

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Новиков Ф.В., докт. техн. наук

(Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця)

Жовтобрюх В.А., канд. техн. наук, директор

(ООО Технический Центр "ВариУс", г. Днепропетровск)

The results of development and introduction of effective technological processes machining hydraulic system

Повышение производительности и снижение себестоимости обработки, обеспечение высоких требований к точности и качеству изготовления деталей гидравлических систем предполагает применение износостойких, обладающих высокой режущей способностью инструментов и высокоточных современных станков с ЧПУ. Это, например, стало решающим фактором в решении проблемы экономичного изготовления деталей гидравлических систем, таких как плунжер, пята и сферическая втулка (рис. 1) [1, 2].

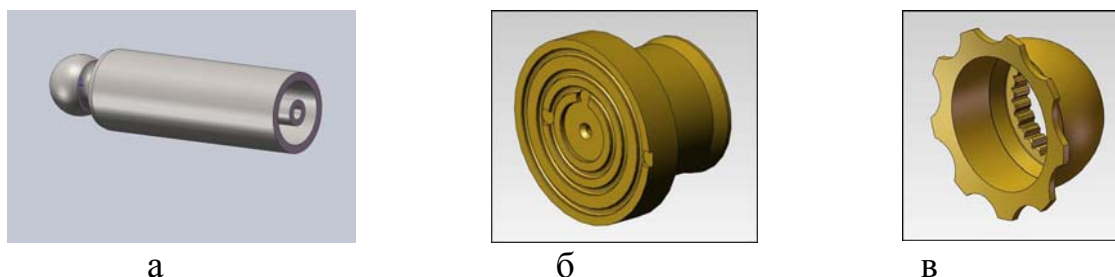


Рис. 1. Детали гидравлических систем: а - плунжер; б - пята; в - втулка сферическая

Плунжер изготавливается из стали 40ХФ2, а пята и втулка сферическая – из литейной латуни ЛМцСКА. Обработку указанных деталей (более 10 разновидностей и типоразмеров деталей) предложено осуществлять на высокопроизводительном двухшпиндельном токарном обрабатывающем центре PUMA 2100MS с приводным фрезерным инструментом (ось С) и контр-шпинделем (“DOOSAN” производства Южная Корея), оснащенный револьверной головкой для смены инструмента и системой управления (ЧПУ) Fanuc Oi-TD (рис. 2). Для каждого изделия был изготовлен отдельный комплект зажимной оснастки, а для операций кольцевого фрезерования и глубокого сверления – станок комплектовался мощной гидростанцией на 70 бар.

При разработке новой технологии механической обработки деталей гидравлических систем был сделан основной упор на фактор экономичности, связанный, с одной стороны, с повышением производительности и уменьшением себестоимости обработки, а с другой стороны, с универсализацией оборудования с ЧПУ путем применения нестандартных режущих инструментов и специальной оснастки.

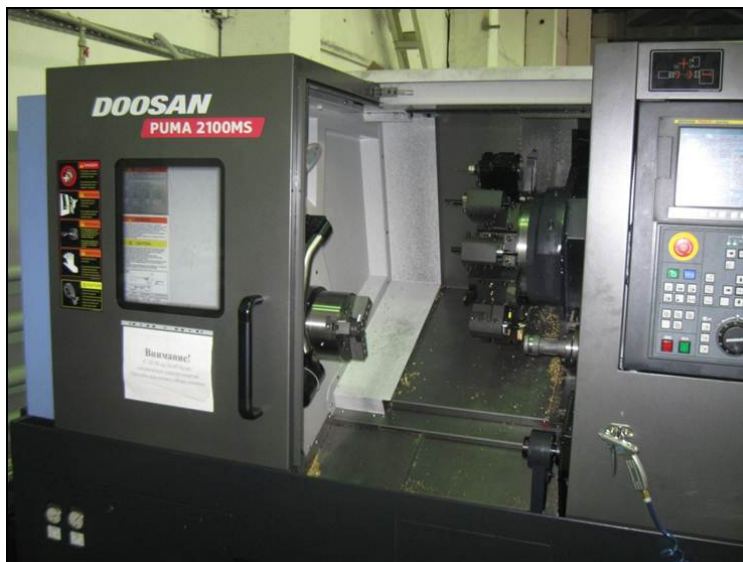


Рис. 2. Высокпроизводительный двухшпиндельный токарный обрабатывающий центр PUMA 2100MS с приводным фрезерным инструментом и контр-шпинделем (“DOOSAN”)

