М. Ю. Полянчикова, Д. В. Селиванова, А. В. Качалова, М. В. Никитин

**АНАЛИЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ХОНИНГОВАНИЯ
С ПЕРЕМЕННОЙ ПО ВЫСОТЕ ДЕТАЛИ СКОРОСТЬЮ РЕЗАНИЯ
ПРИ РЕМОНТЕ ДВС**

Волгоградский государственный технический университет

E-mail: MUPolyan4ikova@yandex.ru

Как при изготовлении, так и при ремонте ответственных деталей машиностроения и двигателестроения большое внимание уделяется формированию следа на поверхности, качеству поверхностного слоя и точности геометрической формы. Однако методы достижения высокой точности при изготовлении деталей и их ремонте после эксплуатации существенно отличаются. В статье оценивается возможность реализации метода хонингования с переменной по высоте скоростью вращения инструмента (хонинговальной головки), запатентованного автором, и проводится анализ производительности этого метода при ремонте гильзы цилиндра ДВС при величине конусности 0,20 мм.

Ключевые слова: хонингование, управление режимом резания, детали машин, ДВС, качество поверхности, стабильность процесса.

M. Yu. Polyanchikova, D. V. Selivanova, A. V. Kachalova, M. V. Nikitin

**HONING PERFORMANCE ANALYSIS WITH PART HEIGHT PEN SPEED
AT INTERNAL COMBUSTION ENGINES REPAIR**

Volgograd State Technical University

Both in the manufacture and repair of critical parts of mechanical engineering and engine building, great attention is paid to the formation of a trace on the surface, the surface layer quality and the geometric shape accuracy. However, methods of achieving high accuracy in the parts manufacture and their repair after operation differ significantly. The article assesses the possibility of implementing the honing method with a variable height speed of tool rotation (hon) patented by the author, and analyses the productivity of this method when repairing the internal combustion engines cylinder liner at a taper value of 0.20 mm.

Keywords: honing, cutting mode control, engine parts, internal combustion engines, surface quality, machining performance.

При изготовлении высокоточных ответственных деталей машин на финишной операции хонингования достаточно эффективно исправляются погрешности геометрической формы поверхности (конусообразность, овальность, бочкообразность, изогнутость геометрической оси), оставшиеся в качестве технологической наследственности от предыдущих операций механической обработки.

Совершенно иная ситуация наблюдается в процессе ремонта, когда эти параметры не яв-

ляются прогнозируемыми. Как показывают статистические данные, около 80 % общего количества отказов механических систем происходит из-за процессов износа элементов машин. Искажение геометрической формы поверхностей приводит к повышенному и неравномерному изнашиванию деталей, снижает точность работы подвижных соединений, вызывает контактное трение и очаги задиров.

По данным, приведенным в работе [1], конусообразность поверхности отверстия гильзы

двигателя приводит к ее значительному износу, причем эта зависимость с величины конусообразности 0,015 мм очень близка к линейной.

Точность обработки при хонинговании является одним из основных показателей процесса. Погрешность формы обрабатываемого отверстия при хонинговании зависит как от интенсивности съема металла, так и от износа абразивного инструмента [2]. При недостаточной интенсивности съема металла не происходит исправление погрешности формы детали, а при большом износе инструмента возникает копирование погрешностей абразивного бруска на обрабатываемую поверхность.

В настоящее время заданную точность в машиностроении, по мнению А. Г. Суслова и А. М. Дальского [3], в основном обеспечивает метод резания. Однако он находится в явном противоречии с возрастающим ужесточением всех параметров точности деталей машин и изделий в целом.

При ремонте детали, когда происходит восстановление рабочей поверхности после эксплуатации до определенного ремонтного размера (в частности, при восстановлении гильз цилиндров двигателей) величина созданной при эксплуатации погрешности формы (в частности, конусообразности для отверстия гильз цилиндров двигателей) для каждой детали различна. Новые технологии наращивания поверхностей

для достижения высокой точности требуют сложное и специальное оборудование, поэтому в ближайшем будущем в ремонтном производстве будут использоваться методы обработки лезвийным и абразивным инструментом.

Для повышения эффективности восстановления гильз цилиндров с целью достижения требуемой высокой точности отверстия автором настоящих исследований использован разработанный им в соавторстве способ хонингования [4], который заключается в том, что при снятии металла на участках отверстия гильзы (по ее длине) с минимальным диаметром отверстия, скорость вращения хонинговальной головки увеличивается (при ее движении вниз, т. к. при установке гильзы в приспособление участок с минимальным диаметром расположен внизу), а при движении хонинговальной головки вверх скорость ее вращения уменьшается. Это приводит к тому, что в зоне минимального диаметра отверстия происходит максимальный съем металла. Уменьшение скорости вращения при движении хонинговальной головки вверх приводит к уменьшению съема металла в зоне увеличенного диаметра отверстия. Перспективы применения такого метода восстановления гильз цилиндров двигателей рассматривается в работе авторов [5].

