриховой разметки нониуса с одним из штрихов деления основной шкалы;
• Подсчитываем количество штрихов нониуса от нулевого штриха (не считая нулевой штрих) до совпадающего штриха с штриховым делением основной шкалы, и умножаем на 0,1 мм;
• Сложение целого количества миллиметров с десятыми частями миллиметров даёт результат измерений с точностью до 0,1 мм.

Дополнительные виды нониусов (смотри рисунок 12-10) позволяют получить большую точность считывания результатов измерений. Принципиально процедура считывания показаний с расширенными нониусами ничем не отличается от принципа считывания с 1/10 нониусом.

Циферблатный штангенциркуль, или штангенциркуль с цифровой индикацией, позволяет получить быстрое и надежное определение результатов измерений.
Смотри рисунок 12-11.

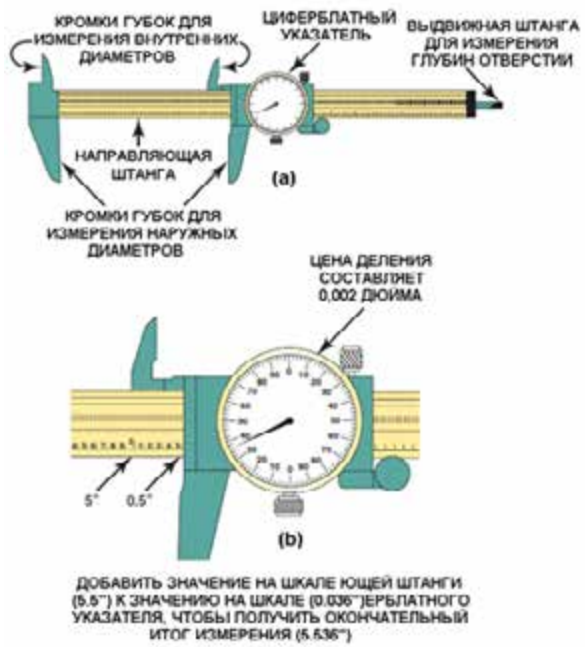


Рисунок 12-12: Типичный циферблатный штангенциркуль, предназначенный для снятия размеров, выраженных в дюймах. Это очень полезный измерительный инструмент, если Вы занимаетесь ремонтом американских автомобилей. Как и любой другой штангенциркуль, этот позволяет измерять внутренний, наружный диаметр, глубину отверстий и производить линейные измерения. (b) Считывание результатов измерений циферблатным штангенциркулем довольно просты: следует добавить значение измерения по шкале к значению на циферблате, не прибегая к сложным математическим пересчетам; источник: *Pearson Education, Inc*.

Циферблатный штангенциркуль обычно используется для измерения длины, внутреннего и внешнего диаметра, и глубины.
Смотри рисунок 12-12.

Рисунок 12-11: Циферблатный штангенциркуль и штангенциркуль с цифровой индикацией позволяет быстро и с высокой точностью получить результаты измерений; источник: *Heude*

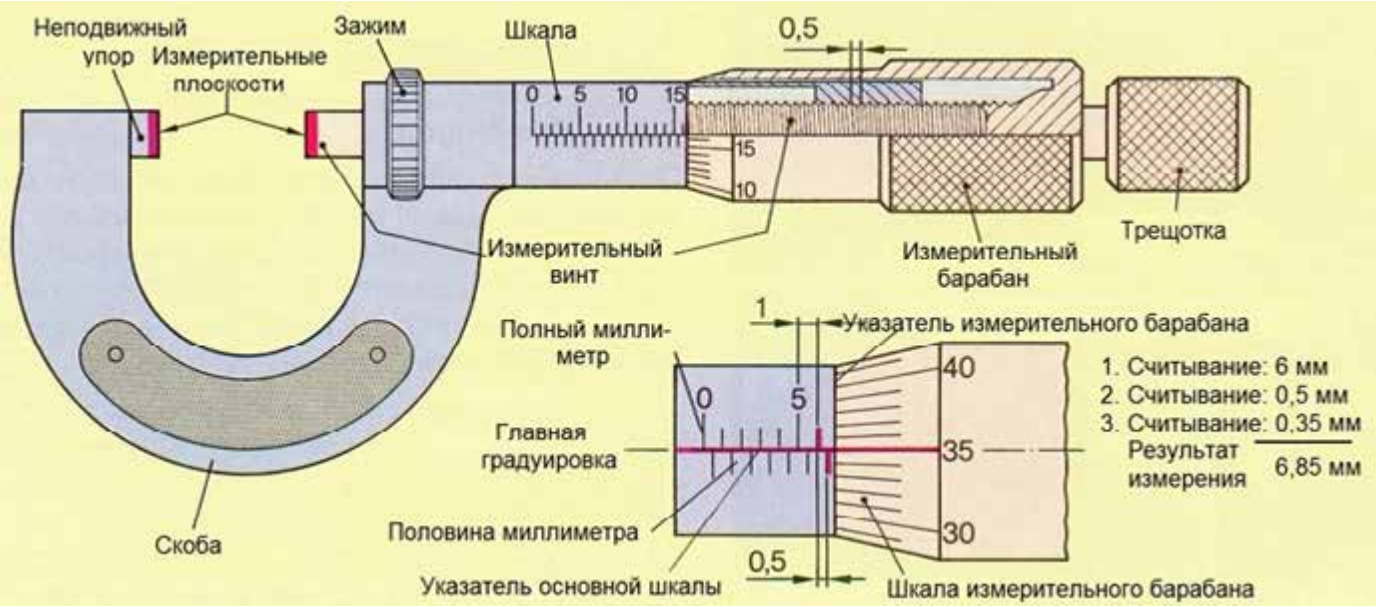


Рисунок 12-13: Конструкция микрометра и принцип считывания результатов измерений; источник: *Westermann*

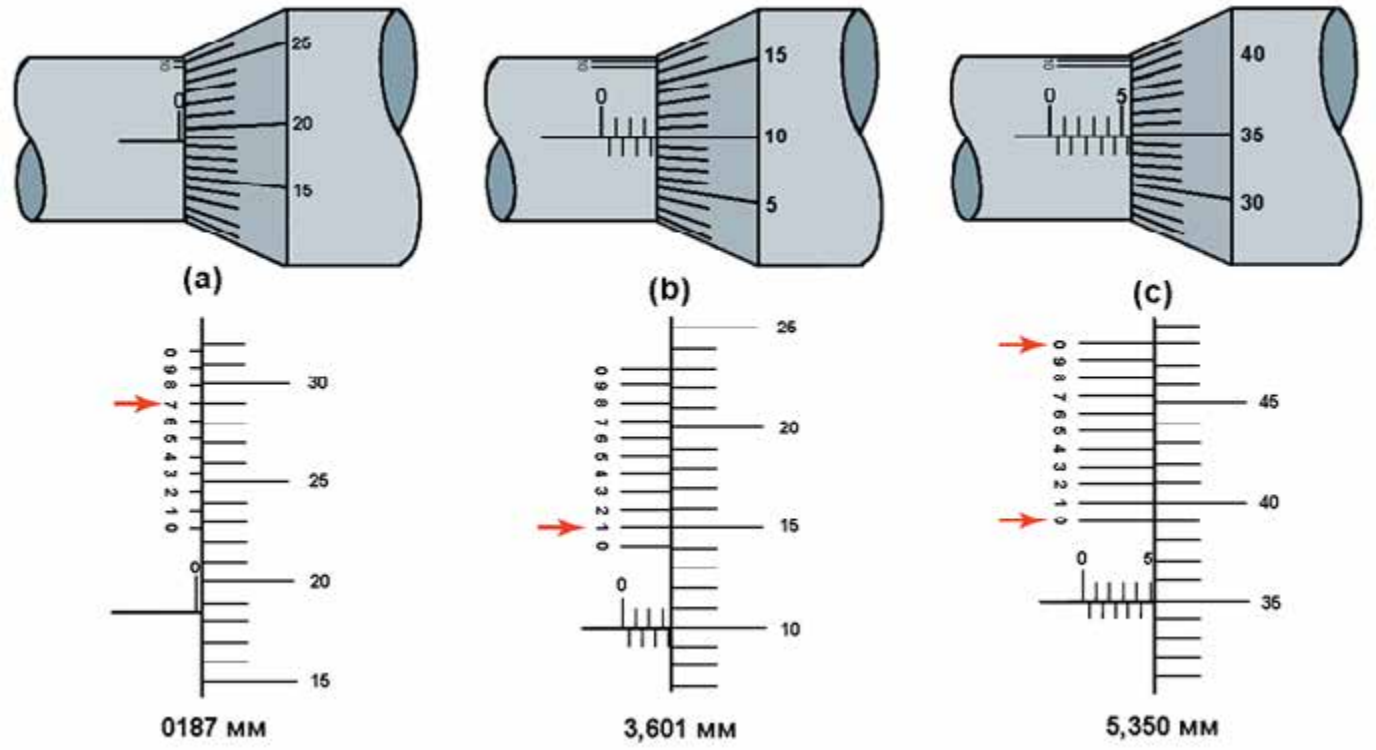


Рисунок 12-14: Примеры показаний, снятых метрическим микрометром. Точность измерений метрическим микрометром, оснащенным нониусом, позволяет получить одну тысячную долю миллиметра. Стрелка на рисунке указывает последнюю цифру в итоговом значении измеренной величины; источник: *Pearson Education, Inc*.

