



# БОРЬБА ЗА МИКРОНЫ

**ХОНИНГОВАНИЕ** – процесс обработки отверстий связанным абразивом. Это могут быть хонинговальные бруски, в которых зерна абразива или суперабразива удерживаются связкой, или специальные инструменты, в которых зерна нанесены на металл. При хонинговании инструмент совершает возвратно-поступательное и вращательное движение относительно обрабатываемого отверстия. В результате на поверхности отверстия образуется характерная сетка из перекрестных линий. Поэтому хонингование иногда называют перекрестным шлифованием. Здесь следует отметить, что хонингование и шлифование – это настолько разные процессы (см. статью «Хонинговать или шлифовать?» в журнале РИТМ, август 2007, стр. 10), что я не рекомендовал бы применять термин «перекрестное шлифование» как синоним хонингования.

Итак, если перед нами стоит задача получить максимально возможную точность отверстия по овальности, конусности и прямолинейности, то мы должны обеспечить условия, соответствующие нашей задаче.

### Условие первое

Хорошо подготовленный, выхоженный инструмент. Это значит, что все части хонинговального инструмента, находящиеся в соприкосновении с поверхностью обрабатываемого отверстия, должны прилегать к поверхности отверстия по всей длине и быть максимально параллельными друг к другу. Это достигается выхаживанием хонинговального инструмента специальными втулками из чугуна или стали, имеющими диаметр отверстия, равный окончательному диаметру обрабатываемой детали.

### Условие второе

Чистая СОЖ. СОЖ или хонинговальное масло должны быть чистыми, обеспечивающими максимальное вымывание из зоны резания шлама из остатков абразива, связки и материала детали. СОЖ должна обильно омыывать зону резания и охлаждать деталь до комнатной температуры. СОЖ должна быть хорошо очищена. Наилучшим способом очистки СОЖ является турбосепарация с охлаждением до

заданной температуры. Другие виды очистки: фильтрация через фильтр-патрон, магнитная сепарация или очистка бесконечной бумажной лентой все-таки пропускают твердые частицы шлама размером до 5 микрон. А наша задача – обеспечить точность отверстия в один микрон и лучше.

### Условие третье

Оптимальное усилие давления бруска на обрабатываемую поверхность. Необходимо поймать режим, при котором идет удовлетворительное резание при минимальном давлении бруска на поверхность отверстия.

### Условие четвертое

Оптимальный зажим обрабатываемой детали в удерживающем приспособлении. Это условие особенно касается тонкостенных деталей. Здесь надо соблюдать правило: «Держать как воробушка, чтобы не задушить, но и не упустить». Приспособление для удержания детали от проворота и от осевого перемещения не должно деформировать деталь и одновременно должно компенсировать деформацию детали от воздействия на нее хонинговального инструмента.

### Пример из практики №1

Достаточно толстостенная втулка была зажата в трехлапчатый патрон.

Конечно, никто не мерил профиль отверстия в зажатом состоянии. По окончании обработки отверстие промерялось нутромером. Этот прибор показал, что отверстие находится в пределах допуска. Но при «проливке», а это была втулка золотниковой пары, испытания показали, что зазор в паре – выше допустимого. В результате поиска причины стало ясно, что при зажиме в трехлапчатый патрон отверстие получает деформацию в форме треугольника. В процессе хонингования отверстие становится круглым, но при изъятии детали из патрона оно вновь принимает треугольную форму. К сожалению, и это знают метрологи, обычным нутромером, у которого одна измерительная точка и две центрирующие точки, определить деформацию в форме треугольника или другого правильного многоугольника практически невозможно. Но, при замере профиля отверстия на кругломере, четко обозначилась треугольная форма. Проблема была решена применением цапгового зажима.

### Условие пятое

Точная предварительная обработка. Особенно это относится к прямолинейности оси отверстия. С овальностью и конусностью справиться при хонинговании гораздо проще, чем с непрямолинейной осью. Точность предварительной обработки определяет величину припуска на окончательную обработку. Если отклонение по овальности и конусности составляет 5-7 микрон, то величина припуска достаточна 6-8 микрон. Если же ось отверстия имеет искривление 5-7 микрон, то требуется припуск не менее 10-15 микрон. Для правильного определения оптимальной величины припуска рекомендуется проверить на измерительной машине хотя бы одну деталь из партии.

Все перечисленные условия достижения максимальной точности являются необходимыми и равными по значимости.

