

Ф.В. НОВИКОВ, д-р техн. наук, **И.А. РЯБЕНКОВ**, канд. техн. наук,
С.А. ДИТИНЕНКО, канд. техн. наук, ХНЭУ, г. Харьков

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ГИДРОАППАРАТУРЫ

Создание высоких давлений и обеспечение заданной гидроплотности требуют высококачественного изготовления деталей гидроаппаратуры, особенно деталей пар трения, которые работают в условиях интенсивного трения и износа. Однако, как показывает производственный опыт, выполнить высокие требования по качеству и точности обработки указанных деталей весьма сложно, т.к. они изготовлены из материалов с повышенными физико-механическими характеристиками и их обработка сопряжена с образованием значительных погрешностей и температурных дефектов на обрабатываемых поверхностях. Поэтому актуальной задачей по-прежнему является поиск новых технологических решений по повышению качества, точности и производительности обработки, основанных на научно-обоснованном выборе рациональной структуры и параметров операций [1–3]. Цель работы – обоснование технологических возможностей повышения эффективности финишной обработки деталей гидроаппаратуры.

Операции обработки отверстий являются наиболее массовыми и ответственными операциями при производстве деталей гидроаппаратуры. Финишными операциями обработки отверстий, как правило, являются операции ручной притирки абразивным порошком. Они достаточно трудоемки и не всегда обеспечивают выполнение высоких требований по точности обработки. Примером тому является операция притирки сквозных отверстий в сепараторе (рис. 1), изготовленном из закаленной до твердости HRC₃ 30...38,5 стали 20X3HВФА. Предварительно отверстие растачивается на токарном станке в размер $12,85^{+0,035}$ мм. Далее производится его ручная притирка в размер $12,87^{+0,05}$ мм. При этом биение не должно превышать 0,02 мм, шероховатость поверхности должна составлять $R_a = 0,63$ мкм, перпендикулярность отверстия – 0,05 мм. Установлено, что процесс притирки характеризуется относительно низкой производительностью обработки. При этом перпендикулярность отверстия составляет 0,1 мм вместо требуемого значения 0,05 мм, т.е. не обеспечивается требуемая точность обработки отверстия. В связи с этим были проведены экспериментальные исследования алмазного хонингования сквозных отверстий в сепараторе (рис. 1) с целью определения возможностей эффективной замены им малопроизводительного процесса ручной притирки алмазной пастой АСМ НОМГ зернистостью 14/10, 5/3, 3/2 со скоростью резания 15 м/мин.

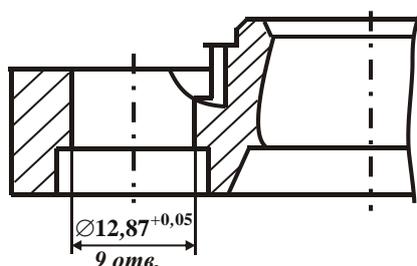


Рисунок 1 – Схема расположения сквозного отверстия в сепараторе

Для обработки использовался станок фирмы “Nagel”, работающий в автоматическом режиме, хонинговальная головка (рис. 2) диаметром $\varnothing 12,85_{-0,05}$ мм с двумя хонинговальными брусками $15 \times 3,88 \times 1$ зернистостью 60/40, 100%-ной концентрацией на металлической связке М2-01. Первоначально с помощью данной хонинговальной головки производилось хонингование отверстия в размер $\varnothing 12,87^{+0,05}$ мм. Затем хонинговальной головкой $\varnothing 12,98_{-0,05}$ мм производилось хонингование отверстия в размер $\varnothing 13^{+0,05}$ мм. В результате удалось процесс обработки выполнять в автоматическом режиме и повысить производительность обработки в 1,8 раза по сравнению с ручной притиркой, стабильно обеспечить перпендикулярность отверстия в пределах 0,05 мм, тогда как ранее достигалось значение 0,1 мм [4]. Это положительно отразилось на износостойкости отверстия при работе.

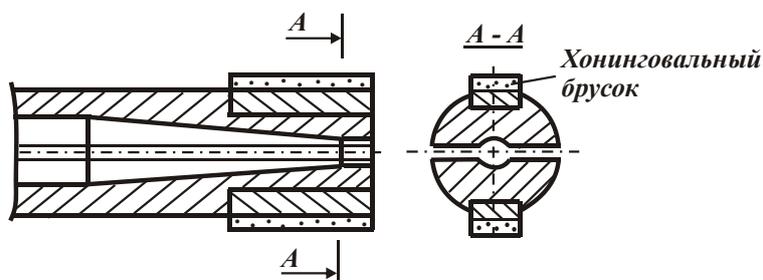


Рисунок 2 – Схема хонинговальной головки

Экспериментально установлено, что применение на данной операции высокоскоростного фрезерования позволяет в еще большей степени повысить производительность и точность обработки по сравнению с алмазным хонингованием, например, перпендикулярность отверстия равна 0,01 мм.