МИКРОМЕТР

Микрометр имеет расположенный внутри измерительного барабана ходовой (измерительный) винт, шаг резьбы которого составляет 0,5 мм. Таким образом, после совершения одного полного оборота, расстояние между измеряемыми плоскостями меняется на 0,5 мм.
На микрометре присутствуют два указателя и две шкалы.
Смотри рисунок 12-13.

Основная шкала с миллиметровым и полу миллиметровым делением находится на цилиндрическом корпусе микрометра, называемом стеблем микрометра. Указателем для основной шкалы является край измерительного барабана, на котором нанесена вторая (подвижная) шкала.
Считывание результатов измерений производится по основной шкале, расположенной на цилиндрическом корпусе микрометра.

РЕМАРКА:
Микрометр, имеющий основную шкалу с дополнительной разбивкой шкалы на 0,5 мм, оснащен ходовым винтом, обеспечивающим перемещение указателя измерительного барабана на 0,5 миллиметра при совершении барабаном одного полного оборота. При повороте измерительного барабана на одно деление, определяемое по подвижной шкале барабана, позволяет переместить измерительную плоскость микрометра на 0,01 мм.

На рисунке 12-13 приведен пример определения результатов измерений суммированием показаний, считываемых с неподвижной и подвижной шкалы микрометра.

Принцип считывания результатов измерений с микрометра с шагом резьбы ходового винта 0,5 мм:

• Подсчитайте целое количество миллиметров на верхней шкале цилиндрической части корпуса микрометра;
• Приплюсуйте полмиллиметра, если левый край измерительного барабана заходит за штрих нижней шкалы, расположенный правее штриха верхней шкалы, выражающего целое количество миллиметров.
• Приплюсуйте количество сотых доле миллиметра, подсчитав их количество по шкале измерительного барабана. Полученная сумма является результатом измерений.
Смотри рисунок 12-14.

Примечание по работе с микрометром:
Измерительный винт вращается посредством измерительного барабана до получения минимального расстояния между измерительной плоскостью и поверхностью измеряемого объекта.
Подведение измерительной плоскости (шпинделя) к поверхности измеряемого объекта осуществляется только вращением муфты (трещотки), что позволяет получить более равномерное прилегание к поверхности измеряемого объекта, и сохраняется минимальный уровень давления со стороны измерительной плоскости на объект, что предотвращает ошибку измерения.

Диапазон измерений микрометра определяется длиной измерительного винта, и составляет 25 мм. Это значит, что для измерений объектов различной величины используются различные микрометры, например, микрометр с диапазоном измерений от 0 до 25 мм; микрометр с диапазоном измерений от 25 до 50 мм; микрометр с диапазоном измерений от 50 до 75 мм; и т.д.

ИЗМЕРЕНИЕ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА МИКРОМЕТРОМ

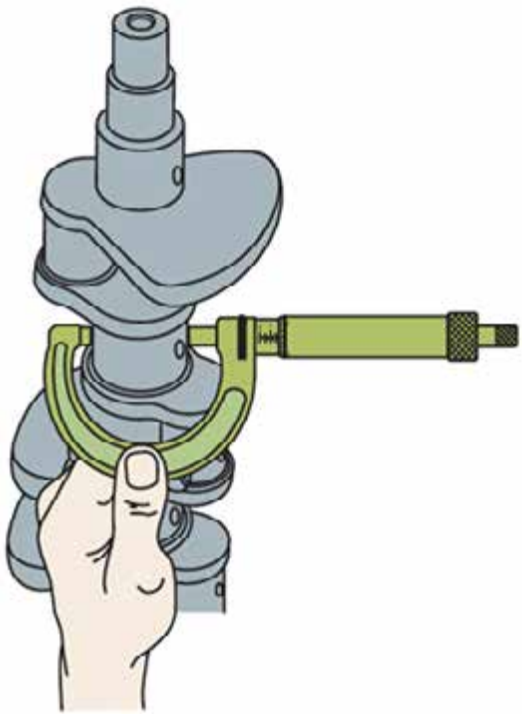


Рисунок 12-15: С помощью микрометра обязательно проведите измерение шатунной шейки на округлость и конусность; источник: *Pearson Education, Inc*.

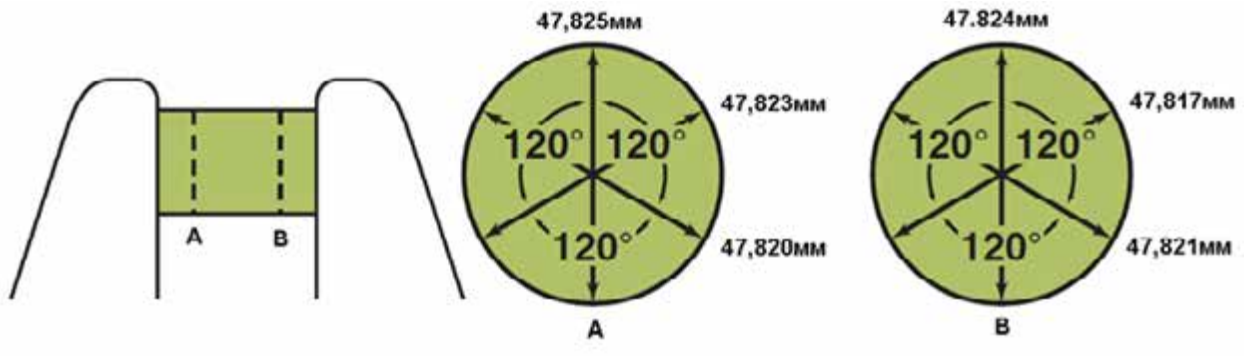


Рисунок 12-16: Замер диаметра шейки коленчатого вала. Каждая шейка должна измеряться в шести позициях: на двух концах шейки; и под углом 120° относительно предыдущего замера; источник: *Pearson Education, Inc*.

Несмотря на то, что шатунная шейка и подшипник шатуна имеют в собранном виде небольшой зазор, при вскрытии двигателя необходимо провести ряд измерений шатунной шейки с целью проверки нарушения округлости и конусности.
Смотри рисунок 12-15.

ОВАЛЬНОСТЬ (НАРУШЕНИЕ ОКРУГЛОСТИ)

Шейки коленчатых валов должны измеряться, по крайней мере, в двух положениях по диаметру и в направлениях, отстоящих друг от друга на 120°, как это показано на рисунке 12-15.

Вычислить овальность шейки коленчатого вала – вычесть наименьшее значение измерения из максимального значения для каждой из двух (A и B) позиций.

Позиция A: 47,825 – 47,820 = 0,005 мм
Позиция B: 47,824 – 47,817 = 0,007 мм.

Максимальное вычисленное отклонение от округлости (овальность) шейки вала наблюдается в позиции B (0,007 мм), и это отклонение следует сравнить со спецификацией, чтобы понять, необходимо ли подвергать вал механической обработке с целью устранения дефекта.

КОНУСНОСТЬ

Для определения конусности шейки вала следует сравнить результаты измерений в том же месте между позициями A и B, и вычесть наименьшее значение из наибольшего значение измерений, проведенных в одной продольной плоскости сечения шейки вала.

Например:
Таблица 12-3

Позиция A		Позиция B		
47,825	-	47,824	=	0,001
47,823	-	47,817	=	0,006
47,820	-	47,821	=	-0,001

Полученный результат максимальной конусности (0,006) следует сравнить со спецификацией.

РЕМАРКА:
Отрицательное значение конусности означает, что в этой позиции наблюдается обратная конусность

Рисунок 12-17: Опорные шейки распределительного вала должны измеряться в трех позициях под углом 120° относительно предыдущего замера, это позволит вычислить овальность опорной шейки (цапфы) распределительного вала; источник: *Pearson Education, Inc*.