При соблюдении всех указанных условий можно обеспечить точность отверстия в пределах 1-0,5 микрон в серийном производстве простых деталей. К простым деталям относятся такие, у которых соотношение диаметра отверстия к его длине находится в пределах 0,5-10. Самое отверстие – гладкое, сквозное или глухое с канавкой для выхода инструмента не менее 3-х мм, с толщиной стенки, обеспечивающей достаточную стойкость детали к деформациям от воздействий инструмента и приспособления. Другие, более сложные детали, требуют индивидуально подхода для достижения максимальной точности. Для тонкостенных деталей – это создание приспособления, которое будет



Так выглядит поверхность отверстия после хонингования





Хонинговальные инструменты для прецизионной обработки отверстий

компенсировать деформацию детали. Для деталей с тандемными отверстиями – это индивидуальная подготовка инструмента, обеспечивающая симметричные перебеги относительно каждого из тандемных отверстий. Для деталей с относительно большими периферийными отверстиями или с широкими канавками, например шпоночными, требуется создание специальных инструментов, обеспечивающих непроваливание бруска в эти канавки или отверстия.

В производственной практике встречаются случаи, когда для достижения требуемой точности необходимо изменить технологическую цепочку изготовления детали или даже изменить конструкцию детали.

**Пример из практики №2**

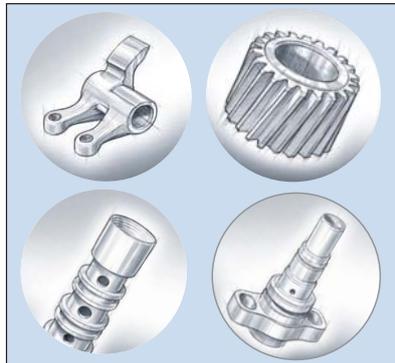
Втулка из чугуна с переменным наружным профилем и гладким отверстием. По результатам замеров непосредственно после хонингования точность отверстия – в пределах допуска. При повторном замере через 2-3 дня овальность и конусность превышают допустимые предельные отклонения. Для решения проблемы пришлось ввести в технологическую цепочку операцию «искусственное старение».

**Пример из практики №3**

Гладкая толстостенная втулка, в середине два боковых перекрещивающихся отверстия. В результате термообработки деталь деформируется в виде углового изгиба с вершиной угла в зоне перекрестия боковых отверстий. Все попытки путем хонингования достичь точности центрального отверстия в 1 микрон оказались тщетными. Деталь как пружина возвращается к первоначальному изгибу. В данной ситуации выход может быть только в изменении конструкции с заменой сплошной термообработки на поверхностное упрочнение.

В заключение несколько слов о компании SUNNEN.

Компания SUNNEN – это головная фирма в Сент Луисе (США), где производятся хонинговальные станки различных моделей, инструменты, бруски, СОЖ и другие компоненты технологии хонингования, а так же разрабатываются новые виды оборудования. Компания SUNNEN



Детали с прецизионными отверстиями

– это фирма Sunnen AG в Швейцарии, которая разрабатывает и производит хонинговальные станки для обработки длинномерных цилиндров, создает автоматические комплексы на базе серийных станков и является европейским техническим центром. Компания SUNNEN – это дочерние фирмы в ряде промышленных стран, в том числе и в России ООО «Саннен РУС».

Компания SUNNEN накопила громадный опыт в хонинговании деталей для различных областей техники: гидравлика, пневматика, топливная аппаратура, оптика и т.д. Технология хонингования SUNNEN обеспечивает обработку сверхвязких и сверхтвердых материалов от циркония до твердых сплавов, керамики и сапфиров. Компания SUNNEN создала и пополняет базу данных по хонингованию деталей на предприятиях всего мира. Используя этот опыт, компания SUNNEN предлагает полное технологическое оснащение для достижения максимально возможной точности обработки отверстий на современном уровне развития техники.

Если на вашем предприятии требуется финишная обработка отверстий, обращайтесь к нам!

Мы предложим оптимальное решение и совместными усилиями достигнем микронной точности.

Руководитель ООО «Саннен РУС»  
К.Г. Котов

www.sunnen.ru  
Тел. (495) 170-30-59;  
(495) 258-43-43;  
(495) 258-91-75  
Факс (495) 174-00-33  
Моб. (495) 756-53-97



Автоматизированный комплекс на базе хонинговального станка SV-1010

