

Глубоко задумавшись о глубиномерах



Джордж Шютц, директор компании Mahr Federal по ручным средствам измерений

Глубиномеры относятся к самым простым средствам измерений, и, как правило, состоят из отсчетного устройства, закрепленного на опорной планке или пластине. Хотя они могут быть достаточно простыми, глубиномеры используются для решения тысяч чрезвычайно важных измерительных задач в гладких и ступенчатых отверстиях, канавках и углублениях, а также для измерения высоты или положения некоторых геометрических элементов. Они особенно распространены в инструментальном производстве. Как и другие ручные инструменты, глубиномеры претерпели постепенное изменение от механических шкал до высокоточных цифровых приборов.

Первые глубиномеры состояли из простой линейки с перпендикулярной ей скользящей штангой в качестве опорного элемента. Шкала помещалась прямо в отверстие, и подвижная рамка устанавливалась под прямым углом к опорной поверхности. После этого глубина отверстия считывалась непосредственно со шкалы. Это было простым инструментом, требующим трезвого расчета со стороны оператора и надлежащей техники измерений.

Штангенглубиномеры и глубиномеры микрометрические

Так как требования к более высокой разрешающей способности и точности возрастали, эти приборы первого поколения были большей частью заменены на штангенглубиномеры и микрометрические глубиномеры. С годами эти базовые ноу-хаусы и микрометрические приборы в свою очередь породили множество ответвлений, которые и делают обычные измерения глубины довольно легкими.

Когда появились ноу-хаусы штангенциркули, кому-то пришла идея присоединить к рамке стержень или шток. И неожиданно базовый штангенциркуль расширил свои измерительные возможности, добавив глубину к своему арсеналу наружных и внутренних размеров и расстояний.

Подвижный стержень служил как длинный щуп, который достаточно легко производил измерения глубины малых отверстий. Однако стержень был настолько малым в диаметре

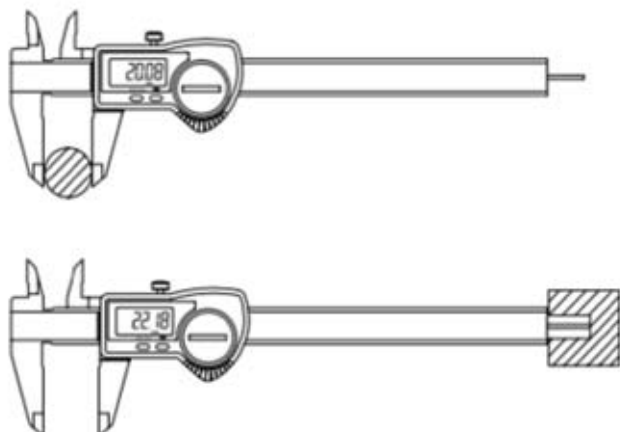


Пневмоизмерения являются идеальным способом проверки конусности деталей, потому что пневмокалибр изготавливается близким по форме к сопрягаемой детали. Он сравнивает отклонения детали от идеального состояния

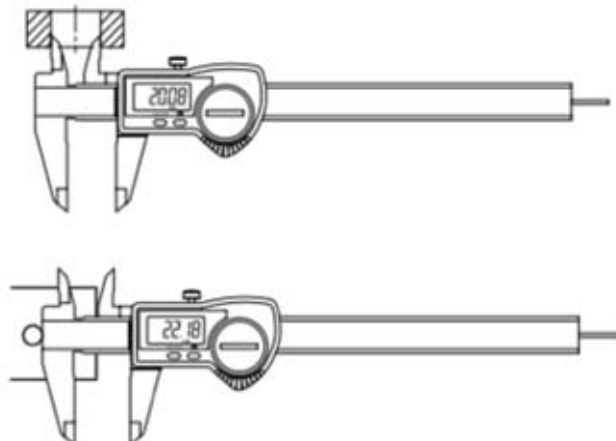
и настолько длинным, что в некоторых случаях он обнаруживал излишнюю гибкость, что могло отражаться на измерениях. Была добавлена другая возможность: исполнение стержня глубиномера, который имел более сложную конструкцию и предлагал более жесткое решение. Проблема была в том, что база – торцевая поверхность самого штангенциркуля – была узкой и неустойчивой опорой. Поэтому, как и собственно штангенциркули, данные глубиномеры являются измерительными приборами, обладающими достаточно низкой точностью и большой степенью влияния оператора.