(наклон поверхности от В к А). При проведении расчета Вас должно интересовать абсолютное значение конусности, то есть её значение без учета знака.

ИЗМЕРЕНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ВАЛА

Опорные шейки распределительного вала также должны быть измерены микрометром в трех направлениях, и по результатам измерений необходимо вычислить овальность и конусность опорных шеек.
Смотри рисунок 12-17.

РЕМАРКА:

На двигателях с верхним расположением клапанов и распределительным валом в блоке цилиндров диаметр опорных шеек распределительного вала, как правило, несколько уменьшается по направлению к задней части двигателя. На двигателях с верхним расположением распределительного вала диаметры опорных шеек распределительного вала, как правило, одинаковы.

Подъем кулачка распределительного вала тоже может быть измерен с помощью микрометра для сравнения со спецификацией, как это показано на рисунке 12-18.

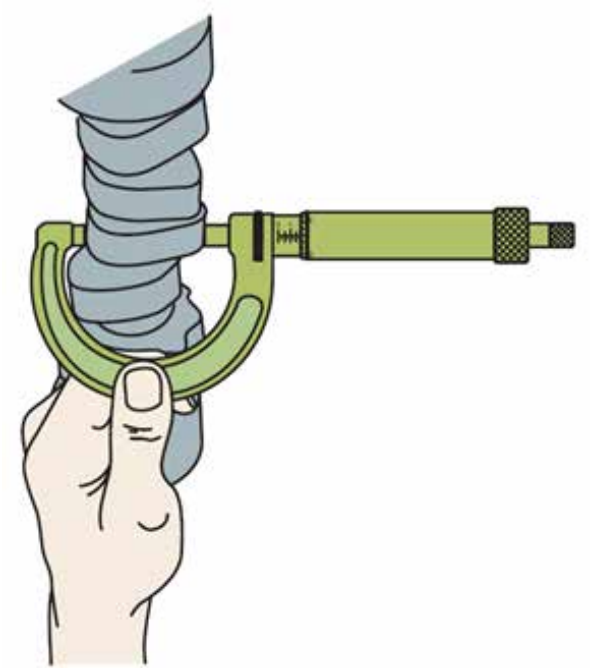


Рисунок 12-18: Проверка распределительного вала на износ, путем измерения высоты кулачка микрометром; источник: *Pearson Education, Inc*.

МИКРОМЕТР-ГЛУБИНОМЕР

Микрометрический глубиномер принципиально мало отличается от обычного микромера, за исключением того, что с его помощью производятся измерения глубины отверстий, или глубины установки детали относительно корпуса.
Смотри рисунок 12-19.

Рисунок 12-19: Микрометрический глубиномер используется для точного измерения глубины отверстий; метрический нутромер используется для точного измерения диаметра отверстий; источник: *Vogel*

Если глубиномер или нутромер оснащен цифровой индикацией, результаты измерений можно получить значительно быстрее и с высокой точностью.

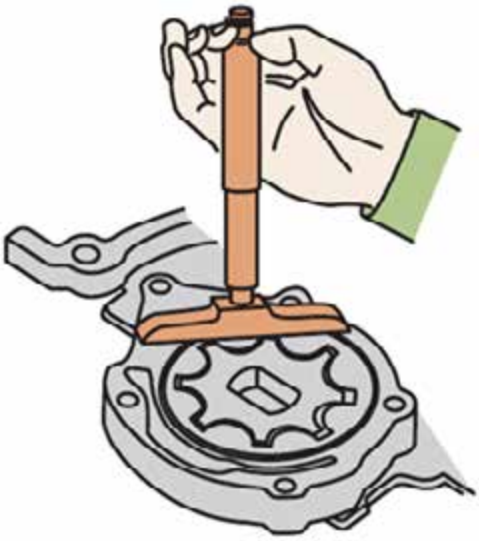
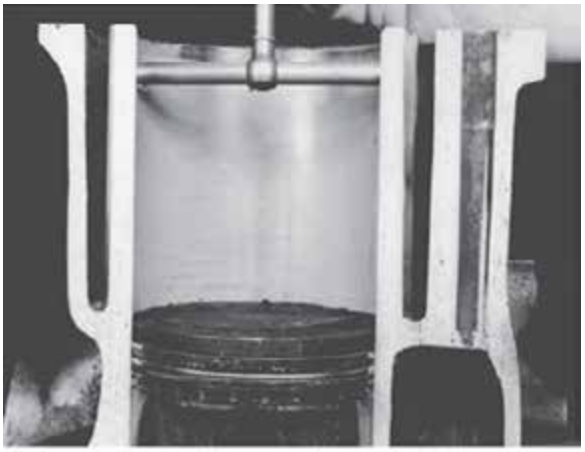


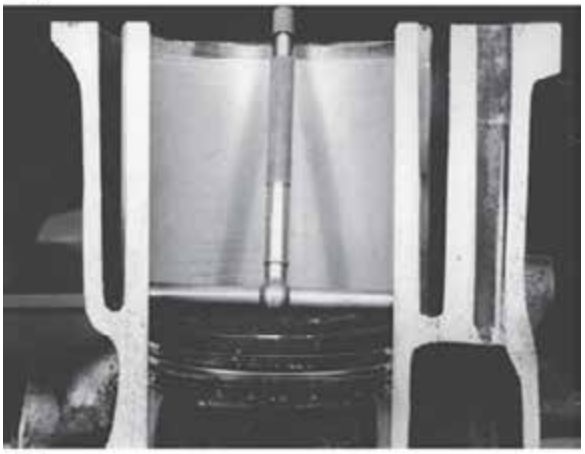
Рисунок 12-20: Метрический глубиномер (глубинный микрометр) используется для измерения высоты залегания ротора маслонасоса от поверхности корпуса; источник: *Pearson Education, Inc*.

ТЕЛЕСКОПИЧЕСКИЙ НУТРОМЕР

Телескопический нутромер – микрометр, используемый для измерения внутренних диаметров отверстий или сверлений. Диаметр цилиндра двигателя можно измерить нутромером, вставив телескопический нутромер в цилиндр, и, вращая регулировочную рукоятку, добиться прилегания измерительных поверхностей к противоположным поверхностям цилиндра. После этого следует затянуть фиксирующую рукоятку нутромера, и аккуратно вынуть его из цилиндра.
Используя микрометр, проведите измерение расстояния между головками измерительной части нутромера.
Смотри рисунок 12-21.



(a)

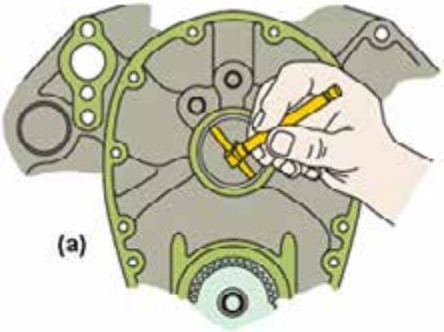


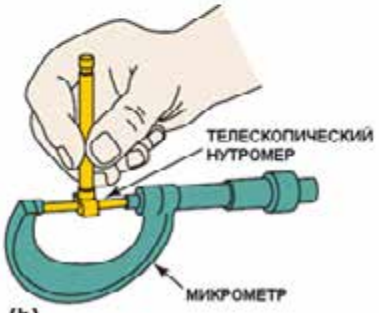
(b)

Рисунок 12-21: После демонтажа головки цилиндров, необходимо проверить конусность и овальность цилиндра, для этого производятся промеры диаметра цилиндра ниже гребня (a), и над поршнем, находящимся в конце его хода (b); источник: *Pearson Education, Inc*.

Телескопический нутромер можно использовать при следующих измерениях:

- Проверка состояния подшипников распределительного вала (смотри рисунок 12-22).





(b)

Рисунок 12-22: (a) Телескопический датчик (нутромер) используется для измерения внутреннего диаметра подшипника распределительного вала. (b) После проведения измерения численное значение измеренного параметра производится с помощью микрометра; источник: *Pearson Education, Inc*.

- Измерение диаметра, конусности и овальности отверстия (постели) коренного подшипника коленчатого вала
- Измерение диаметра, конусности и овальности отверстия шатунного подшипника.

ИЗМЕРИТЕЛЬ МАЛЫХ ОТВЕРСТИЙ

Измеритель малых отверстий (также называемый нутромером с разнесенным шариком) совместно с микрометром используется для измерения внутреннего диаметра малых отверстий, таких как направляющие клапанов в головке цилиндров.
Смотри рисунки 12-23 и 12-24.