Так, ранее рассмотренные детали: плунжер, пята и втулка сферическая обрабатывались на различном оборудовании. Даже отдельные операции приходилось выполнять на разных станках. Например, токарную обработку плунжера производили на одном оборудовании, а глубокое сверление – на специальном станке для глубокого сверления. В данный момент эти операции объединены и выполняются на одном станке “DOOSAN”. Кроме того, используя станки агрегатного типа, сложно корректировать размер обрабатываемой детали в связи с износом режущего инструмента. Для введения коррекции на агрегатном станке необходимо затрачивать более 5 минут. Для ввода коррекции на станке “DOOSAN” с ЧПУ – всего 20 секунд. Например, при обработке на агрегатном станке при обнаружении брака на 3-х обработанных деталях из 7, очевидно, и 4 последующие обработанные детали уйдут в брак. При использовании станка “DOOSAN” имеется возможность контролировать каждую деталь и таким образом исключается брак при обработке. При этом появляется возможность увеличения производительности обработки на каждой операции за счет того, что станок “DOOSAN” обладает повышенной жесткостью.

Следовательно, применение такого оборудования как станок с ЧПУ “DOOSAN” позволяет решить проблему экономичности и производительности обработки главным образом за счет его универсализации, возможности обработки трех рассматриваемых типов деталей (плунжер, пята и втулка сфериче-

ская) на одном станке. При этом сокращаются затраты на энергоресурсы. Для обслуживания станка необходим один человек, тогда как для обработки данных деталей на агрегатных станках необходимо более 5 человек, что позволяет экономить фонд заработной платы рабочих. Кроме того, минимизируется количество бракованных деталей. Характеристики станка “DOOSAN” позволяют производить токарную обработку деталей различной конфигурации. В случае изменения конструкции детали возможна быстрая переналадка оборудования.

Ниже приведены результаты экспериментальных исследований применения сборных конструкций твердосплавных инструментов с износостойкими покрытиями взамен традиционно используемых для обработки рассмотренных выше трех типичных деталей гидравлических систем: плунжера, пяты и втулки сферической (рис. 1). Первоначально рассмотрены возможности повышения эффективности операций механической обработки плунжера.

1. По существующей технологии получистовая обработка наружной цилиндрической поверхности плунжера производилась обычным контурным резцом из твердого сплава T15K6 с режимом резания: $V=40$ м/мин, $S=0,15$ мм/об, $t=1,0$ мм. С целью повышения производительности и снижения трудоемкости и себестоимости обработки предложено использовать современный сборный токарный резец TDJNL 2525 M15 со сменной многогранной пластиной TT8125 DNMG 150608 FC с износостойким покрытием (рис. 3) производства фирмы TaeguTec (Южная Корея). Благодаря высоким стойкостным характеристикам многогранных сменных пластин с износостойким покрытием удалось интенсифицировать режим резания: $V=100$ м/мин, $S=0,1$ мм/об, $t=2,0$ мм. Это позволило в 3 раза увеличить производительность обработки и главное – уйти от многочисленных перезаточек инструмента и таким образом уменьшить трудоемкость и себестоимость обработки.