Для борьбы с этим слабым местом была разработана новая серия цифрового штангенинструмента, предназначенного специально для измерения глубины. Применялся тот же принцип использования рамки для измерения глубины, но рамка была преобразована в широкую опору. Это обеспечило намного более устойчивое основание для измерений.

Безусловно не все отверстия, пазы и канавки выполняются одинаковыми. Поэтому существует множество различных



Базовый штангенциркуль расширил свои измерительные возможности, добавив глубину к своему арсеналу наружных и внутренних размеров и расстояний



размеров и глубин, и множество исполнений удлинителей рамки и наконечников для доступа в самые малые отверстия. Возможно использование наконечников, расположенных под углом, для измерения внутренней поверхности канавки с использованием крюкообразного наконечника.

Для обеспечения надежных измерений с помощью любого глубиномера важно придерживаться некоторых основных правил: убедитесь, что штанга или отсчетная часть чистая, ровная и свободная от заусениц. Держите ручное средство измерений ровно, чтобы рабочая часть была перпендикулярна опорной поверхности. Любое отклонение рабочей части от прямого угла приводит к погрешности. При недостаточной внимательности, можно проводить измерения по гипотенузе треугольника вместо действительной глубины отверстия.

Следующий после штангенинструмента уровень точности принадлежит микрометрическому инструменту. Используя ту же самую концепцию и тот же тип наконечников и принадлежностей, микрометр также может быть превращен в очень функциональную измерительную систему для отверстий и глубины канавок.

Индикаторные глубиномеры

В то время, как нониусный и микрометрический инструмент остается в широком использовании, индикаторные глубиномеры обеспечивают еще более высокие уровни точности, а также более высокую скорость работы и меньшую зависимость от квалификации оператора. Также, как почти для всех индикаторных средств измерений, глубиномеры могут легко модифицироваться в соответствии с особенностями их применения, в первую очередь, чтобы производить большой объем измерений за более короткое время. Глубиномеры могут оснащаться отсчетными устройствами, наконечниками и основаниями различного типа.

Самый простой и распространенный глубиномер имеет плоское основание или опору, измерительный стержень, который втягивается в основание, и сферический наконечник. Это абсолютное средство измерений, измеряющее полную глубину конструктивного элемента от нуля до максимального значения диапазона измерений индикатора. Установочной меры не требуется: для обнуления средства измерений необходимо просто поставить его основание на прецизионную плоскую поверхность.

Могут использоваться различные наконечники для того, чтобы приспособить средство измерений для решения специальных измерительных задач. Например, путем замены стандарт-

