

УДК 621.923

Новиков Ф.В., д.т.н., профессор,
Рябенков И.А.,
Дерябин В.С., к.т.н.

Украина, г. Харьков, Харьковский национальный экономический университет

Технология высокоскоростного фрезерования высокоточных отверстий и дуговых пазов

Статья посвящена исследованию технологических параметров высокоскоростного фрезерования отверстий и дуговых пазов

В последние годы получило широкое применение высокоскоростное фрезерование, обеспечивающее повышение производительности, качества и точности обработки [1]. В связи с этим в работе поставлена задача оценки возможностей использования процесса высокоскоростного фрезерования для финишной обработки отверстий и дуговых пазов. Первоначально были проведены исследования обычного фрезерования дуговых пазов с применением концевых двухсторонних фрез $\varnothing 4,6$ мм с напайными пластинками из твердого сплава ВК8 толщиной $h=1,0$ мм и $h=1,4$ мм. Производилась обработка девяти дуговых пазов, изготовленном из стали твердостью НРС 51...56, с частотой вращения фрезы $n=2800$ об/мин. Установлено, что при обработке фрезами с толщиной твердосплавной пластинки $h=1,0$ мм происходило разрушение их режущей части. В результате двумя испытываемыми фрезами удалось обработать пазы всего в двух деталях ($N=2$). При обработке фрезами с толщиной твердосплавной пластинки $h=1,4$ мм разрушения их режущей части не наблюдалось, имело место затупление лезвий инструмента. При этом пятью испытываемыми фрезами была обработана 31 деталь ($N=31$). Следовательно, увеличение толщины твердосплавной пластинки с 1 до 1,4 мм позволяет увеличить ресурс работы фрезы. Далее, на заточном станке с ЧПУ "Gemini" была изготовлена монолитная концевая двухсторонняя фреза из твердосплавной заготовки SGS30M060310M (производства Германии) длиной 350 мм и диаметром 6 мм. Фрезерование дан-

ной фрезой позволило качественно обработать все пазы девяти деталей (частота вращения фрезы $n=2800$ об/мин), рис. 1.

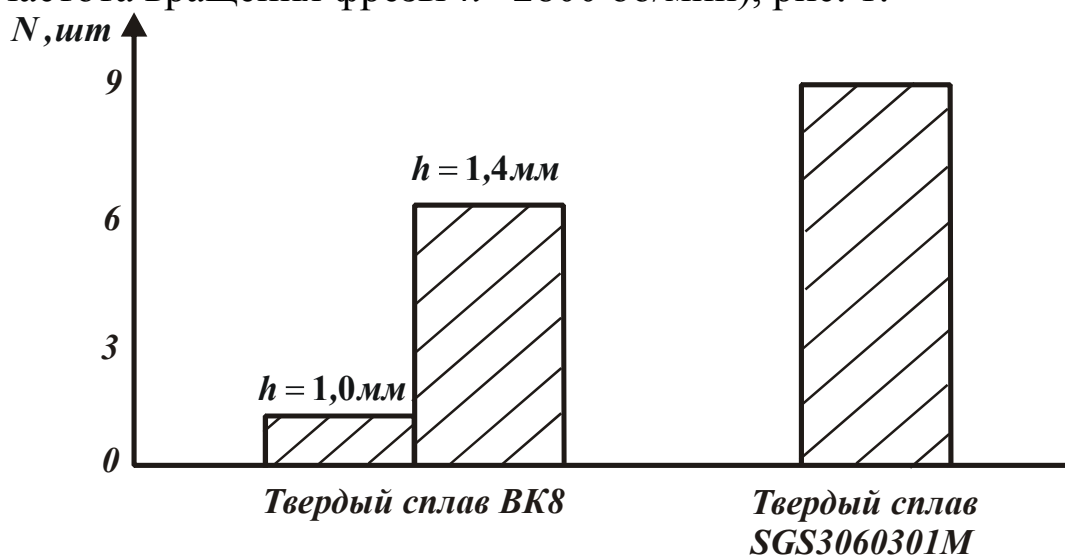


Рис. 1. Влияние характеристик твердого сплава на количество обработанных одной фрезой деталей N .

Далее были проведены экспериментальные исследования процесса фрезерования на современном высокооборотном станке с ЧПУ модели “Рисомах 60” при обработке деталей из нержавеющей стали с четырьмя дуговыми пазами шириной 2,5 мм и длиной 18 мм. Обработка производилась концевой фрезой из твердого сплава ВК8 и фрезой SSE2025-QPC220F производства фирмы “KORLOY”. Частота вращения фрезы варьировалась в пределах $n=2800\dots 8000$ об/мин. Подача устанавливалась равной $S=30$ мм/мин, а снимаемый припуск составлял 0,3 мм. Установлено, что с увеличением частоты вращения фрезы ее стойкость, выраженная в количестве обработанных деталей N , увеличивается более интенсивно при обработке фрезой фирмы “KORLOY”.