Рис. 3. Сборный токарный резец со сменной многогранной пластиной TT8125

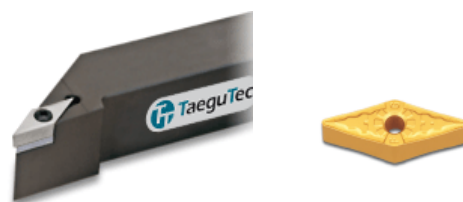


Рис. 4. Сборный токарный резец с углом в планк 93° и со сменной многогранной пластиной TT8115

2. Еще больший эффект был достигнут на операции чистовой токарной обработки, а также при формировании сферы и радиуса плунжера. Согласно действующей технологии, данная операция осуществляется тем же твердосплавным резцом с режимом резания: $V=45$ м/мин, $S=0,1$ мм/об, $t=0,08$ мм. Взамен этого резца предложено использовать современный сборный токарный резец SVJNL 2525 M13 с углом в плане 93 градуса со сменной многогранной пластиной TT8115 (рис. 4) VNMG 130404 FG, которая по твердости выше пласти-

ны ТТ8125 (используемой для получистой обработки). Режим резания: $V=250$ м/мин, $S=0,12$ мм/об, $t=0,3$ мм. В результате удалось повысить производительность обработки более чем в 10 раз.

3. Для сверления отверстий в плунжере по существующей технологии применялись центровочные сверла из быстрорежущей стали Р18 с режимом резания: $V=40$ м/мин, $S=0,1$ мм/об. Применение сверла ЕСЕМ 2060 из сплава UF 20 (рис. 5) позволило увеличить скорость резания до $V=80$ м/мин при такой же подаче $S=0,1$ мм/об.



Рис. 5. Сверло ЕСЕМ 2060 из сплава UF 20

С целью повышения производительности и качества обработки отверстий были разработаны и внедрены кардинально новые конструкции сверл для глубокого сверления отверстия $\varnothing 3,15$ мм SPGD-03150-0410-30577-01 с длиной режущей части 125 мм. Сверление рекомендуется производить с режимом резания: $V=60$ м/мин, $S=0,08$ мм/об.

Далее приведены разработанные эффективные операции механической обработки детали “пяты” (рис. 1,б).

1. По действующей технологии получистовая обработка наружной цилиндрической поверхности детали “пяты” производилась фасонным резцом из быстрорежущей стали Р18 с режимом резания: $V=100$ м/мин, $S=0,1$ мм/об, $t=2,0$ мм. Взамен этого инструмента был применен современный сборный токарный



Рис. 6. Сборный токарный резец со сменной многогранной пластиной из сплава К10

резец TDJNL 2525 M15 со сменной многогранной пластиной DNMG 150608 ML из сплава К10, состоящего из WC+Co (рис. 6, табл. 1). Режим резания: $V=350$ м/мин, $S=0,25$ мм/об, $t=1,5$ мм. В результате производительность обработки увеличилась в 6 раз, почти в такое же количество раз уменьшилась себестоимость обработки.

Таблица 1

Механические и физические свойства твердого сплава К10

Модуль упругости, Н/мм ²	Предел прочности на изгиб, Н/мм ²	Предел прочности на сжатие, Н/мм ²	Твердость (HRA)	Теплопроводность, кал/(см·с·К)	Коэффициент теплового расширения, 10 ⁻⁶ /град
620	>2400	6200	92,7	0,19	4,7

2. Обработка 3-х глухих отверстий $\varnothing 3,18 \pm 0,24$ мм ранее производилась специальным сверлом $\varnothing 3,18$ мм из быстрорежущей стали Р18 отечественного производства с режимом резания $V=30$ м/мин, $S=0,05$ мм/об. В последствии на

этой операции предложено применять специальное твердосплавное сверло BOF D3.18X0.7X60-6 из ультрамелкозернистого твердого сплава UF10 (рис. 7) с режимом резания $V=120$ м/мин, $S=0,07$ мм/об. Это позволило более чем в 5 раз повысить производительность обработки при одновременном уменьшении себестоимости обработки.

