

УДК 621.923

**РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ В ДЕТАЛЯХ
ГИДРОАППАРАТУРЫ**

Новиков Ф.В., докт. техн. наук (ХНЭУ, Харьков)

Рябенков И.А., канд. техн. наук (ГП ХМЗ “ФЭД”, Харьков)

Полянский В.И. (ООО “Империя металлов”, Харьков)

The results of experimental studies of machining holes in the rings of high hard magnetic alloys and bronze bushings

Разработка эффективной технологии обработки отверстий в кольцах из высокотвердых магнитных сплавов. Обработка отверстий диаметром 6 – 10 мм в деталях (кольцах) гидроаппаратуры, изготовленных из труднообрабатываемых магнитных сплавов АНКО-3А и ЮНКД-18 твердостью HRC 62-63, характеризуется низкими показателями производительности и качества обработки: по краям обрабатываемых отверстий образуются микросколы [1, 2]. Теоретически и экспериментально установлено, что основным условием высококачественной обработки данных отверстий является уменьшение силы резания за счет уменьшения толщин срезов [3]. Это может быть достигнуто применением внутреннего шлифования, высокоскоростного расфрезерывания или растачивания отверстий. Однако, внутреннее шлифование характеризуется чрезвычайно низкой производительностью обработки в связи с быстрой потерей режущей способности круга (в результате его засаливания). Высокоскоростное расфрезерывание отверстий обеспечивает высокопроизводительный съем припуска с образованием микросколов на уровне 0,2 мм, которые могут быть устранены на последующей операции внутреннего шлифования. Процесс растачивания отверстий твердосплавным резцом также характеризуется высокой производительностью обработки, однако при этом образуются микросколы, значительно превышающие величину снимаемого припуска (0,8 мм). Вместе с тем, как установлено теоретически, переход к высокоскоростному растачиванию отверстий (также как и высокоскоростному расфрезерыванию отверстий) позволяет существенно уменьшить силы резания и величину образующихся микросколов. Следовательно, основным путем повышения эффективности обработки отверстий в магнитных кольцах является применение высокоскоростной обработки, к которой можно отнести процессы внутреннего шлифования, расфрезерывания и растачивания отверстий.

Для выбора оптимального варианта технологического процесса обработки отверстий был проведен комплекс сравнительных экспериментальных исследований процессов внутреннего шлифования и высокоскоростного фрезерования отверстий в кольцах из магнитного сплава АНКО-3А. Общий снимаемый припуск на сторону устанавливался равным 1 мм. При высокоскоростном фрезеровании удалялся припуск величиной 0,67 мм, а при внутреннем шлифовании – 0,33 мм. Шлифование производилось по упругой схеме шлифования [1] обра-

зивным кругом ПП 8x20x3 25А 25Н СТ 7К5 со скоростью его вращения $V_{кр}=16,7$ м/с (частотой вращения круга 40000 об/мин), продольной подачей $S_{прод}=2$ м/мин и частотой вращения обрабатываемой детали $n=600$ об/мин. По данной технологии съем припуска величиной 1 мм на сторону при внутреннем шлифовании производится за 120 мин. Следовательно, припуск величиной 0,33 мм удаляется за 40 мин.

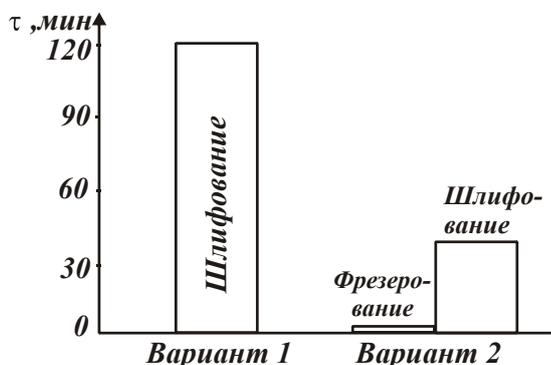


Рис. 1. Диаграмма распределения значений машинного времени обработки для двух вариантов технологического процесса обработки отверстий.

Фрезерование отверстия производилось с частотой вращения фрезы – 20000 об/мин; подачей – 0,2 м/мин; глубиной резания (за проход) $t=0,05$ мм. Длительность одного прохода (длиной 40 мм) составляла 0,2 мин, число проходов при съеме припуска 0,67 мм равно 13. Общее время фрезерования отверстия составило 2,6 мин. В итоге съем припуска 1 мм на сторону (с использованием высокоскоростного фрезерования отверстия и последующего внутреннего шлифования) был осуществлен за $\tau=40$ мин + 2,6 мин = 42,6 мин (вариант 2, рис. 1). Это в 2,8 раза меньше, чем при съеме припуска 1 мм на сторону, используя лишь метод внутреннего шлифования (вариант 1, рис. 1).

Следовательно, применение высокоскоростного фрезерования отверстия позволило существенно повысить производительность обработки (в 2,8 раза). При этом качество обработки не ухудшилось.