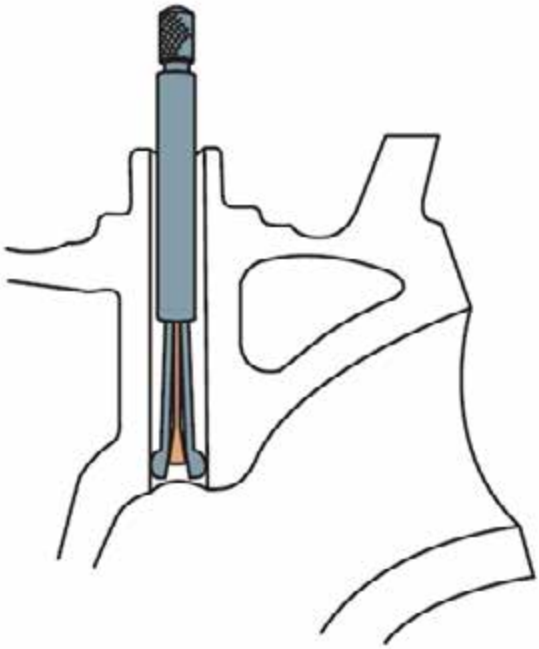


Рисунок 12-23: На рисунке показан разрез направляющей клапана, и процедура проведения измерений диаметра направляющей нутромером с разнесенным шариком; источник: *Pearson Education, Inc*.

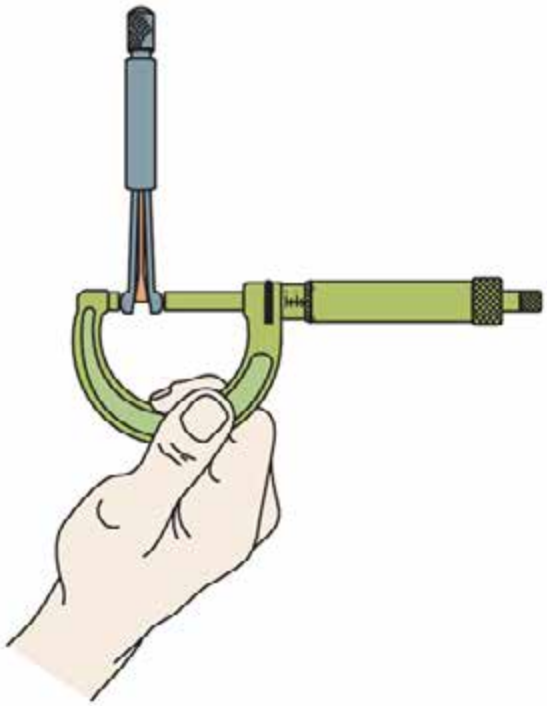


Рисунок 12-24: Наружный диаметр нутромера, извлеченного из направляющей клапана, определяется микрометром; источник: *Pearson Education, Inc*.

ЦИФЕРБЛАТНЫЙ НУТРОМЕР

Циферблатный нутромер, хотя и дорогой, но весьма полезный измерительный инструмент, позволяющий быстро и с высокой точностью определить конусность, эллипсность цилиндра или постели коренного подшипника коленчатого вала двигателя.
Смотри рисунок 12-25.

Циферблатный нутромер должен быть настроен на размер, указанный в спецификации ремонтируемого автомобиля. Показания на шкале циферблатного нутромера указывают отклонение в сторону увеличения (+) или в сторону уменьшения (-) размера измеряемой детали от заданной величины. Именно поэтому циферблатный нутромер лучше всего использовать

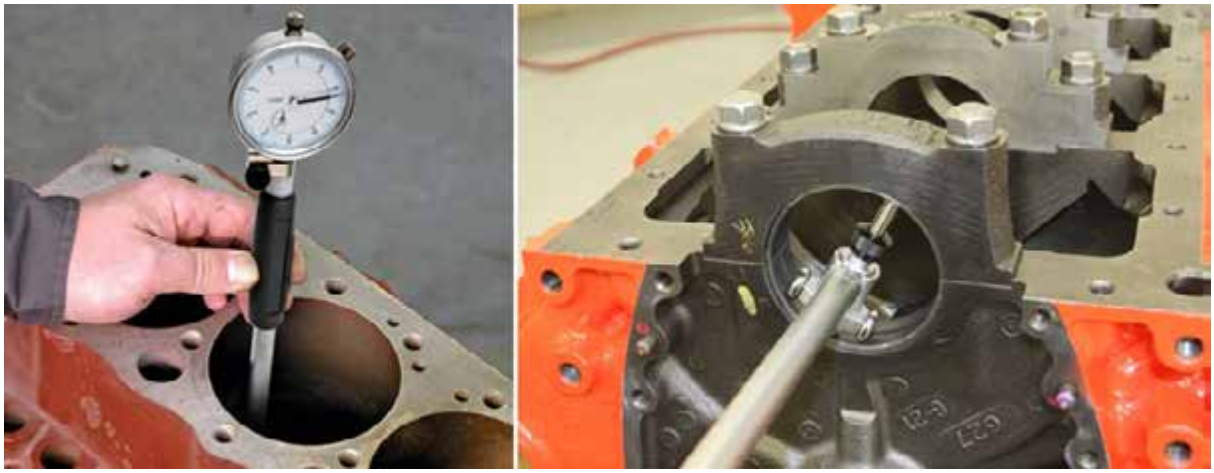


Рисунок 12-25: Циферблатный нутромер используется для проверки отклонения от округлости и конусности цилиндров двигателя, коренных подшипников коленчатого вала и других компонентов двигателя.

Рисунок 12-26: Циферблатный индикатор, который часто называют индикатором часового типа, служит для определения отклонения формы поверхности контролируемого объекта. На циферблатном индикаторе могут быть установлены две передвижные метки толерантности (допуска). Как правило, настройка индикатора производится с помощью концевых мер длины; источник: *Mitutoyo*

для того чтобы измерить конусность и отклонение от округлости, потому что он показывает разницу в размерах цилиндра или отверстия, а не числовой результат измерения.

ЦИФЕРБЛАТНЫЙ ИНДИКАТОР

Для настройки циферблатного индикатора прибегают к помощи набора плоскопараллельных концевых мер длины.
Смотри рисунок 12-26.

С помощью плоскопараллельных концевых мер длины индикатор настаивается на максимально-допустимое отклонение и минимально допустимое отклонение формы объекта. Точность измерений может составлять 0,001 мм, но, как правило, в автомобильном ремонте достаточной точностью формы объекта является точность до 0,01 мм.
Циферблатный индикатор представляет собой прецизионный измерительный прибор, используемый для измерения осевого люфта, биения коленчатого вала и износа направляющей втулки клапана.

Циферблатный индикатор устанавливается одним из трех способов:
Магнитное крепление. Это очень полезный метод, потому что индикатор может быть присоединен к любой стальной или чугунной детали.
Крепление зажимом. Монтаж циферблатного индикатора с помощью зажима можно использовать в тех многих местах, где возможно надежное крепление индикатора к неподвижной детали.
Крепление с помощью резьбового стержня. Использование резьбового стержня позволяет надежно закрепить циферблатный индикатор, как это показано на рис. 12-27.

Рисунок 12-27: Циферблатный индикатор используется для определения величины подъема клапана при форсировании двигателя путем снятия слоя металла с головки цилиндров или палубы блока цилиндров; источник: *Pearson Education, Inc*.

Циферблатные индикаторы часть используются для определения биения рабочей поверхности тормозного диска или тормозного барабана, отклонения формы кулачков распределительного вала, и прочих

видов контрольно-измерительных работ. Кроме того, циферблатный указатель используется для настройки свободного хода валов, устанавливаемых без предварительного натяга подшипников, свободного хода (люфта) в зубчатых соединениях механизмов машин.

УГЛОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛИ

Измерения углового расположения объектов с точностью до ±1° производится с помощью простейшего угломера.
Смотри рисунок 12-28 снизу.

Рисунок 12-28: Угловые измерители позволяют измерить угол между двумя поверхностями, расположенными под углом относительно друг друга.

При измерениях величину угла определяют по транспортиру, представляющему полукруглую шкалу с точно выполненной измерительной поверхностью. Шарнирно-соединенная планка со стрелочным указателем на конце, является второй поверхностью, которую прикладывают к измеряемому объекту.
Для измерения углов с более высокой точностью используют универсальный угломер, оснащенный нониусом.
Смотри рисунок 12-28 сверху.

КРОНЦИРКУЛЬ

Кронциркуль является простейшим средством измерений, не оснащенных собственной шкалой.
Смотри рисунок 12-29.