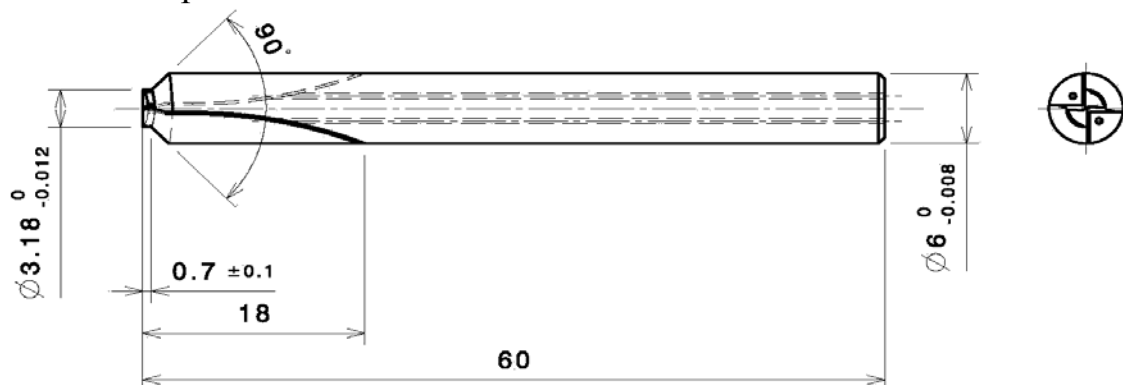


Рис. 7. Чертеж твердосплавного сверла BOF D3.18X0.7X 60-6 из сплава UF10

3. Обработка центрального отверстия $\varnothing 1,57^{+0,11}_{-0,04}$ мм ранее производилась специальной фрезой $\varnothing 1,57$ мм из быстрорежущей стали P18 отечественного производства с режимом резания $V=30$ м/мин, $S=0,05$ мм/об. Применение специальной твердосплавной фрезы SSD D1.6X20FX70-6 из сплава UF10 (рис. 8) с режимом резания: $V=100$ м/мин, $S=0,07$ мм/об, позволило в 5 раз увеличить производительность и снизить себестоимость обработки.

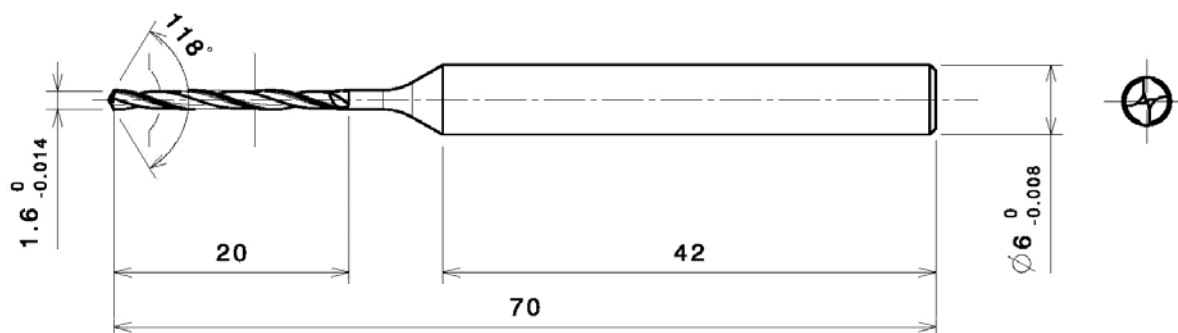


Рис. 8. Чертеж твердосплавной фрезы SSD D1.6X20FX 70-6 из сплава UF10

4. Точение торцовых канавок предложено выполнять с режимом резания: $V=150$ м/мин, $S=0,1$ мм/об канавочным резцом со сменной пластиной TTER 2525-2T8 и TDFT 1.25-0.38-D22 K10 соответственно. Ранее эта операция производилась напайным канавочным резцом из быстрорежущей стали P18 с режимом резания: $V=70$ м/мин, $S=0,07$ мм/об. В итоге достигнуто увеличение производительности обработки до 3-х раз.

