

## УДК 621.923.9

### СОЗДАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РОБОТИЗИРОВАННОЙ ОТДЕЛОЧНОЙ ОБРАБОТКИ КОРПУСОВ ПЛУНЖЕРНЫХ АВИАЦИОННЫХ НАСОСОВ

Дмитрий Сергеевич Ненюк, Даниил Олегович Зотин

*Магистры 2 года*

*кафедра «Технологии и оборудование машиностроения»*

*Московский Политехнический Университет*

*Научный руководитель: М.В. Вартанов,*

*доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии и оборудование машиностроения»*

Интерес к промышленным роботам увеличивается в связи с попытками их применения в новых областях. Новой областью применения промышленных роботов является механическая обработка. Роботы имеют ряд технологических преимуществ в сравнении со станками с ЧПУ:

более низкая стоимость в сравнении со станками с ЧПУ;

более низкие эксплуатационные затраты;

большие кинематические возможности;

скорость перемещений;

большие возможности переналадки, что делает возможным применение роботов в многономенклатурном производстве.

Известен также ряд технологических недостатков роботов:

недостаточная жесткость;

недостаточная точность позиционирования.

Точная обработка стальных деталей требует тщательного удаления заусенцев. Технологические возможности роботов очень хорошо подходят для данной операции. Производственники часто рассматривают роботов только как средство сокращения трудоемкости. Однако роботы способны обеспечить повышение производительности и качества обработки. Универсальность роботов связана с двумя факторами: большей гибкостью в сравнении со станками с ЧПУ и более высокой надежностью. Опыт промышленного применения роботов подтверждает, что они имеют более высокий коэффициент использования по времени. Роботы гораздо легче адаптируются к изменению номенклатуры деталей и видам операций, чем станки с ЧПУ. При этом быстрее окупаются капитальные вложения, ниже эксплуатационные расходы, выше гибкость производства. Это основные причины, по которым производители все чаще начинают задумываться о применении роботов вместо станков с ЧПУ.

Общие описание технологического задания

В условиях многономенклатурного производства слесарные и отделочные операции в большинстве случаев выполняются вручную. При производстве гидроагрегатов весь объем операции по снятию заусенцев, полировке и доводке выполняется вручную. В настоящее время предприятие рассматривает возможные варианты автоматизации данного вида работ. Например, при слесарной обработке корпуса плунжерного авиационного насоса (рис. ) трудоемкость составляет от 4,5 до 6 нормо-часов. Предприятие рассматривает возможность роботизации данных операций. Для решения поставленной задачи была предложено, следующий роботизированный технологический комплекс (РТК).

Основание для разработки комплекса

Исходные данные:

|                                   |             |
|-----------------------------------|-------------|
| Производительность                | 4000 шт/год |
| Количество номенклатурных позиций | 20 шт.      |
| Минимальный размер партии         | 3-5 шт.     |
| Максимальный вес детали           | 7 кг.       |

Усилие резания при текущей технологии 3 кг.

Общее описание роботизированного комплекса

Назначение РТК

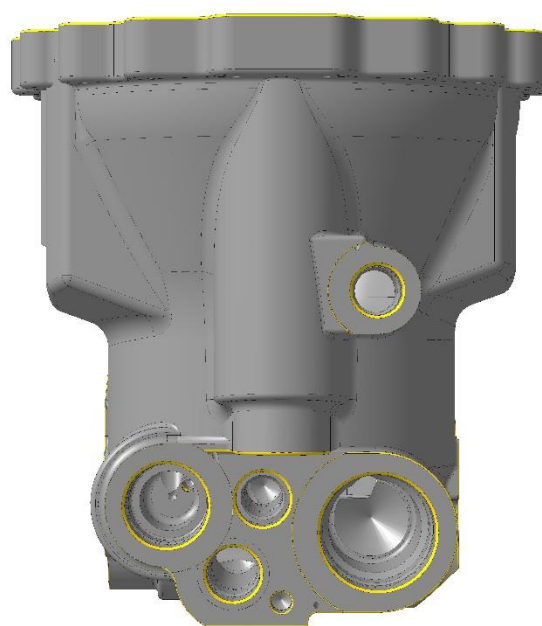
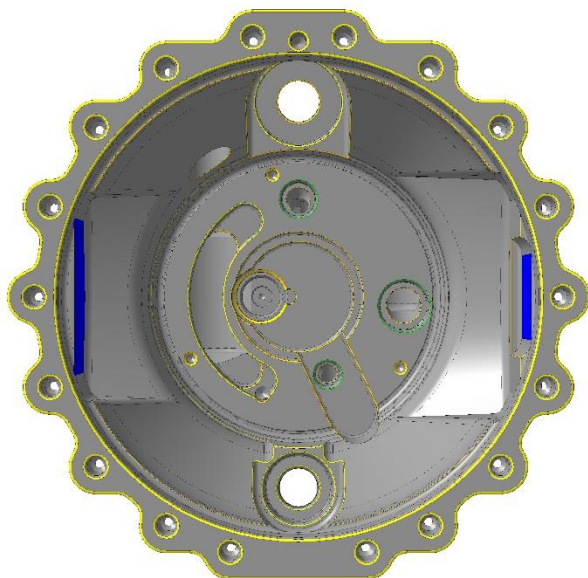
Роботизированный технологический комплекс (далее РТК) разработан для обеспечения автоматического цикла выполнения слесарных операций, включая:

