

Новиков Ф.В. Харьковский национальный
экономический университет, Харьков
Полянский В. И. ООО “Империя металлов”, Харьков
Рябенков И.А., Дерябин В.С. ГП ХМЗ “ФЭД”, Харьков, Украина

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ В ДЕТАЛЯХ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ

Изготовление высокоточных отверстий в ответственных деталях гидравлической аппаратуры из труднообрабатываемых материалов (высокопрочных сталей твердостью HRC 62-65, магнитных сплавов, твердых сплавов и т.д.) характеризуется высокой трудоемкостью и требует применения новых более прогрессивных технологий механической обработки. В настоящее время для обработки отверстий в данных деталях используются методы растачивания, внутреннего шлифования, хонингования и т.д. Однако решить задачу снижения трудоемкости обработки при обеспечении требуемой точности удастся не всегда. Поэтому важно оценить технологические возможности различных методов обработки отверстий и выбрать из них наиболее эффективные.

Одной из причин низкой эффективности обработки отверстий является недостаточная жесткость технологической системы, в результате чего образующиеся упругие перемещения приводят к снижению точности и производительности обработки. В связи с этим определено влияние количества проходов инструмента (при съеме заданного припуска) на величину упругого перемещения. На основе теоретического подхода [1] определена величина упругого перемещения y для номинальной производительности обработки $Q_{ном}$ при шлифовании:

$$y = B_1 \cdot t \cdot (1 - \varepsilon^{-n}) = B_1 \cdot t \cdot \left[1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{1}{B_1}\right)^n} \right] = B_{1_{баз}} \cdot \Pi \cdot \left[1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{1}{B_{1_{баз}} \cdot n}\right)^n} \right], \quad (1)$$

где $\varepsilon = 1 + \frac{1}{B_1}$ – уточнение на проходе; $B_1 = \frac{\sigma \cdot \pi \cdot D_{дет} \cdot S_{прод}}{c \cdot K_{ш} \cdot V_{кр}}$ – безразмерный па-

раметр; $Q_{ном} = \pi \cdot D_{дет} \cdot S_{прод} \cdot t$; $B_{1_{баз}} = \frac{\sigma \cdot Q_{ном}}{c \cdot K_{ш} \cdot V_{кр} \cdot \Pi}$ – базовое значение пара-

метра B_1 ; σ – условное напряжение резания, Н/м² (энергоемкость обработки, Дж/м³); $D_{дет}$ – диаметр отверстия в детали, м; $S_{прод}$ – скорость продольной подачи, м/с; $t = \Pi / n$ – номинальная глубина шлифования, м; c – жесткость технологической системы, Н/м; $K_{ш} = P_z / P_y$ – коэффициент шлифования; P_z, P_y – соответственно тангенциальная и радиальная составляющие силы резания, Н; $V_{кр}$ – ско-

рость круга, м/с; Π – снимаемый припуск, м; n – количество проходов инструмента.

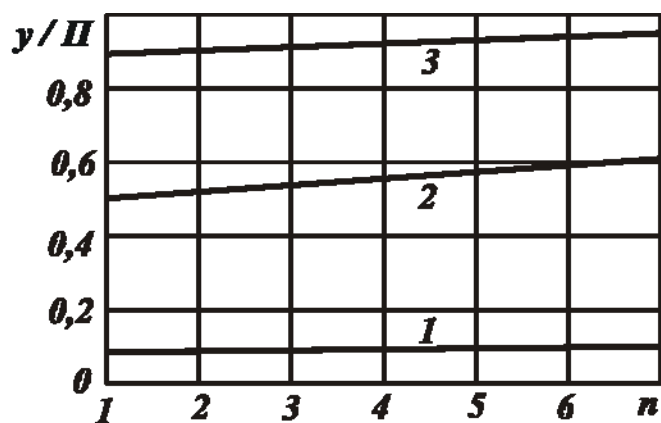


Рисунок 1 – Зависимость величины $у/\Pi$

от количества проходов n :

1 – $B_{1баз}=0,1$; 2 – $B_{1баз}=1$; 3 – $B_{1баз}=10$

стий на практике производится всего за 1 – 3 прохода инструмента, а процесс шлифования – за значительно большее количество проходов с обеспечением высоких показателей точности и производительности обработки.