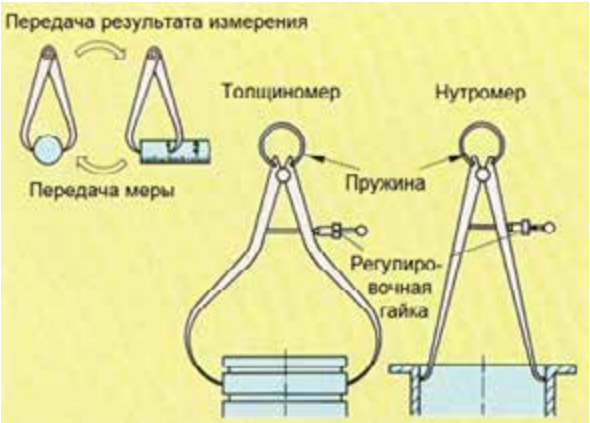


Рисунок 12-29: Кронциркуль даже не оснащен собственной измерительной шкалой. Для передачи результатом измерений растворенные ножки кронциркуля сравнивают со шкалой масштабной линейки; источник: *Westermann.*

Размер объекта определяют переносом кронциркуля от объекта к шкале масштабной линейки, либо производят контроль размера, перенося кронциркуль от шкалы масштабной линейки к измеряемому объекту. Кронциркуль даже не оснащен собственной шкалой измерений.
Существуют кронциркуля для наружных и внутренних измерений. Для более точной настройки измерительный инструмент оснащают спиральной пружиной и регулировочным винтом с малым шагом резьбы. Эти нехитрые дополнения позволяют производить измерения с большей точностью, и гарантирую сохранность положения ножек кронциркуля при переносе кронциркуля к шкале масштабной линейки, или к объекту измерений.

КАЛИБРЫ

Проверка с помощью калибров – это проверка размера деталей без определения численной величины этого размера. Измерительный прибор, используемый для подобной проверки деталей, называется шаблоном или калибром.
При массовом и крупносерийном производствах годность деталей проверяют калибрами. Этими калибрами проверяют размеры гладких цилиндрических, конусных, резьбовых и шлицевых деталей, глубин и высот уступов, длин, а также расположения поверхностей и другие параметры. Посредством калибра наблюдателю представлена возможность провести сравнение заготовки с физически представленным проверяемым размером, что делает проверку быстрой и безошибочной. Процедура контроля с помощью калибра проста, и заключается в умении отличать нормальные границы допустимых размеров от выхода размера за допустимые границы.

Калибры – это измерительные инструменты, не оснащенные измерительной шкалой, и предназначенные для контроля размеров, формы и взаимного расположения поверхностей деталей. Калибры бывают предельные и нормальные.

Предельные калибры ограничивают наибольший и наименьший предельный размер деталей, и позволяют установить находится ли проверяемый размер в пределах допуска. Предельные калибры имеют две стороны: проходную и непроходную.

Принцип контроля следующий:

а) калибр — кольцо и калибр-скоба проходной «ПР» должен проходить по валу под действием собственного веса или усилия не менее 1ньютон.

б) калибр-кольцо и калибр-скоба непроходной «НЕ» не должен проходить по измеряемой детали.

в) калибр-пробка проходной «ПР» должен свободно проходить через отверстие под действием собственного веса или с усилием не менее 1 ньютон.

г) калибр-пробка непроходной «НЕ» не должен входить в отверстие.

д)изделие считается годным, если проходной калибр «ПР» проходит, а непроходной «НЕ» не проходит через изделие.

- Проходным калибром «ПР» называют калибр, контролирующий предельный размер, соответствующий максимально допустимому размеру проверяемого изделия.
- Непроходным калибром «НЕ» называют калибр, контролирующий предельный размер, соответствующий минимально допустимому размеру проверяемого изделия.

Контрольный калибр – это калибр, применяемый для контроля рабочих калибров-скоб.

Нормальные калибры. Нормальными калибрами называют точные шаблоны, которые служат для контроля сложных профилей и изготавливаются по номинальному размеру детали.

К шаблонам относятся угловые, радиусные, галтельные и другие калибры.

- для контроля радиусов вогнутых и выпуклых поверхностей применяют наборы радиусных шаблонов;
- для определения номинального шага резьбы и ее профиля применяют наборы резьбовых калибров;
- для определения величины зазора между плоскостями применяют набор щупов.

НОРМАЛЬНЫЕ КАЛИБРЫ

Нормальными калибрами являются: плоский щуп; калибр для проверки угла заточки сверла; калибр сопловых отверстий; калибр-нутромер; калибр-резьбомер; радиусный шаблон или, как его часто называют, лекальная линейка.

Смотри рисунок 12-30.

Рисунок 12-30: Нормальные калибры.

Плоские щупы и простейшие калибры часто используются для проведения контрольных проверок при оценке технического состояния автомобилей в авторемонтной мастерской. Плоский щуп часто используется для проверки и регулировки клапанного зазора.

ПРЕДЕЛЬНЫЕ КАЛИБРЫ

С помощью предельных калибров проверяется соответствие действительных размеров деталей заданным допускам. Для проверки валов применяется предельный калибр-скоба, а для проверки отверстий используется предельные калибры-пробки. Как и калибр-скоба, так и калибр-пробка имеют две стороны: проходную «ПР», и непроходную «НЕ».

Смотри рисунок 12-31.

Непроходная сторона предельных калибров узнаваема по следующим признакам:

- Маркировка верхнего предельного отклонения для предельной пробки-калибра, и нижнего предельного отклонения для предельной скобы-калибра, наносится на непроходной стороне;
- Непроходная сторона маркирована красным цветом;
- Скошенный край на входе в непроходную сторону скобы-калибра, укороченная измерительная цапфа в предельной пробке-калибре на непроходной стороне.

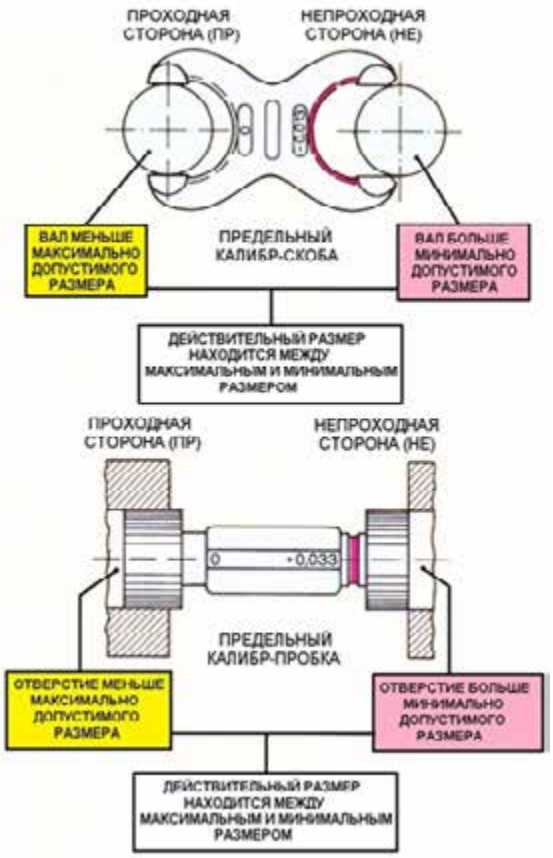


Рисунок 12-31: Предельные калибры: сверху – предельный калибр-скоба; снизу – предельный калибр-пробка; источник: *Westermann.*

РЕМАРКА:

Предельные калибры служат для определения следующей взаимосвязи.

Вал или отверстие являются:

- *меньшими, чем максимально допустимое отклонение размера*
- *большими, чем минимально допустимое отклонение размера.*

Вал, размер которого больше максимально допустимого отклонения размера, как правило, отправляется на доделку, в то время как вал, размер которого меньше минимально допустимого размера, отправляется в брак. Отверстие, диаметр которого меньше минимального допустимого отклонения размера, может быть рассверлено, в то время как отверстие, диаметр которого больше максимально допустимого отклонения размера, делает деталь непригодной ни для эксплуатации, ни для переделки.

ТЕХНИЧЕСКИЙ СОВЕТ:

Предельная скоба-калибр должна скользить по валу её проходной стороной, максимум – под действием собственного веса скобы-калибра. Непроходная сторона не должна заходить на вал.

Предельная пробка-калибр должна скользить своей проходной стороной по стенкам контролируемого отверстия, причем, максимум – под действием собственного веса пробки-калибра. Для непроходной стороны контролируемое отверстие должно быть узким.

ПЛОСКИЙ ЩУП

Плоский щуп (известен также как толщиномер) это точно изготовленная полоска металла, которая используется для определения люфта или зазора между двумя сопрягаемыми компонентами.

Смотри рисунок 12-32.