Таким образом, применение технологического процесса обработки отверстий в кольцах из высокотвердого магнитного сплава АНКО-3А, включающего предварительную обработку по методу высокоскоростного фрезерования и окончательную обработку по методу внутреннего шлифования, открывает новые возможности интенсификации технологического процесса.

Приведенные выше результаты исследований справедливы при обработке отверстий в кольцах из высокотвердого магнитного сплава АНКО-3А твердостью HRC 62–63. При обработке отверстий в магнитных сплавах меньшей твердости (HRC 56–58) на операции предварительной обработки может быть использован процесс растачивания, т.к. в этом случае образующиеся микросколы (в пределах величины снимаемого припуска) несложно удалить на последующей операции внутреннего шлифования.

Согласно действующей технологии внутреннего шлифования (по жесткой схеме) отверстия диаметром 8,5 мм припуск, равный 0,8 мм на сторону, может быть удален за 3,2 часа или 192 мин (вариант 1, рис. 2). Стойкости абразивного круга ПП 8x20x3 25А 25Н СТ 7К5 35 м/с при этом оказывается достаточно лишь для обработки одной детали, после чего его необходимо править. С учетом времени правки машинное время обработки одной детали составляет 4,8 часа. Режим шлифования: скорость вращения круга – $V_{кр}=16,7$ м/с (частота

вращения круга 40000 об/мин); продольная подача $S_{прод}=2$ м/мин; частота вращения обрабатываемой детали $n=600$ об/мин; глубина шлифования $t=0,005$ мм (на двойной ход стола); через 5–10 проходов производится выхаживание, т.е. шлифование с отключенной подачей.

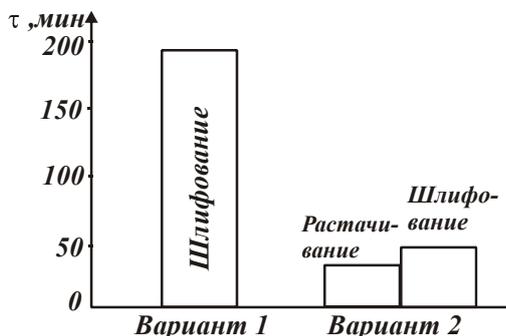


Рис. 2. Диаграмма распределения значений машинного времени обработки для двух вариантов технологического процесса обработки отверстий.

При растачивании данного отверстия резцом из твердого сплава Т15К6 машинное время составило 0,6 часа, а стойкость резца – $T=0,6$ часа. Обработка производилась с режимом резания: глубина резания $t=0,1$ мм, частота вращения детали $n=600$ об/мин, подача $S=0,05$ мм/об, снимаемый припуск – 0,6 мм. Остальная часть припуска 0,2 мм оставлялась под шлифование, время его съема равно 0,8 часа. Тогда суммарное машинное время съема припуска 0,8 мм равно: $\tau=0,6+0,8=1,4$ часа или $\tau=36+48=84$ мин (вариант 2, рис. 2).

Из приведенных результатов вытекает, что применение процесса растачивания отверстий в кольцах из магнитных сплавов при предварительном съеме значительных припусков (0,6 мм на сторону) позволяет уменьшить суммарное машинное время обработки более чем в 2 раза. При этом появляется возможность на последующей операции внутреннего шлифования устранить образующиеся дефекты обработки при расточке (в виде микросколов на торцовых поверхностях кольца). Экспериментально установлено, что стойкость шлифовального круга ПП 8x20x3 25А 25Н СТ 7К5 35 м/с при съеме припуска величиной 0,8 мм составляет $T=2$ часа (рис. 3), а при съеме припуска величиной 0,2 мм составляет $T=8$ часов. Установлено также, что стойкость шлифовального круга ПП 8x20x3 92А 25СМ (хром титанистый) значительно выше и при съеме припуска величиной 0,8 мм равна $T=10$ часа, а при съеме припуска 0,2 мм равна $T=40$ часов.

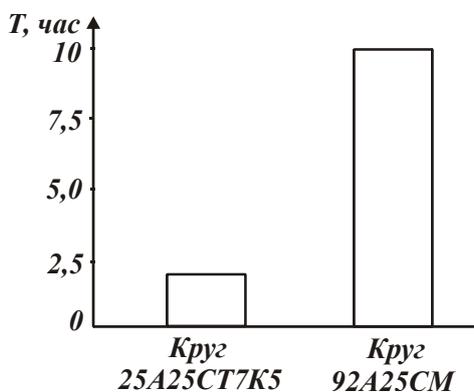


Рис. 3. Диаграмма распределения значений стойкости абразивных кругов при внутреннем шлифовании.

Таким образом экспериментально установлено, что, осуществляя предварительную обработку отверстий по методу растачивания, а окончательную обработку по методу внутреннего шлифования, с учетом оптимальных значений стойкости режущего и шлифовального инструментов, можно уменьшить машинное время обработки одного кольца с 4,8 часов до 3 часов, т.е. в 1,6 раза. При этом, как установлено, себестоимость обработки может быть уменьшена в 2,2 раза. Необходимо отметить, что при использовании технологии, включающей предварительную обработку отверстий по методу расфрезеровывания, достигаемый эф-

фekt выше, чем при предварительной обработке растачиванием и окончательной обработке методом внутреннего шлифования.