5. Черновая операция растачивания отверстия $\varnothing 17,12 \pm 0,04$ выполняется резцом S16P SVJCR-11-UKR с использованием сменной пластиной VCGT 110304 FL из сплава K10 (рис. 9) с режимом резания: $V=110$ м/мин, $S=0,08$ мм/об, $t=0,5$ мм. Ранее данная операция выполнялась с использованием



Рис. 9. Сменная пластина из сплава K10

резания: $V=50$ м/мин, $S=0,05$ мм/об. Благодаря использованию сборных фрез SBE 20304 и SBE 20394 из твердого сплава UF10, которые позволяют реализовать режим резания: $V=150$ м/мин, $S=0,08$ мм/об, удалось повысить скорость резания и производительность обработки в 3 раза.

7. Обработка стопорной канавки по новой технологии производится токарным резцом MVQNR 2525 M16 со сменной пластиной VNGG 160404 ML из сплава K10 с режимом резания: $V=420$ м/мин, $S=0,1$ мм/об, $t=0,5$ мм. Ранее использовался контурный резец из быстрорежущей стали P18 отечественного производства с режимом резания: $V=110$ м/мин, $S=0,08$ мм/об, $t=0,1$ мм. Это позволило многократно (более чем в 10 раз) повысить производительность обработки.

Произведена оценка эффективности применения разработанных операций механической обработки детали “втулка сферическая” (рис. 1,в).



1. По действующей технологии операция полуступовой обработки наружной цилиндрической поверхности детали “втулка сферическая”, а также торцовой поверхности производилась фасонным резцом из быстрорежущей стали P18 с режимом резания $V=100$ м/мин, $S=0,1$ мм/об, $t=2,0$ мм.

Взамен этого инструмента был применен современный сборный токарный резец TDJNL 2525 M15 со сменной многогранной пластиной DNMG 150608 ML из сплава K10 (рис. 10). Это позволило реализовать следующий режим резания: $V=350$ м/мин, $S=0,25$ мм/об, $t=1,5$ мм.

2. Растачивание, а также обработка торца втулки ранее выполнялись контурным резцом из быстрорежущей стали P18 с режимом резания: $V=110$ м/мин, $S=0,08$ мм/об, $t=0,1$ мм.



Рис. 11. Токарный резец с углом в плане 93° , оснащенный пластиной из сплава K10

Предложено обработку производить токарным резцом S25T SDUCR 11 с углом в плане 93 градуса, оснащенный пластиной DCGT 11T304 FL из сплава K10 (рис. 11) с режимом резания: $V=250$ м/мин, $S=0,2$ мм/об, $t=1,0$ мм. В результате достигнуто увеличение производительности обработки более чем в 10 раз.

3. Фрезерование круглых лысок (“звездочки”) по действующей технологии производилось фрезой Ø10 мм из быстрорежущей стали отечественного производства с режимом резания: $V=30$ м/мин, $S=0,08$ мм/об. Данная фреза была заменена на фрезу REMA 3100С из твердого сплава UF10 (рис. 12). Это позволило интенсифицировать режим резания: $V=100$ м/мин, $S=0,15$ мм/об и более чем в 6 раз повысить производительность обработки.



Рис. 12. Фреза REMA из твердого сплава UF10

Список литературы: 1. Новиков Ф.В. Разработка эффективных технологий механической обработки деталей машин / Ф.В. Новиков, В.А. Жовтобрюх // Автомобильный транспорт: сборник научных трудов. – Х.: ХНАДУ, 2011. – Вып. 29. – С. 212-215. 2. Жовтобрюх В.А. Повышение эффективности механической обработки деталей гидравлических систем путем выбора рациональных параметров операций по критерию себестоимости: автореф. дис. на соискание научн. степени канд. техн. наук: спец. 05.02.08 “Технология машиностроения” / В.А. Жовтобрюх. – Мариуполь: ПГТУ, 2012. – 21 с.