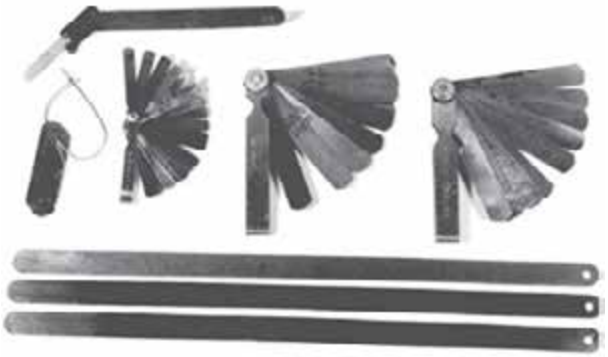


Рисунок 12-32: Наборы щупов используются для определения зазора между двумя сопрягаемыми деталями. Длинные плоские щупы предназначены для измерения зазора между поршнем и стенкой цилиндра; источник: *Pearson Education, Inc*.

Плоский щуп можно использовать для проведения проверки следующих компонентов:

- Зазор в замке поршневого кольца.

Смотри рисунок 12-33.

Рисунок 12-33: Плоский щуп, также называемый толщиномером, служит для измерения небольших зазоров, таких как торцевой зазор в замке поршневого кольца; источник: *Pearson Education, Inc*.

- Боковой зазор между кольцом и стенкой поршневой канавки;
- Боковой зазор между шатуном и щекой коленчатого вала;
- Зазор между поршнем и стенкой цилиндра.

ПОВЕРОЧНАЯ ЛИНЕЙКА

Поверочная линейка (лекальная линейка) представляет собой изготовленную с высокой точностью жесткую измерительную линейку, с помощью которой и наборов плоских щупов проверяется отклонение от

плоской формы механически обработанных деталей. Лекальная линейка используется для проверки плоскостности следующих компонентов:

- Головки цилиндров;

Смотри рисунок 12-34.

Рисунок 12-34: Поверочная линейка вместе с плоским щупом используется для проверки коробления или изогнутости головки цилиндров; источник: *Pearson Education, Inc*.

- Палубы блока цилиндров (поверхности, сопрягаемой с головкой цилиндров);
- Прямолинейности седел главных коренных подшипников.

РАЗМЕТКА

Разметкой называется операция нанесения линий и точек на заготовку, предназначенную для обработки. Очертание линий и точек служит для рабочего границей обработки. Если обрабатываемая деталь будет подвергаться механической обработке режущим инструментом, часто для нанесения будущего контура детали используют кернер, которым отмечают характерные точки на обрабатываемой поверхности, снимая размеры с технологической карты, чертежа или эскиза детали.

Смотри рисунок 12-35.

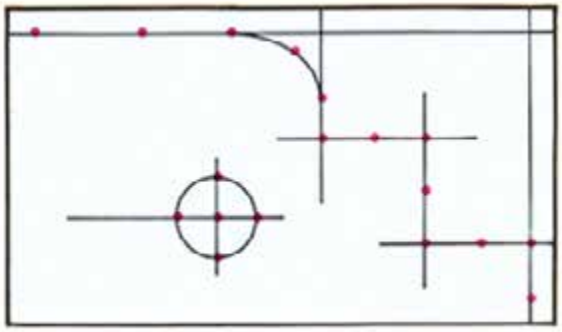


Рисунок 12-35: На линии разметки следует делать разметку кернером, поскольку при механической обработке заготовки размету, нанесенную чертилкой или разметочным лаком все труднее будет обнаруживать; источник: *Westermann*

Характерные точки, нанесенные кернером, соединяют чертилкой, используя стальную масштабную линейку, стальной угольник с пятой (аншлажный угольник), или плоский стальной угольник. Пространственную разметку деталей сложной формы производят на разметочной плите посредством штангенрейсмуса, а на очень большие детали сложной конфигурации разметка наносится с использованием шаблонов.

ПРОЦЕСС РАЗМЕТКИ

Перед нанесением разметки необходимо края заготовки и её плоскости подвергнуть предварительной обработке. Невозможно создать базовую кромку или базовую поверхность, на которую будет наноситься разметка, если с этой поверхности придется сниматься слой металла. Если нанесение риски невозможно, прибегают к разметке с помощью цветового покрытия (разметочного лака). При последующей механической обработке необходимо добиваться, чтобы разметка как можно ближе совпадала с кромкой механической обработки.

РЕМАРКА:

Внимание! Во время механической обработки риска становится все менее заметной!

Контролировать размер становится все труднее, поэтому на линии разметки рекомендуется делать метки кернером, как это показано на рисунке 12-35. Разметка, нанесенная керном, останется заметной, поэтому углубления наносятся на прямых линиях, закруглениях, точках пересечений прямых линий и на переходах от прямых линий к закруглениям.

МЕТОДЫ НАНЕСЕНИЯ РАЗМЕТКИ

Разметку наносят на предварительно обработанную поверхность заготовки с помощью острой чертилки или остриём циркуля.

Смотри рисунок 12-36.

Разметку необходимо производить, приняв за точку отсчета или линии отсчета две предварительно обработанные стороны заготовки и/или точку пересечения этих сторон заготовки. Если на чертеже или эскизе детали Вы видите большое количество закруглений

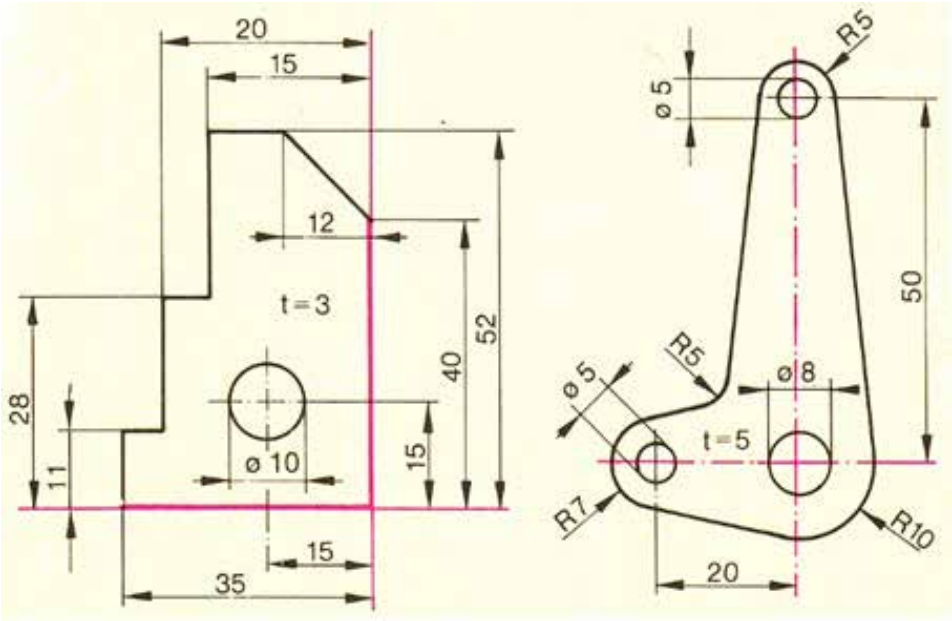


Рисунок 12-36: Перед нанесением разметки, определите базовые точки отсчета, которые могут быть в точке пересечения двух обработанных сторон заготовке или в точке пересечения осевых линий, соединяющих отверстия; источник: *Westermann*

и окружностей, разметку заготовки следует начать с нанесения линии, соединяющей окружности, и точки пересечения осевых линий окружностей. Эту точку пересечений следует считать базовой точкой отсчета. Смотри рисунок 12-37.

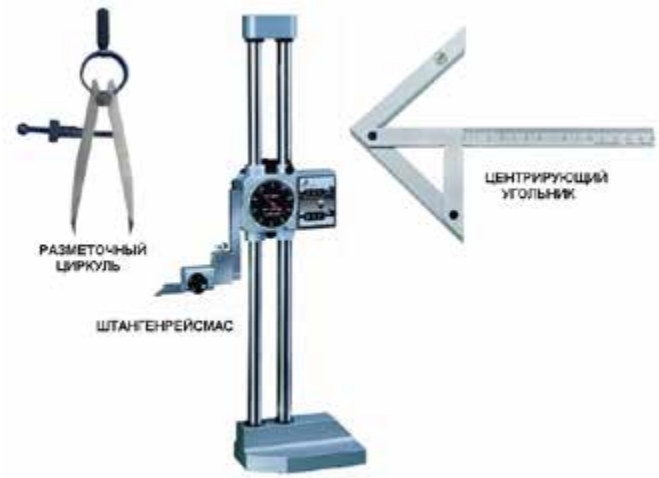


Рисунок 12-37: Инструменты, используемые для нанесения разметок на круглых заготовках, и нахождения центра круга.