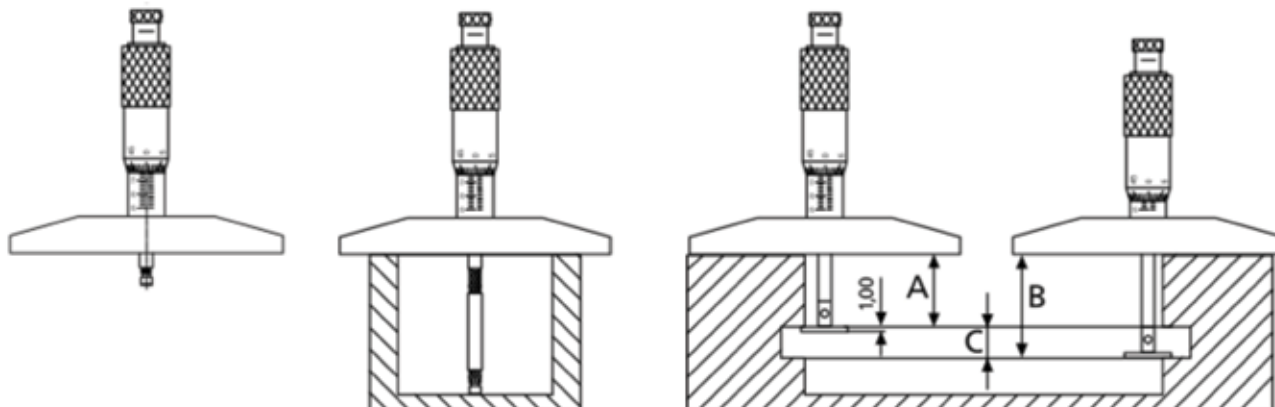


Существует множество различных размеров и глубин, и множество исполнений удлинителей рамки и наконечников для доступа в самые малые отверстия

ного сферического наконечника на игольчатый наконечник, появляется возможность измерять раковины на поверхности, малые отверстия и углубления, а также глубину гравировки.

Прибор может дополняться удлиненными наконечниками для измерения большей глубины, или для преобразования абсолютного средства измерений в средство измерений методом сравнения. Такое средство измерений может настраиваться с помощью концевых мер длины путем фиксации одного края основания плотно к блоку КМД с измерительным стержнем прибора, расположенным максимально близко к блоку, но без наложения. Однако специальные меры глубины более быстрые и более надежные и, поэтому, более практичные для применения в производственных измерениях.

Специальные основания также могут повысить эффективность измерений. Раззенкованные отверстия легче измерять, если индикатор будет смещен от центральной линии основания. V-образные основания полезны для измерительных задач, где стандартное плоское основание может не сочетаться со способностью оператора поместить игольчатый наконечник в мелкий конструктивный элемент, такой как раковину или выгравированную линию. V-образное основание обеспечивает более широкий угол обзора, но все еще имеет узкую «плоскость» на нижней поверхности, помогающую сориентировать средство измерений перпендикулярно поверхности детали. Первый совет пользователя V-образного основания на поверхности детали: поместить наконечник в конструктивный элемент, затем «покрыть» прибор в вертикальном положении пока он не обопрется на свою плоскость.



Следующий после штангенинструмента уровень точности принадлежит микрометрическому инструменту. Используя ту же самую концепцию и тот же тип наконечников и принадлежностей, микрометр также может быть превращен в очень функциональную измерительную систему для отверстий и глубины канавок



Специальные меры глубины более быстрые и более надежные и, поэтому, более практичные для применения в производственных измерениях



V-образное основание обеспечивает более широкий угол обзора, но все еще имеет узкую «плоскость» на нижней поверхности, помогающую сориентировать средство измерений перпендикулярно поверхности детали



Измерительная установка используется для однокоординатных измерений в вертикальном направлении и, поэтому, используется в основном для определения диаметров и расстояний между точками на измеряемой детали

Могут быть легко сконструированы специальные опоры, соответствующие форме детали, например, аэрозольный баллон. Эта деталь, находящаяся в буквальном смысле под давлением, и поэтому более подвержена потенциальным повреждениям, чем большинство емкостей. Глубина канавки отогнутой кромки – это чрезвычайно важный размер, влияющий на качество детали, и который должен внимательно контролироваться. Глубиномеры, разработанные для решения этой задачи, со специальным основанием, плотно опирающимся на верхнюю поверхность банки, оказались в десять раз быстрее в использовании, чем универсальные штангенглубиномеры.

Настольные приборы и другие дополнительные возможности

Все описанные выше приборы портативного или ручного исполнения, которые предполагают, что средство измерений доставляется к измеряемой детали. Однако, зачастую удобнее принести деталь к средству измерений, особенно если деталь небольшая. Настольные глубиномеры по существу превращают портативное средство измерений и обеспечивают широкую плоскую опорную поверхность, практически стол, на который можно положить деталь и манипулировать ею. С помощью данного средства измерений детали также могут быть «исследованы» на отклонение от плоскостности путем перемещения детали на столе.

