

# Совершенствование процесса измерений с помощью высотомера

Качество результата зависит от прибора и тщательности, с которой оператор выполняет свою работу.

Джордж Шютц, директор компании Mahr Federal по ручным средствам измерений

Потребность в измерителях высоты с большим диапазоном измерений появилась в то время, когда разметка стала принципиальным требованием механического цеха. Первый шаг в производственном процессе – разметка детали путем переноса чертежа или шаблона на деталь. Обычные инструменты для разметки включают поверочную плиту, разметочное приспособление или механический индикатор и измеритель высоты с большим диапазоном измерений.

Для большинства методов контроля поверочная плита обеспечивает плоскость начала отсчета для детали и высотомера. Высотомеры используются для задания определенной высоты и нанесения разметки на деталь, или для измерения детали после механической обработки.

Высотомер основывается на концепции обычного штангенциркуля, за исключением того, что он опирается на массивное основание, обеспечивающее перпендикулярность шкалы и опорной поверхности. Первоначально, при использовании для разметки, высотомеры оснащались скошенным острием на подвижной пятке, которое иногда использовалась для маркировки или разметки деталей, или, при установке отсчета высоты относительно базовой поверхности, разметочный наконечник использовался для поиска высотных параметров детали и вывода их на индикацию прибора. Сегодня высотомеры – это приборы, действительно разработанные для того, что предполагает их название – измерять высоту, но также диаметры, расстояния и даже характеристики окружности центров отверстий под болты. Теперь вместо скошенного острия используется семейство сменных наконечников с широкой гаммой диаметров и форм, даже изогнутой формы для доступа практически к любым характерным особенностям деталей.

## Типы высотомеров

Существуют три основных типа высотомеров. Классический штангенрейсмас известен около 100 лет и до сих пор используется теми операторами-станочниками, которые чувствуют себя уверенно, отсчитывая деления, чтобы убедиться, что их отсчет правильный. Высотомер с круговой шкалой использует механический индикатор для определения измеряемой высоты. И самое последнее дополнение – это высотомеры с цифровым отсчетным устройством, которые позволяют производить прямые отсчеты высоты и устанавливать нулевую точку отсчета в местах, отличных от плоскости поверочной плиты. Добавьте



Высотомеры особенно восприимчивы к температуре. Касаться измерительного прибора только в местах, предназначенных для этих целей: ручки, пластина для опоры рукой, или выключатель для включения воздушных подшипников. Не касайтесь других элементов измерительной цепи.

небольшой контроллер на базе ЭВМ, и можно будет контролировать любые параметры, создавать программы и анализировать данные.

Цифровые высотомеры могут иметь размеры до 1000 мм и обычно содержат маховичок скоростного привода или электромотор, обеспечивающий быстрое перемещение при разметке или измерениях. Некоторые модели имеют привод быстрой перестановки, который позволяет перемещать точку замера непосредственно в место проведения измерений.

## Настройка измерений

Использовать ручной высотомер достаточно просто. При первой установке высотомера на рабочее место необходимо выполнить два важнейших исходных условия. Первое – это начало отсчета измерительной системы. В автоматизированных высотомерах это происходит автоматически всякий раз при включении

прибора. Приборы с ручным приводом перед использованием должны устанавливаться на нуль на гранитной плите. Прибор с электроприводом автоматически перемещается вниз до соприкосновения с поверхностью для установки своей нулевой точки. Неплохо практиковать эту программу установки нулевой точки прибора во второй раз только для того, чтобы убедиться, что загрязнения или другие нарушения нормального функционирования не повлияли на базу отсчета. В связи с тем, что данная база отсчета является чрезвычайно важной для всех ваших будущих измерений, она, безусловно, стоит потраченного на нее времени и усилий.

Другое важное исходное условие – корректировка диаметра шарика измерительного наконечника. Если высотмер используется для измерений длины при перемещении наконечника только вниз, диаметр наконечника не важен. Точка соприкосновения наконечника будет та же, что и при установке на нуль. Но при измерениях канавок, диаметров или расположения отверстий, когда используется перемещение наконечника вверх, диаметр шарика должен быть известен и принят в расчет.

Диаметр шарика наконечника, конечно, задан техническими условиями, но всегда есть определенная степень отклонения. Действительный диаметр шарика должен добавляться к любому размеру, измеренному в направлении вверх.

На высотмерах, имеющих систему электронного управления, измерение этого размера может входить в программу установки прибора, и затем данный размер автоматически включается во все измерения. Этот автоматизированный процесс использует приспособление, поставляющееся в комплекте с прибором, либо такой образец может быть смоделирован с помощью пары концевых мер длины. Приспособление устанавливает плоскость, которая измеряется прибором с двух направлений. Прибор фиксирует разницу между двумя измерениями и вычисляет ее как диаметр шарика.