Центральную точку круглых заготовок определяют с помощью разметочного циркуля с острыми ножками; с помощью штангенрейсмаса (прибора для измерения высоты) или с помощью центрирующего угольника. Размечаемая заготовка устанавливается на разметочную плиту одной из базовых поверхностей, и с помощью штангенрейсмаса на заготовку наносятся базовые линии разметки.

Штангенрейсмас, или прибор для измерения высоты, используется и для соотнесения высоты оси вращения режущего инструмента металлорежущего станка с осью вала при установке на станину таких деталей, как головка цилиндров или блок цилиндров двигателя.

Краткое изложение изученного материала

РЕМАРКА:

Термины и основные формулировки приведены на двух языках: английском и русском. Конечно же, Вы можете проигнорировать формулировки, приведенные на иностранном языке, однако, повседневная работа потребует знания языков, и часто Вам придется быть один-на-один с Manual Repair, неважно, в бумажном или электронном виде. Поэтому, рекомендуем Вам постепенно набираться опыта в переводе текста «с листа».

Работодатель крайне заинтересован в этом умении. Его не интересует, умеете ли Вы говорить, и понимать устную речь, сможете ли Вы «выжить» за рубежом, не зная языка. Ему важно только Ваше умение читать по-русски английские/немецкие тексты, и безошибочно находить необходимую информацию, установочные и регулировочные параметры, читать и понимать указания производителя транспортного средства.

Термины, которые необходимо знать!

Feeler gauge = Плоский щуп
Sleeve = Втулка (гильза)
Small-hole gauge = Измеритель малых отверстий
Spindle = Шпиндель (здесь: измерительная плоскость микрометра)
Split-ball gauge = Нутромер с разнесенным шариком
Straightedge = Поверочная (лекальная) линейка
Thickness gauge = Толшиномер (плоский щуп)
Thimble = Измерительный винт микрометра

Основные формулировки и расшифровки понятий, применяемых в Главе 12

(англоязычная версия изложения материала позволит Вам подготовиться к сертификации, а преподавателям иностранного языка подобрать тематику занятий, приближенную к изучаемому материалу).

Замечание автора: перевод дан с небольшой литературной обработкой

All units of measure, except for the base units, are a combination of units that are referred to as derived units of measure.	Все единицы измерения, за исключением базовых величин, представляют собой комбинацию единиц, которые называются производными единицами измерения.
The measured quantity is directly measured if the entire length of the measurement object is compared with the meter's built-in measuring scale.	Измеряемая величина определяется непосредственно, если общая длина измеряемого предмета сравнивается с нанесенной на измерительном приборе шкалой измерений.
The Measure is calculated (*indirect measurement. For example*: The installation clearance of the piston)*, after the difference against a known size was measured. Difference measurement: diameter of cylinder (measured) minus piston diameter (set game) is equal to piston installation.*	Измеряемая величина определяется расчётом (косвенное измерение, например, монтажный зазор поршня в гильзе), после того как вычислена разница между известным размером и размером измеренного предмета. Разница измерений: диаметр цилиндра (измеренная величина) минус диаметр поршня (заданное значение) равна зазору при установке поршня в цилиндр.
A tape measure or machinist rule can be used to measure linear distances.	Линейка или механическая рулетка может быть использовано для измерения линейных расстояний.

A micrometer can measure 0.001 inch by using a thimble that has 40 threads per inch. Each rotation of the thimble moves the thimble 0.025 inch. The circumference of the thimble is graduated into 25 marks, each representing 0.001 inch.	Микрометром можно измерить с точностью до 0,001 дюйма с помощью измерительного винта, который имеет 40 нитей на дюйм. Каждый поворот барабана перемещает шпиндель на 0,025 дюйма. На окружности измерительного барабана нанесены 25 знаков, каждый из которых представляет 0,001 дюйма.
A micrometer is used to check the diameter of a crankshaft journal as well as the taper and out-of-round.	Микрометр используется для проверки диаметра коленчатого вала, а также конусности и овальности.
A camshaft bearing and lobe can be measured using a micrometer.	Опорная шейка распределительного вала и его кулачок может быть измерен микрометром.
A telescopic gauge is used with a micrometer to measure the inside of a hole or bore, such as the big end of a connecting rod or a cylinder bore.	Телескопический датчик совместно с микрометром используется для измерения внутренних диаметров отверстия или размеров таких отверстия, как большой конец шатуна или гильза блока цилиндров.
A small-hole gauge (also called a split-ball gauge) is used with a micrometer to measure small holes such as the inside diameter of a valve guide in a cylinder head.	Измеритель малых отверстий (также называемый разнесенный шариковый датчик) используется совместно с микрометром для измерения небольших отверстий, таких как внутренний диаметр направляющей втулки клапана в головке цилиндров.
A vernier dial caliper is used to measure the outside diameter of components such as pistons or crankshaft bearing journals	Шкальный штангенциркуль используется для измерения наружных диаметров деталей, таких как поршни или коренные шейки коленчатого вала.
A feeler gauge (also called a thickness gauge) is used to measure the gap or clearance between two components such as piston ring gap, piston ring side clearance, and connecting rod side clearance. A feeler gauge is also used with a precision straightedge to measure the flatness of blocks and cylinder heads.	Щуп (также называемый толщиномер) предназначен для измерения люфта (свободного хода) или зазора между двумя компонентами, такими как кольцо и боковая поверхность поршневой канавки, щека коленчатого вала и боковой зазор шатуна. Щуп используется также с лекальной линейкой для измерения ровности блоков и головок цилиндров.
A dial indicator and dial bore gauge are used to measure differences in a component such as crankshaft end play (dial indicator) or cylinder taper (dial bore gauge).	Циферблатный индикатор и циферблатный нутромер используются для измерения точности сопряжений, таких как осевой люфт коленчатого вала (стрелочный индикатор) или конусность цилиндра (циферблатный нутромер).

Вопросы и задания для контроля усвоения пройденного материала

РЕМАРКА:

Предложенные Вашему вниманию вопросы и задания рекомендованы преподавателям для оценки Вашей самостоятельной работы с учебным материалом перед началом выполнения лабораторных и практических занятий.

Обдумайте содержание вопросов и попытайтесь дать короткий ответ

1. Приведите несколько примеров непрямых измерений.
2. Объясните сущность понятий «прямое измерение» и «непрямое измерение».
3. Объясните, в чем заключается сущность понятия «измерение»?
4. Назовите как минимум три показывающих измерительных прибора.
5. Опишите процедуру считывания показаний с штангенциркуля, оснащенного 1/10-нониусом.
6. Объясните, почему точность измерения прибором, оснащенного 1/10-нониусом составляет 0,1 мм, а точность измерения прибором, оснащенным 1/20-нониусом, составляет 0,05 мм?

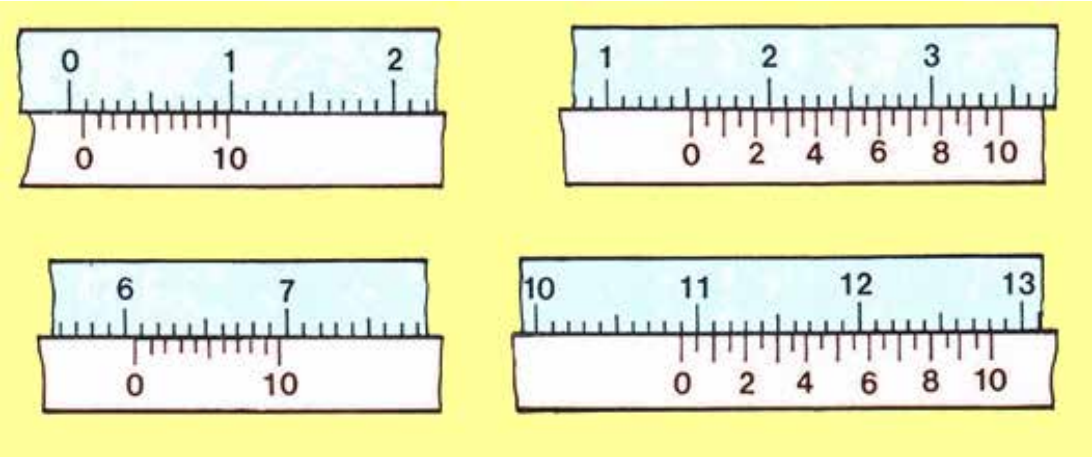


Рисунок 12-38: Примеры считывания результатов измерений к вопросу 10; источник: *Westermann*

7. Определите результат измерения по шкале с нониусом, изображенным на рисунке 12-38.
8. Объясните, почему на ряде микрометров под основной шкалой, нанесенной на цилиндрической части корпуса микрометра, нанесена дополнительная шкала, позволяющая получить результат измерений с точностью до 0,5 мм?
9. Объясните, почему с помощью микрометра можно получить точность измерений 0,01 мм?
10. Опишите процедуру проведения измерений микрометром, оснащенным нониусом. Объясните, на какие факторы следует обратить особое внимание, чтобы получить наиболее точные результаты измерений?
11. Опишите процедуру подсчета показаний, снятых с основной шкалы и нониуса при получении результата 6,77 мм, приведённого на рисунке 12-38.
12. Определите результаты измерений проведенных микрометром, и показанных на рисунке 12-39 a и b. Обоснуйте Ваши размышления.