Пользователи также могут выбирать тип индикатора. Индикаторы с большим диапазоном и указателем числа оборотов могут измерять длину от 0 до нескольких дюймов (1 дюйм = 25,4 мм – прим. переводчика). Специальные циферблаты индикаторов могут быть разработаны для «стоп-сигнального» измерения, с зеленым, желтым и красным сегментами для быстрого оповещения о годных, близких к пределу и находящихся вне поля допуска деталях. Индикаторы с «толкающим» перемещением (в данных индикаторах пружина измерительного усилия заменена на статическую нагрузку – прим. переводчика) позволяют пользователям более надежно располагать наконечник на измеряемой детали, чем это возможно с помощью обычных «подпружиненных» индикаторов. Средства измерений также могут оснащаться цифровыми электронными индикаторами, обеспечивающими возможности динамических измерений (таких, как, например, автоматическая фиксация максимального или минимального отсчета) и вывод данных.

Измерение глубины с помощью высотомера

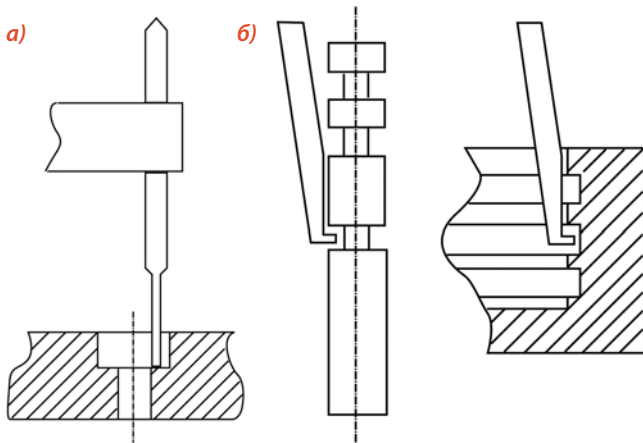
Учитывая большой диапазон перемещения высотометров, они могут представляться массивными штангенциркулями, но обладающими точностью, намного превышающей настольные измерительные системы. Кроме того, цифровые высотометры обладают высочайшей гибкостью и способны быстро и надежно выполнить широкий диапазон измерительных задач. Цифровые высотометры состоят из опорной плиты, установки для измерения высоты и устройства управления, оценки и вывода результатов на индикацию. Измерительная установка используется для однокоординатных измерений в вертикальном направлении и, поэтому, используется в основном для определения диаметров и расстояний между точками на измеряемой детали. С надлежащим набором наконечников данный прибор представляют собой быстрый и надежный способ измерения глубины.

Можно было бы подумать, что измерять глубину этими средствами измерений, способными производить измерения до 1000 мм/40", было бы несколько чересчур, учитывая мощность этих систем. Но в действительности большинство высотометров используется для измерений, попадающих в диапазон 300 мм/12", как раз в то место, куда обычно попадает большинство требований наших глубиномеров.

Обычно высотометр оснащается многофункциональным шариковым наконечником. Это идеально для измерения высот, расстояний и диаметров, но не подходит для измерения глубины. Для глубины должен использоваться прямоугольный щуп, предпочтительно оснащенный регулируемым наконечником, который может устанавливаться на разной глубине.

В начале использования наконечник фиксируется в держателе и обнуляется. Но он обнуляется не на опорной плите, как это обычно делается, а на верхней поверхности детали. Затем высотометр перемещает наконечник в отверстие до соприкосновения с измеряемой поверхностью. Так как высотометр был установлен в нуль на базовой поверхности, он произведет непосредственный отсчет глубины отверстия.

Также можно использовать другие щупы с крюкообразными наконечниками, благодаря чему может быть измерена глубина верхней поверхности канавок относительно верхней поверхности детали.