Такая же процедура проверки с помощью концевых мер длины может быть выполнена вручную на полностью ручных приборах, либо диаметр шарика демонтированного наконечника может быть измерен с помощью микрометра. Также как и установка на нуль, эта процедура должна быть выполнена неоднократно. Многие приборы выполняют эту повторную проверку автоматически и отклоняют отсчет диаметра шарика, если он не обеспечивает повторяемость, заданную в определенных пределах.

Невыполнение перепроверки диаметра шарика при смене наконечника может стать смертельным просчетом. Переход с наконечника с 10-миллиметровым шариком на 5-миллиметровый имел бы катастрофические последствия, если бы это не было учтено.

### Выполнение измерения

Теперь вы готовы начать выполнять измерения. Для ручного средства измерений просто передвиньте измерительный наконечник на заданную высоту и обеспечьте контакт с измеряемой поверхностью. Если измеряемая деталь небольшая, легче ее принести к средству измерений, но если средство измерений лег-



Некоторые модели имеют привод быстрой перестановки, который позволяет перемещать точку замера непосредственно в место проведения измерений.

че, принесите его к детали. Аналоговый циферблат или цифровое отсчетное устройство выдаст вам высоту, которую вы ищете.

Для новых цифровых приборов с электроприводом это функция, которая вызывается простым нажатием клавиши, при этом процесс измерений аналогичен ручному прибору. Клавиша на контроллере высотмера отдает команду измерительному наконечнику двигаться вниз к поверочной плите для установки показаний на нуль. (Существуют некоторые другие сопутствующие параметры установки, которые настраивают скорость касания, время стабилизации и измерительное усилие, помогающие обеспечить повторяемость установки на нуль и измерений). При готовности к измерениям задайте высоту базы отсчета относительно нулевой точки, передвиньте измерительную каретку к детали и нажмите клавишу измерения высоты, обеспечивающую перемещение наконечника сверху вниз. Электропривод обеспечит контакт с поверхностью, измерение будет выполнено и выведено на индикацию.

Однако для современных высотмеров это только начало измерительных возможностей. После того, как из-



При готовности к измерениям задайте высоту базы отсчета относительно нулевой точки, передвиньте измерительную каретку к детали и нажмите клавишу измерения высоты, обеспечивающую перемещение наконечника сверху вниз. Электропривод обеспечит контакт с поверхностью, измерение будет выполнено и выведено на индикацию.

мерения сделаны, они сохраняются и от определения высот, средних точек, диаметров и их взаимного расположения вас отделяет лишь одно касание клавиши. Кроме того автоматизация высотомеров с цифровым управлением и электроприводом ускоряет процесс измерений и обеспечивает все более высокую повторяемость измерений, исключая оператора из измерительного цикла.

### Источники ошибок

Независимо от типа все высотомеры имеют одну и ту же присущую им проблему: они измеряют высоту. И чем больше высотомер, тем больше потенциальная проблема.

Проблема не в самой высоте, а в отношении высоты к основанию. Подобно рычагу: чем длиннее рычаг, тем больше умножается сила. Для высотомеров это может быть проблемой не только из-за погрешностей самого средства измерений, но и из-за ошибок установки. С высотой они усиливаются и потенциально могут исказить тщательно спланированное сравнительное измерение.

Главная ошибка конструкции высотомеров – это ис-



После того, как измерения сделаны, они сохраняются и от определения высот, средних точек, диаметров и их взаимного расположения вас отделяет лишь одно касание клавиши. Кроме того автоматизация высотомеров с цифровым управлением и электроприводом ускоряет процесс измерений и обеспечивает все более высокую повторяемость измерений, исключая оператора из измерительного цикла.

пользование конструкции, которая предназначена для измерения 300 мм и простого удлинения стойки для измерения 1000 мм без изменения конструкции основания или поперечного сечения измерительной стойки. То, что в этом случае естественно происходит – это склонность прибора к колебаниям и деформации. Хотя вы можете не увидеть колебание в 0,025 мм, это может стать существенной частью поля допуска и непременно повлияет на измерения.

Естественный шаг в попытке улучшить характеристики средства измерений – усилить колонку, чтобы уменьшить прогиб стойки. Однако это только частичное улучшение, так как данное средство измерений может иметь тенденцию к смещению центра тяжести в верхнюю часть. То, что необходимо сделать – это удлинить и расширить основание и увеличить его массу. Уменьшение отношения размеров стойки к основанию существенно улучшит характеристики.