\13. Левый край измерительного барабана микрометра указывает на результат измерения 57,68 мм (смотри рисунок 12-39c). Вам следует нанести карандашом на рисунок числа на основной, на дополнительной шкале цилиндрической части корпуса микрометра, и на шкале измерительного барабана.
14. Опишите процедуру измерений с помощью кронциркуля?
15. Объясните основное отличие процедуры измерений с помощью калибров и шаблонов от процедуры измерений с помощью шкальных измерительных приборов?

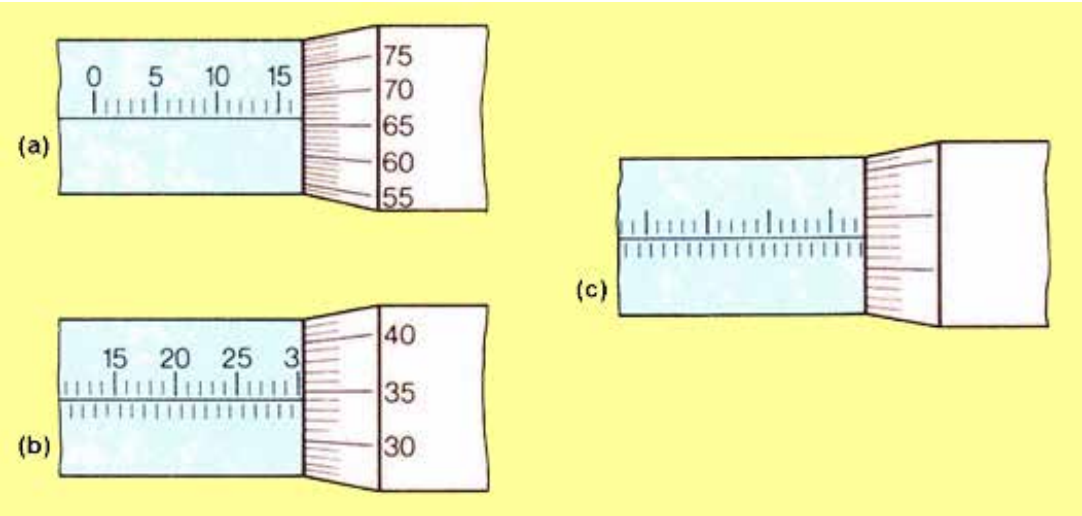


Рисунок 12-39: Примеры результатов измерений, произведенных микрометром.

16. Опишите процедуры измерений с помощью предельной скобы-калибра и с помощью предельной пробки-калибра.
17. Опишите процедуру нанесения разметки по имеющимся в наличии эскизам или чертежам детали.
18. Объясните, с какой целью на линях разметки рекомендуют наносить углубления кернером. Обозначьте основные точки, которые обязательно следует отметить кернером.
19. Объясните принцип выбора базовых поверхностей и базовых линий при нанесении разметки на заготовку.

Изучите и отметьте только те из приведенных рассуждений, которые Вы сочтете верными.

1. Отметьте одно НЕВЕРНОЕ на Ваш взгляд утверждение.

Параллаксом называется…

A	…неверное расположение глаза наблюдателя относительно измеряемой поверхности и измерительного инструмента	
B	…неточность прилегания губок штангенциркуля, вызванная отсутствие параллельности между двумя измеряемыми поверхностями	
C	…нанесенная на подвижной рамке штангенциркуля дополнительная шкала, штрихи которой не совпадают со штрихами основной разметкой шкалы	
D	…точность изготовления измерительных поверхностей микрометра, образованные неподвижной частью скобы и подвижной частью шпинделя	

2. Происходит обсуждение правил проведения измерений штангенциркулем.

Техник А утверждает, что точность измерений штангенциркулем зависит от типа нониуса. Так нониус 1/20 обеспечит возможность измерения с точностью до 0,05 мм, в то время как нониус 1/10 может обеспечить точность измерения до 0,01 мм.

Техник В утверждает, что от типа нониуса штангенциркуля точность измерений не зависит, но нониус 1/20 позволяет работать с инструментом человеку, с пониженной остротой зрения.

Кто из техников высказывает более правильное утверждение?

Только техник А			Оба правы, и техник А, и техник В	
Только техник В			Оба неправы, ни техник А, ни техник В	

3. При проверке коренных и шатунных шеек коленчатого вала на конусность должно быть проведено измерение, по крайней мере, в…

A	…двух точках, равноудаленных от противоположных щёк шейки коленчатого вала	
B	...трех направлениях под углом 120° относительно друг друга	
C	…одной точке, соответствующей наибольшему износу шейки коленчатого вала	
D	…шести точках, равноудаленных от противоположных щёк шейки коленчатого вала и трех направлениях под углом 120° относительно друг друга	

4. Для проверки шеек коленчатого вала на овальность, шейка должна быть измерена, по крайней мере, в

A	…двух точках, равноудаленных от противоположных щёк шейки коленчатого вала	
B	...трех направлениях под углом 120° относительно друг друга	
C	…одной точке, соответствующей наибольшему износу шейки коленчатого вала	
D	…шести точках, равноудаленных от противоположных щёк шейки коленчатого вала и трех направлениях под углом 120° относительно друг друга	

5. Телескопический датчик может быть использован для измерения диаметра цилиндра. Укажите, какой измерительный прибор должен дополнительно использоваться, чтобы с достаточной точностью получить результаты измерений?

A	Плоский щуп	
B	Штангенциркуль	
C	Кронциркуль	
D	Микрометр	

6. Для того, чтобы напрямую измерить диаметр направляющей втулки клапана в головке цилиндров, используя микрометр и…

A	…телескопический датчик (нутромер)	
B	…набор плоских щупов	
C	…измеритель с разнесенным шариком	
D	…кронциркуль	

7. Укажите, какие из нижеперечисленных параметров НЕ МОГУТ быть измерены с помощью щупа?

A	Зазор направляющей втулки клапана	
B	Зазор поршневого кольца	
C	Боковой зазор поршневого кольца	
D	Боковой зазор нижней головки шатуна	

8. Укажите, какие из нижеследующих параметров НЕ МОГУТ быть измерены, используя поверочную линейку и щуп?

A	Плоскостность головки цилиндров	
B	Плоскостность палубы блока цилиндров	
C	Соосность седел коренных подшипников	
D	Прямолинейность стенок гильзы цилинра	

9. Два техника обсуждают возможность использования микрометра для проведения измерений с точностью до 0,001 мм.

Техник А утверждает, что возможностью измерения с точностью до одного микрона обладают все без исключения микрометры.

Техник В утверждает, что возможностью измерения с точностью до одного микрона обладают микромеры, на измерительном барабане которого нанесен нониус.

Кто из техников высказывает более правильное утверждение?

Только техник А			Оба правы, и техник А, и техник В	
Только техник В			Оба неправы, ни техник А, ни техник В	

10. Отметьте только один НЕВЕРНЫЙ вариант приведенного утверждения.

A	Проходная сторона предельного калибра обозначена скошенным краем скобы.	
B	Непроходная сторона пробки-калибра выполнена укороченной в сравнении с проходной стороной	
C	Непроходная сторона пробки-калибра маркирована красным цветом	
D	Непроходная сторона скобы-калибра маркирована красным цветом.	

Материалы перевел, актуализировал и подготовил к публикации Дмитрий Титаренко

В основу положены следующие материалы:

1. Учебник *James D. Halderman Principles, Diagnosis, and Service, 2012, Pearson Education, Inc*.
2. *Petr Gerdik, Detkef Bruhn, Dietmar Danner, Leonhard Endruschat, Jürgen Göbert, Heinrich Gross, Detlef Lommol; Kraftfahrzeugtechnik; Westermann*, 2004