Из зависимости (1) следует, что величина $у$ главным образом зависит от энергоемкости обработки (условного напряжения резания) σ . Поэтому эффективность применения того или иного метода обработки отверстий определяется уровнем энергоемкости обработки. Как известно, при лезвийной обработке параметр σ меньше, чем при абразивной обработке (шлифовании). В связи с этим предпочтение отдается лезвийной обработке. Однако при резании материалов высокой твердости основным методом обработки считается шлифование, несмотря на то, что оно характеризуется более высокой энергоемкостью обработки. Чтобы “уйти” от шлифования, используют вместо твердосплавных лезвийных инструментов более прогрессивные алмазные инструменты. Весьма эффективным является метод высокоскоростного расфрезерования отверстий. Он был применен для обработки ответственной детали гидроаппаратуры – блока цилиндров, выполненного из стали 7ХГ2ВМФ твердостью HRC 51...56 и содержащего 9 глухих отверстий, к точности обработки которых предъявляются высокие требования. Традиционная технология включает растачивание отверстий и их последующее хонингование. Однако при этом не обеспечивается стабильно отклонение от цилиндричности в пределах 0,01 мм. Применение высокоскоростного фрезерования твердосплавными концевыми фрезами отверстий на современном высокооборотном станке с ЧПУ мод. “Рісотах-60М” позволило выполнить указанные выше требования по точности обработки.

Существенным недостатком высококачественного изготовления блока цилиндров является низкая точность обработки отверстий в бронзовых втулках. По действующей технологии, первоначально производится их растачивание резцом из твердого сплава ВК8 с обеспечением погрешности формы обрабатываемой поверхности в пределах 10 мкм и шероховатости поверхности $R_a=1,25$ мкм. За-

Численные расчеты по зависимости (1) показали, что с увеличением количества проходов инструмента n относительная величина $у/\Pi$ увеличивается, однако незначительно (рис. 1). Это указывает на то, что фактически с одинаковыми значениями $у$ и $Q_{ном}$ можно осуществлять однопроходную и многопроходную абразивную и лезвийную обработку, т.к. зависимость (1) справедлива для различных методов обработки. Этим можно объяснить то, что процесс растачивания отвер-

тем отверстие обрабатывается рейберами (методом пластического деформирования металла), что уменьшает погрешность формы поверхности до 3-х мкм. После этого применяется доводка текстолитовым притиром пастой КТ. Данная технология характеризуется высокой трудоемкостью обработки, что связано с низкой точностью обработки, достигаемой при растачивании отверстий твердосплавным резцом. Для повышения точности применяется трудоемкий процесс рейберования. В связи с этим предложено на операции растачивания вместо твердосплавных резцов использовать алмазные резцы и обработку производить на высокооборотном обрабатывающем центре мод. "Picomax-60M" ($n=8000$ об/мин; $S=0,03$ мм/об; припуск при черновой обработке – 0,2 мм, а при чистовой обработке – 0,05 мм; количество проходов – 2). Установлено, что стойкость алмазного резца по отношению к твердосплавному резцу увеличивается более чем в 5 раз. Это стабильно обеспечивает погрешность формы обрабатываемой поверхности на уровне 1...2 мкм и $R_a=1,25$ мкм. При этом исключается волнообразность поверхности (имевшая место при рейберовании), обеспечиваются допуски овальности и конусности, прямолинейности и разноразмерности 9-ти отверстий (в пределах 5 мкм). Применение алмазного растачивания позволяет исключить трудоемкую операцию рейберования. Предложенный технологический процесс включает лишь операции растачивания алмазным резцом и доводку пастой КТ.

Полученные результаты были использованы для совершенствования операции обработки отверстия в магнитном кольце с наружным диаметром 20 мм и внутренним диаметром 6 мм, изготовленном из сплава АНКО-3А твердостью НРС 62-63. Традиционно отверстие в кольце обрабатывается методом шлифования абразивным кругом ПП 10x20x3 25А 16СТ, который предварительно подвергается правке для получения наружного диаметра менее 6 мм. Процесс внутреннего шлифования протекает с высокой силовой и тепловой напряженностью, что приводит к интенсивному износу круга, быстрой потере его режущей способности и фактически к невозможности стабильно обеспечить требуемые параметры качества обработки. В связи с этим предложено перейти от шлифования к расточке отверстия прогрессивным инструментом – твердосплавным резцом производства фирмы ISKAR. Проведенные исследования показали положительные результаты по повышению качества и производительности обработки. При расточке стабильно обеспечивается шероховатость поверхности на уровне 7-го класса чистоты, что не достигалось при шлифовании. Поэтому предложено твердосплавные резцы фирмы ISKAR использовать при окончательной обработке со съемом припуска 0,2 мм, а предварительную обработку выполнять с применением резцов из твердого сплава Т15К6. При предварительной обработке обеспечивается изменение диаметра отверстия с 6 до 8,2 мм, а при окончательной обработке – до 8,5 мм.

Литература

1. Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения / Под общ. ред. Ф.В. Новикова и А.В. Якимова. В десяти томах. – Т. 1. "Механика резания материалов" – Одесса: ОНПУ, 2002. – 580 с.