Так как высотомер используется в сочетании с поворотной плитой, он всегда хорош настолько же, насколько хороша плита, обеспечивающая базу отсчета для детали и средства измерений. Многие плиты содержатся в хорошем и незагрязненном состоянии, но другие могут оказаться не такими чистыми, как они выглядят на первый взгляд. Небольшая металлическая стружка и даже волос, которые практически невозможно увидеть, могут отбросить измерения на 0,5 мм на высоте всего 250 мм. Вслед за загрязнениями, ключевую роль в характеристиках средства измерений будет играть реальная поверхность гранитной поворотной плиты. Любой небольшой дефект поверхности между местом расположения детали и прибора, будет усилен высотой измерения. Поворотная плита может иметь характеристики плоскостности около 1 микронметра. Если длина плиты 150 мм, то ошибка в 1 мкм могла бы вырасти до значений, превышающих 7,5 мкм на высоте 900 мм или еще более, если плита не соответствует своим техническим характеристикам.

### Улучшение результатов измерений

Как и для любых измерений, качество результата зависит от измерительного прибора и тщательности, с которой оператор выполняет измерения. Высотомеры, например, чаще всего используют часть своего диапазона измерений до 300 мм (12 дюймов). В любых системах измерения длины точность ухудшается, чем дальше вы перемещаетесь от начала отсчета. При измерениях на верхнем краю шкалы прибора характеристики могут быть улучшены путем обнуления на концевой мере длины 300 мм, другими словами возможно ближе к середине диапазона работы прибора с конкретной измеряемой деталью.

Также высотомеры особенно восприимчивы к температуре. Таким образом, любой нагрев, передающийся элементам измерительной цепи (поворотной плите, измеряемой детали, высотомеру, наконечнику), может вызвать локальное температурное расширение и, следовательно, погрешность измерений. Для этой цели:

- Касайтесь измерительного прибора только в местах, предназначенных для этих целей: ручки, пластина для опоры рукой, или выключатель для включения воз-

душных подшипников. Не касайтесь других элементов измерительной цепи.

- Не располагайте средство измерений в местах, где есть вероятность воздействия сквозняков или прямого солнечного света.

- Не устанавливайте измерительную систему вблизи батарей отопления.

- Не касайтесь измеряемой детали руками непосредственно перед измерениями. Используйте перчатки.

- Не проводите проверку деталей, которые незадолго до этого транспортировались через слишком теплые или холодные помещения.

- Для высокоточных измерений: поместите измеряемую деталь на поверочную плиту и позвольте ей адаптироваться к температуре окружающей среды (примерно от ¼ часа до 8 часов в зависимости от размеров детали).

Другие полезные технологические приемы работы с высотомерами следующие:

- Рекомендуется использовать воздушные подшипники только для позиционирования высотомера перед измерениями. Если требуется использовать пневматические подшипники в процессе измерений (например, если вес измеряемой детали большой), тогда точка начала отсчета должна быть измерена также с включенными пневматическими подшипниками.

- Средства измерений с электроприводом имеют более высокие характеристики благодаря постоянному

измерительному усилию, прилагаемому к измеряемой детали. При использовании средств измерений с маховичком ручной подачи старайтесь всякий раз использовать одинаковое «соприкосновение» при контакте с поверхностью детали.

- Каждый раз после соприкосновения двух упругих тел они вибрируют некоторое короткое время. Это также имеет место, когда наконечник касается измеряемой детали. В течение этого времени измеренные значения также «колеблются». Таким образом, прибор должен ждать, пока измеренное значение не стабилизируется, перед тем как принять это значение: отрегулируйте время стабилизации средства измерений для максимального соответствия измерительной задаче.

- Длинные наконечники, в особенности, обладающие малой контактной частью и тонким удлинителем, склонны прогибаться при контакте с деталью. Возможно, окажется необходимым сконструировать усиленный наконечник, если прогиб будет обнаружен.

Благодаря опыту и следованию данным шагам эти гигантские штангенциркули могут стать лучшими друзьями контролера ОТК.

**Представительство Mahr GmbH в России,**  
119361, Москва, Большая Очаковская ул., д. 47А,  
Бизнес-центр «Очаково»,  
Тел.: +7 (922) 168 1969, Факс: +7 (499) 707 12 20,  
E-mail: Oleg.Lebedenko@mahr.com  
www.mahr.ru



# МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА **СТАНКОСТРОЕНИЕ**

## 14-17 октября 2014 Крокус Экспо, Москва

при поддержке Торгово-Промышленной палаты РФ и Московской торгово-промышленной палаты



### Тематика выставки:

Металлообрабатывающие станки, кузнечно-прессовое оборудование, инструмент, автоматические линии, робототехника, комплектующие изделия, литейное производство, сварочное оборудование, обработка листового металла, лазерные технологии, измерительные приборы, программное обеспечение, деревообрабатывающее оборудование

## СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ОТ ВЕДУЩИХ КОМПАНИЙ

Организатор  
выставки:



ООО «Райт Солюшн»  
info@stankoexpo.com

+7 (495) 988-27-68

[www.stankoexpo.com](http://www.stankoexpo.com)