Разработка эффективной технологии обработки отверстий в бронзовых втулках. Как показывает практика, обработка высокоточных отверстий в бронзовых втулках характеризуется чрезвычайно высокой трудоемкостью в связи с низкой эффективностью процесса растачивания твердосплавными резцами – низким качеством обрабатываемой поверхности. Шероховатость поверхности составляет $R_a=2,5\dots1,25$ мкм, а точность размера обрабатываемой поверхности – 10 мкм. Низкие показатели качества обработки требуют применения дополнительной операции рейберования, в результате чего достигаются необходимые показатели точности и шероховатости поверхности. Однако процесс рейберования характеризуется высокой трудоемкостью обработки, т.к. производится за 4 достаточно продолжительные прохода рейбера. Естественно это требует изыскания новых технологических решений по повышению эффективности обработки отверстий во втулках из бронзы Бр 010С2Н3 твердостью $HV\geq 75$. Одним из таких решений может быть применение высокоскоростного растачивания отверстий, которое позволяет существенно уменьшить толщину среза и силы резания без снижения производительности обработки. В связи с этим был проведен комплекс экспериментальных исследований процесса высокоскоростного растачивания отверстий в бронзовых втулках. Эксперименты проводились на современном высокооборотном обрабатывающем центре с ЧПУ мод. "Pisomax-60M". Деталь была неподвижна, вращался резец. Режимы резания: частота вращения $n=8000$ об/мин; продольная подача $S=0,02$ мм/об. В результате проведенных экспериментов установлено, что процесс высокоскоростного растачивания отверстий обеспечивает повышение параметров качества обработки: шероховатость поверхности находится на уровне $R_a=0,63$ мкм, а погрешность обработки – в пределах $\delta=5$ мкм (рис. 4).

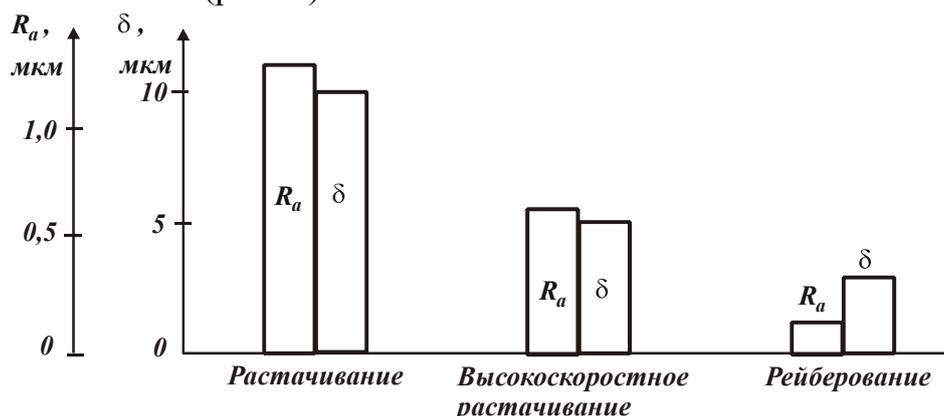


Рис. 4. Диаграмма распределения значений шероховатости поверхности R_a и погрешности обработки δ после растачивания, высокоскоростного растачивания и рейберования отверстий в бронзовых втулках.

Производительность обработки увеличена более чем в 3 раза. Это позволило уменьшить трудоемкость последующей операции рейберования более чем в 2 раза, поскольку требуемые параметры качества обработки (шероховатость

поверхности $R_a=0,16$ мкм, отклонение от цилиндричности 3 мкм, бочкообразность 3 мкм и разноразмерность 9-ти обработанных поршневых отверстий 3 мкм) формируются всего за 2 прохода рейбера (вместо 4-х проходов по действующей технологии). Таким образом, научно обоснован выбор оптимальных вариантов технологического маршрута и параметров операций, обеспечивающих повышение качества и производительности обработки.

Список литературы: 1. Новиков Ф.В. Повышение качества и производительности обработки отверстий в кольцах из высокотвердых магнитных сплавов / Ф.В. Новиков, В.И. Полянский, И.А. Рябенков, Е.И. Иванов // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Машинобудування і машинознавство. Випуск 9 (205). – Донецьк: ДонНТУ, 2012. – С. 178-185. 2. Новиков Ф.В. Повышение производительности шлифования при низкой жесткости технологической системы / Ф.В. Новиков, В.И. Полянский, И.А. Рябенков // Вісник НТУ “ХПІ”. Збірник наукових праць. Серія: Технології в машинобудуванні. – Х.: НТУ “ХПІ”. – 2012. – № 53 (959). – С. 48-53. 3. Полянский В.И. Условия повышения качества механической обработки деталей из высокопрочных хрупких материалов / В.И. Полянский // Вісн. Харків. нац. техн. ун-ту сільськ. госп-ва ім. Петра Василенка. – Харків: ХНТУСГ. – 2011. – Вип. 118. – С. 178-184.