снятие заусенцев, притупление острых кромок наружных и внутренних фасок и скруглений согласно ОСТ 1 0022-80 (Наружные кромки от 0,1 до 0,4; внутренние кромки от 0,2 до 0,8 мм) заправка и полировка  $R0,5^{+0,5}$  мм в отверстиях и на дне корпуса  $\varnothing 20H7$ ,  $\varnothing 14H7$ ,  $\varnothing 10H9$ ;

зачистка плоских поверхностей внутреннего прямоугольного кармана до шероховатости  $Ra 0,63$  после выполнения токарных, фрезерных, сверлильных и других операций.

РТК предназначен для автоматизированной слесарной обработки номенклатуры деталей типа «Корпус гидронасоса», «Корпус гидромотора», «Корпус привода-генератора» согласно технического задания. РТК позволяет выполнять обработку деталей из и алюминиевых сплавов.

Используемый инструмент и кинематика оборудования позволяют выполнять обработку как с внутренним расположением поверхностей (рис. ) (снятие внутренних заусенцев на входе/выходе отверстий, снятие заусенцев в пересекающихся отверстиях и т.п.), так и с наружным (рис. ) (снятие заусенцев на наружной поверхности деталей, снятие заусенцев с кромок, с плоских поверхностей и т.п.).



а)

б)

Рисунок 1. Вид корпуса плунжерного насоса: а) внутреннее расположение поверхностей б) внешнее расположение поверхностей

Построение физической модели в процессе обработки.

### 1. Прорабатывается точная 3D модель изделия.

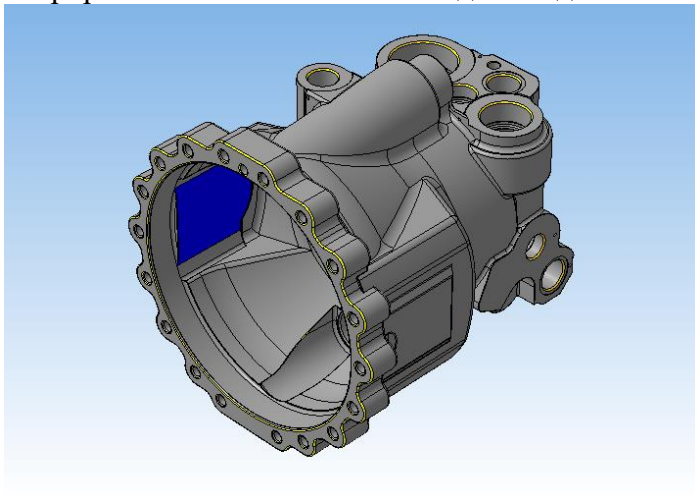


Рисунок 2. 3D-модель корпуса.

Обычно модель детали прорабатывается на стадии проектирования агрегата конструктором предприятия изготовителя.

### 2. 3D модель детали открывается в программе Robot Studio, нулевая точка робота привязывается к одной из баз корпуса, выбираются поверхности для обработки