Необходимо отметить, что традиционно обработку дуговых пазов осуществляли на вертикально-фрезерном станке с ЧПУ модели КФПЭ-250Н2. Предварительная обработка выполнялась фрезой $\varnothing 2,4$ мм, изготовленной из твердого сплава ВК8, а окончательная обработка – фрезой $\varnothing 2,6$ мм с режимами резания $n=1400$ об/мин, $S=20$ мм/мин, снимаемый припуск – 0,2 мм. При ширине паза 5 мм машинное время предварительной и окончательной обработки одной детали составляет 2,5 часа. При этом имеет место достаточно интенсивное затупление фрез, что приводит к их частым переточкам. На основе проведенных экспериментальных исследований установлено, что переход от обычного к высокоскоростному фрезерованию позволяет существенно повысить стойкость фрез. Например, при фрезеро-

вании с $n=8000$ об/мин стойкость фрез, оснащенных твердым сплавом BK8, возросла в 2,5 раза, а фрез из твердосплавных заготовок SGS30M060310M – в 3,4 раза. Установлено также, что время предварительной и окончательной обработки одной детали составляет 0,8 часа, т.е. по сравнению с обычным фрезерованием оно сократилось приблизительно в 3 раза. Значительно уменьшилось количество поломок фрез. Погрешность обработки (отклонение от цилиндричности отверстия δ) не превышает 0,01 мм. Шероховатость поверхности улучшилась и составила $R_a = 1,25$ мкм. Следовательно, фрезерование на станке с ЧПУ модели “Ricomaх 60” позволяет повысить производительность и качество обработки пазов, уменьшить расход режущих инструментов и затраты, связанные с их частой переточкой.

Были проведены экспериментальные исследования высокоскоростного фрезерования глухих отверстий с целью определения возможностей замены им малоэффективной технологии, включающей растачивание и последующее хонингование. Станок “Ricomaх 60” обеспечивает движение фрезы по контуру, описывающему окружность с заданным радиусом, т.е. происходит своего рода “расфрезеровывание” отверстия с круговой подачей S . Одновременно производится вертикальная подача. Данная схема обработки фактически соответствует схеме круглого внутреннего продольного шлифования. В результате исследований установлено, что с увеличением частоты вращения фрезы n количество обработанных отверстий N одной фрезой из твердого сплава BK8 увеличивается (рис. 2), отклонение от цилиндричности отверстия δ уменьшается, принимая значения меньше 0,01 мм, а параметр шероховатости обработки R_a стабильно изменяется в пределах 0,63 мкм. Это полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым к финишной обработке рассматриваемых отверстий, т.е. после сверления для получения требуемых геометрических параметров отверстия достаточно применить лишь его высокоскоростное фрезерование. Это является принципиально новым направлением в механообработке.

Увеличение скорости вращения фрезы, как следует из рис. 2, ведет к повышению стойкости фрезы. С физической точки зрения это означает, что в механизме износа фрезы преобладает механический фактор, обусловленный уменьшением толщины среза. В противном случае, т.е. при преобладании температурного фактора, стойкость фрезы уменьшалась бы с увеличением скорости резания [2, 3]. Экспериментально установлено, что на обработанных поверхностях отсут-

ствуют прижоги и другие температурные дефекты, которые традиционно образуются при шлифовании. Микротвердость обработанных отверстий (в стали ШХ15) с увеличением частоты вращения фрезы n незначительно отличается от исходной микротвердости (до обработки). Глубина нарушенного поверхностного слоя составляет всего 30...40 мкм, что соизмеримо с толщиной среза зубом фрезы. Следовательно, при фрезеровании с увеличенными скоростями резания можно обеспечить высококачественную обработку без наличия температурных дефектов.

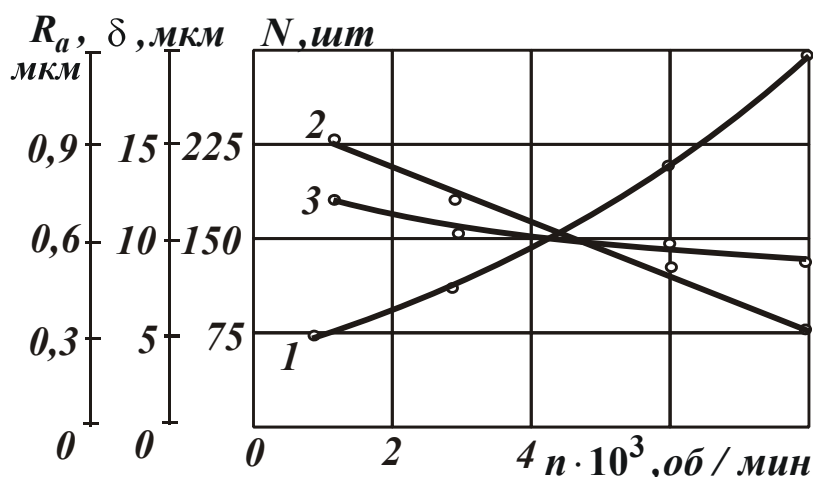


Рис. 2. Влияние частоты вращения фрезы n на количество обработанных одной фрезой отверстий N (1), отклонение от цилиндричности отверстия δ (2), параметр шероховатости обработки R_a (3): глубина резания $t=0,15$ мм; круговая подача $S=0,25$ мм/об; вертикальная подача – 125 мм/мин; снимаемый припуск – 0,3 мм.

Таким образом, в работе обоснована эффективность применения высокоскоростного фрезерования для финишной обработки высокоточных отверстий и дуговых пазов, что позволяет в ряде случаев совместить предварительную и окончательную обработку в одну операцию и исключить из технологического процесса такие операции как растачивание и хонингование отверстий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.

1. Мануйленко В.М. Условия эффективного применения высокоскоростной обработки // Вісник Харківського національного техні-

чного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. – Харків: ХНТУСГ – 2007. – Вип. 61. – С. 279-283.

2. Новиков Ф.В., Рябенков И.А. Физические условия осуществления процессов высокоскоростного резания и глубинного шлифования – Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации [Текст]: материалы V Международной научно-технической конференции: Курск. гос. техн. ун-т. Курск, 2007. – С. 179-185.

3. Новиков Ф.В., Рябенков И.А. Расчет температуры шлифования и глубины ее проникновения в поверхностный слой обрабатываемой детали // Восточно-европейский журнал передовых технологий, №1/2 (31), 2008. – С. 9-12.