В начале использования наконечник фиксируется в держателе и обнуляется. Но он обнуляется не на опорной плите, как это обычно делается, а на верхней поверхности детали. Затем вышотомер перемещает наконечник в отверстие до соприкосновения с измеряемой поверхностью (а). Так как вышотомер был установлен в ноль на базовой поверхности, он произведет непосредственный отсчет глубины отверстия. Также можно использовать другие щупы с крюкообразными наконечниками, аналогичными изображенным на рис. (б)

Когда глубина – это диаметр

Когда необходимо измерить конусы, такие как, например, использующиеся в металлорежущих станках и устройствах зажима инструмента, идея измерения глубины – это, возможно, не первое, что приходит в голову. Но с помощью измерения глубины мы можем получить довольно хорошее представление, подходит ли оправка к своему шпинделю или нет.

Пневмоизмерения являются идеальным способом проверки конусности таких деталей. Так как пневмокалибр изготавливается близким по форме к сопрягаемой детали, он сравнивает отклонения детали от идеального состояния. Для некоторых измерительных задач важно контролировать только конусность, тогда как для других также важно одновременно измерять и диаметры детали.

Когда необходимо проконтролировать только угол конуса, применяются пневмокалибры конусной конструкции. Принцип работы таких пневмокалибров в точности соответствует своему названию. Это коническая оснастка, оснащенная двумя рядами пневматических сопел, которые измеряют диаметры конуса, отстоящие на известном расстоянии. Так как опорная поверхность отсутствует, пневмокалибр заходит в деталь настолько, насколько это возможно. Если зазор между двумя диаметрами одинаковый, это означает, что конус детали соответствует конусу пневмокалибра. Если угол конуса отличается, отсчетное устройство «увидит» отклонение двух диаметров, означающее неправильный угол конуса.

Иногда также важно измерять два диаметра для того, чтобы определить, насколько глубоко входят детали друг в друга. Например, оправка, имеющая отклонение меньше допустимого, может иметь слишком большой зазор между сопрягаемыми частями, в результате режущий инструмент может



расфиксироваться под действием обработки. При этом превышение допустимого размера препятствовало бы тому, чтобы инструмент достигал опорной поверхности. Это могло бы потенциально привести к некорректному размеру детали после обработки. Пневматическая оснастка для этой задачи называется пневмокалибром с «посадкой с гарантированным зазором», так как в конструкцию включен опорный элемент. С помощью опорного элемента та же пневматическая пробка с двумя рядами сопел может измерять конус и два диаметра в необходимом сечении.

Однако существует гибридный тип пневмокалибров и глубиномера. Используя стандартную коническую пневмопробку и встроенный глубиномер для измерения глубины входа пневмопробки в сопрягаемый конус, можно сделать заключение о размерах конуса. Если угол конуса совпадает, а диаметры несколько больше, то пневмопробка войдет дальше в отверстие. Если диаметры меньше, то глубина входа будет меньше. Используя для этих измерений глубиномер, оператор получает информацию об относительном размере конуса.

Обычно в качестве глубиномера используется измерительная головка для индикации глубины входа пробки в конус. Если измерительную головку заменить индуктивным щупом и показывающим прибором, который может использовать пневмопробку для измерения угла и глубины оснастки, может быть выполнено вычисление полного размера.

Не важно, где необходимо измерять глубину: на внутренних, наружных или линейных размерах, существует большой выбор средств измерений с различными техническими характеристиками. Выбор, как всегда, диктуется многочисленными факторами, включая скорость, навыки оператора, допуски, бюджет и простоту использования. Выбор правильного средства измерений для данной задачи требует многих глубоких размышлений.

Статья опубликована на английском языке в журнале Quality, November 2014 (<http://www.qualitymag.com>).

Перевод на русский Представительство Mahr GmbH в России

Представительство Mahr GmbH в России

Москва, Большая Очаковская ул., д. 47А, Бизнес-центр «Очаково»

Контакты: Москва +7 925 048 2950, E-mail: igor.lutsenko@mahr.com

Екатеринбург +7 922 168 1969, E-mail: oleg.lebedenko@mahr.com

Санкт-Петербург +7 921 331 0503 E-mail: sergey.bolshakov@mahr.com

Рыбинск +7 930 117 7133 E-mail: nikolai.sinitcyn@mahr.com

Mahr



www.mahr.com