Схема расположения детали при обработке приведена на рис. 1.

Рис. 1. Разрез гильзы двигателя А-41 и А – 41СИ – 01

При хонинговании с неизменными скоростями вращения и возвратно-поступательного движения хонинговальной головки с постоянным давлением разжима абразивных или алмазных брусков исправление конусообразности приводит к тому, что и наибольший диаметр отверстия гильзы цилиндра приближается к большему допустимому ремонтному размеру, а в ряде случаев его и превосходит.

Для управления скоростью вращения применяется программируемый контроллер ПЛК. Программа управления скоростью вращения хонинговальной головки требует следующие исходные параметры ремонтируемой детали: длина, диаметры (действительный и ремонтный), определяющие ее конусообразность. При

проектировании процесса обработки необходимо также учитывать требуемую высоту микронеровностей, точность обработки и марку необходимого брусков инструмента.

Принимая во внимание тот объем металла, который необходимо снять при восстановлении гильзы на каждый ремонтный размер, и результаты экспериментов, был сделан вывод о том, что при обработке с переменной по высоте гильзы скоростью вращения брусками зернистостью F150, P180 этот объем металла снимается за 120 с. В связи с этим была использована программа по регулированию скорости вращения хонинговальной головки, циклограмма изменения которой представлена на рис. 2.

Рис. 2. Циклограмма изменения скорости вращения ($V_{вр}$) хонинговальной головки за 12 рабочих ходов (120 с. работы)

При хонинговании с изменением скорости вращательного движения хонинговальной головки по высоте гильзы оценивались результаты интенсивности съема за цикл хонингования

300с. По полученным данным были построены зависимости суммарной удельной производительности (ΣQ_M) от зернистости абразивного инструмента, представленные на рис. 3.

Рис. 3. Зависимость суммарной удельной производительности (ΣQ_M) от зернистости абразивного инструмента при цикле окончательного хонингования 120 с при обработке с постоянной (а) и переменной (б) скоростью вращения хонинговальной головки

Анализ зависимостей свидетельствует о том, что обработка по принципу «неповторяющегося следа», осуществляемая при хонинговании с переменной по высоте гильзы скоростью вращения хонинговальной головки, позволяет увеличить съем металла на участке с меньшим диаметром (вершина конусообразности) в среднем в 1,5 раза по сравнению с участком гильзы, требующим меньшей интенсивности съема. График изменения скорости вращения инструмента, рассматриваемый на рис. 2, приводит к тому, что риски-царапины, являющиеся следами прохождения режущих зерен, никогда не повторяют следы зерен от предыдущего рабочего хода, т.е. обработка ведется по принципу неповторяющегося следа. В связи с этим режущие грани абразивного зерна всегда проходят по новой траектории и нагрузка, приходящаяся при съеме металла на одну режущую грань, меняет свою величину и направление и дает возможность другим граням и их участкам осуществлять резание. В результате (рис. 3), при обработке с переменной по высоте гильзы скоростью вращения хонинговальной головки удельная производительность значительно выше, по сравнению с обработкой с постоянной скоростью вращения.

При исследовании процесса хонингования немаловажное значение имеет не только значение интенсивности съема или удельной производительности, но и износостойкость режущего

инструмента. В связи с тем, что при обработке брусками вся режущая их поверхность постоянно участвует в резании, условия отвода стружки значительно ухудшаются. Непрерывная работа режущих зерен при обработке брусками в тяжелых условиях приводит к преждевременному износу инструмента. Поэтому необходимо непрерывно обновлять режущую поверхность брусков путем удаления затупившихся зерен. Дальнейшим направлением исследования является использование абразивно-алмазного инструмента без связки при хонинговании ответственных деталей машиностроения и двигателей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технология двигателестроения : учеб. / А. Л. Карунин [и др.] ; под ред. А. И. Дашенко. – М. : Высшая школа, 2006. – 608 с.
2. Исследование стабильности процессов финишной абразивной обработки / В. М. Оробинский [и др.] // Инструмент и технологии. – 2001. – № 5–6. – С. 179–181.
3. Суслов, А. Г. Научные основы технологии машиностроения / А. Г. Суслов, А. М. Дальский. – М. : Машиностроение, 2002. – 684 с.
4. Пат. 2305620 Российская Федерация, МПК В 24 В 1/00 (2006. 01), В 24 В 33/02 (2006.01). Способ обработки отверстий / Ю. Н. Поляничков, М. Ю. Поляничкова, О. А. Курсин, А. А. Кожевникова. – Оpubл. 10.09.2007, Бюлл. № 25.
5. Поляничков, Ю. Н. Перспективный метод восстановления гильз тракторных ДВС / Ю. Н. Поляничков, М. Ю. Поляничкова // Автомобильная промышленность. – 2014. – № 4. – С. 25–26.