Были выполнены экспериментальные исследования процесса притирки пастой 64С М7 и карбидотитанистой пастой КТ отверстия во втулке из бронзы Бр 010-С2Н3 спутника с целью повышения эффективности данного процесса и исключения напироживания бронзы элементами пасты. Для этого экспериментально оценивалось влияние характеристик пасты и параметров режима резания на качество обработки. В результате установлено, что решить положительно данную задачу не представляется возможным, т.к. напироживание бронзы элементами пасты не устраняется. Исходя из этого был сделан вывод о необходимости применения другого более эффективного метода обработки отверстий. Поскольку бронза достаточно пластичный и вязкий материал, то предложено обработку производить рейбером – размерным инструментом для обработки металлов давлением и формирования точных отверстий. Обработка отверстий выполнялась последовательно тремя рейберами из твердого сплава ВК8 с получением диаметра отверстия $\varnothing 20^{+0,05}$ мм. Применялись следующие режимы обработки: частота вращения шпинделя $n=125$ об/мин, вертикальная подача стола $S=10$ мм/мин, смазка АМГ 10. В результате проведенных исследований установлено, что параметр шероховатости обработки R_a находится на уровне 0,32 мкм, а погрешность обработки отверстий равна 0,0015 мм. Это соответствует предъявляемым требованиям к обработке отверстий и самое главное – устраняет напироживание бронзы элементами пасты.

Проведенные производственные испытания обработанных отверстий показали, что их износ уменьшился приблизительно в два раза по сравнению с износом отверстий, обработанных пастой КТ. Таким образом установлено, что в случае обработки точных отверстий в деталях, изготовленных из пластичных материалов, эффективно финишную обработку осуществлять методами пластического деформирования материала взамен методов резания. Это позволяет улучшить параметры точности и шероховатости обработки, а в рассматриваемом нами случае еще и устранить нежелательное напироживание бронзы элементами пасты, что повышает износостойкость отверстия при работе.

В состав гидравлического привода входят героторные детали, которые выполняют роль насосов откачки и подкачки рабочей жидкости (рис. 3). Высокие требования по точности и чистоте рабочих поверхностей героторов приводят к необходимости применения многооперационной обработки (шлифования и доводки) при их изготовлении. Первоначально заготовка из материала 30Х3ВА в виде круга $\varnothing 44$ мм и толщиной 16 мм термообработывалась (HRC 30...38), далее готовились базы. Традиционная технология изготовления контура детали включала в себя фрезерование на станке с ЧПУ, предварительное шлифование контура на сложном приспособлении, азотирование, окончательное шлифование контура и ручное полирование. Несмотря на длительный цикл изготовления детали, до 20% обработанных деталей уходило в брак, т.к. вместо требуемой точности (до 10 мкм) специальное шлифовальное оборудование обеспечивало погрешность обработки до 15 мкм. Нарушенная поверхность профиля затем дорабатывалась ручным полированием войлочным кругом с абразивной пастой R0,8. Однако, ручное исправление погрешности обработки путем полирования контура эпициклоиды приводит к подключению в процесс человеческого фактора, а это вносит дополнительную нестабильность.

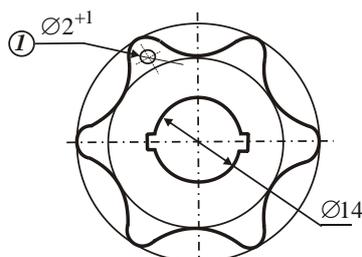


Рисунок 3 – Общий вид обрабатываемой детали

Для уменьшения потерь от брака и исключения ручных полировальных работ была разработана новая технология изготовления героторных деталей, согласно которой требуемый профиль получался с применением прово-

лочного электроэрозионного станка "Sodik" (производство Японии). В связи с переходом на новую технологию был заменен материал детали на ШХ15-Ш, который подвергался только закалке HRC 56...61, исключалось азотирование материала. В результате применения данной технологии повысилась точность обработки геометрической формы до 5...8 мкм. Это позволило исключить потери от брака деталей. Данная технология также позволила исключить операции шлифования и ручного полирования. Внутренние пазы изготавливаются без применения дорогостоящего инструмента – протяжек, с более высокой и стабильной точностью.

На основании сказанного можно заключить, что принципиальное изменение технологического процесса обработки позволило: уменьшить потребность в сложных приспособлениях и режущих инструментах; обеспечить при электроэрозионном способе обработки деталей многостаночное обслуживание станков; стабильно обеспечить высокое качество изготовления сложного контура детали и снизить трудоемкость ее изготовления в 4 раза; исключить необходимость приобретения дорогостоящего абразивного шлифовального и правящего алмазного инструмента.

Список литературы: 1. Новиков Ф.В. Повышение эффективности технологии финишной обработки деталей пар трения поршневых насосов / Ф.В. Новиков, С.М. Яценко // Труды 13-й Международной научно-технической конференции. Физические и компьютерные технологии. – Харьков: ХНПК "ФЭД", 2007. – С. 8-20. 2. Рябенков И.А. Исследование погрешностей механической обработки отверстий / И.А. Рябенков // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2008. – №4/4 (34). – С. 55-59. 3. 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. 4. Теоретические основы резания и шлифования материалов: Учеб. пособие / А.В. Якимов, Ф.В. Новиков, Г.В. Новиков, Б.С. Серов, А.А. Якимов. – Одесса: ОГПУ, 1999. – 450 с.

Поступила в редакцию 01.11.2010