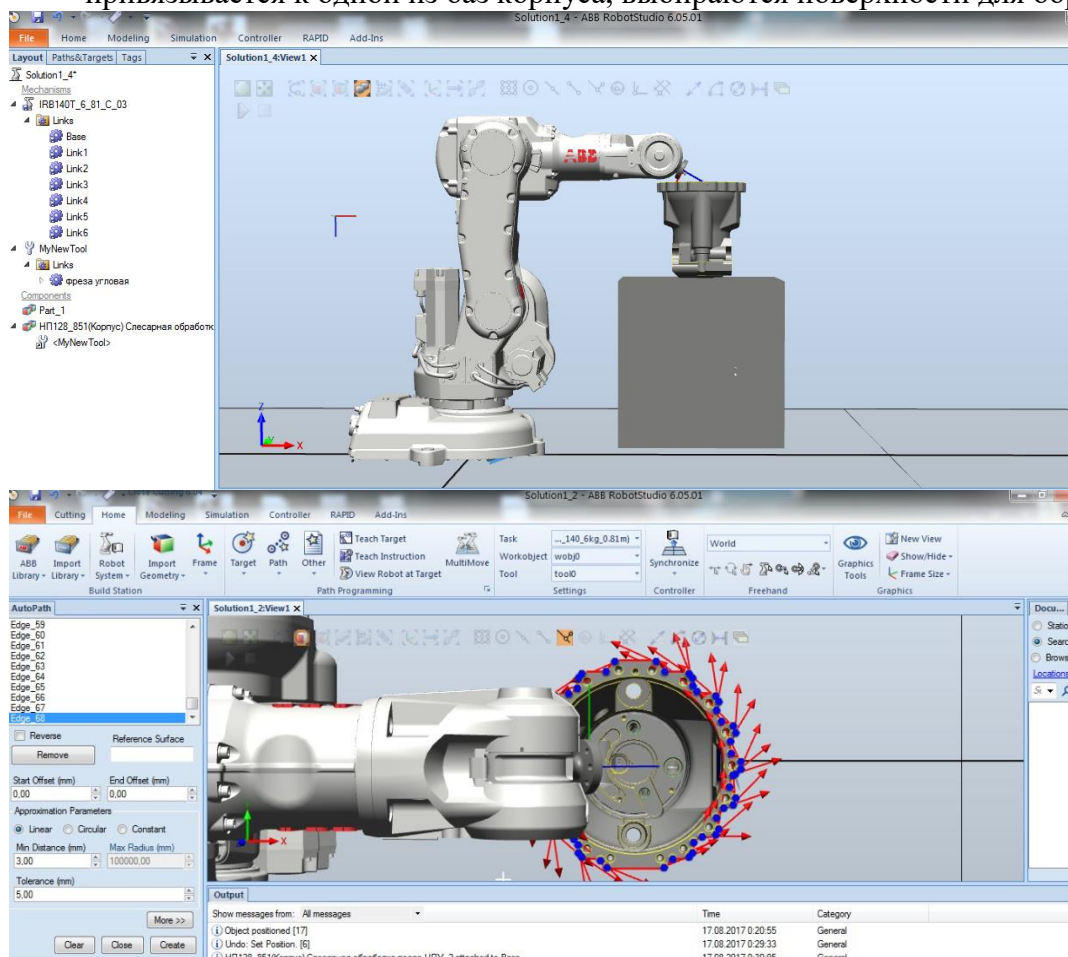


Рисунок 3. Выбор поверхностей обработки.

3. Программа анализирует выбранные плоскости, конвертирует движение привода робота в программный код, который синхронизируется со стойкой робота.

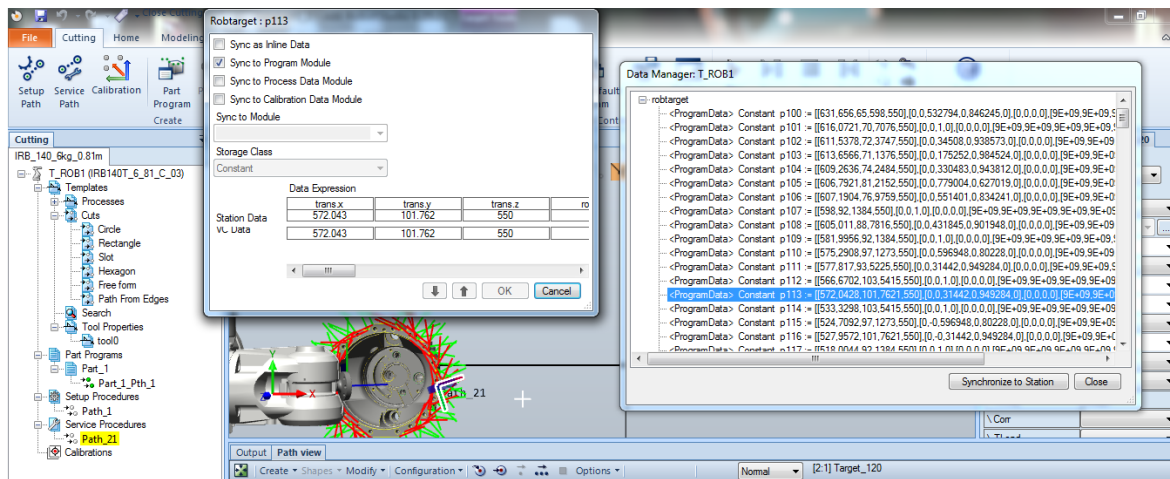


Рисунок 4. Траектория движения робота.

### Выбор режущего инструмента

Для автоматизации слесарной операции, была проделана следующая работа. Производился подбор режущего инструмента, который позволяет проводить снятие заусенцев и притупление кромок на сложных поверхностях, а так же зачистку кромок на внутренних пересекающихся отверстиях с помощью эластичных абразивных или керамических элементов на гибком стержне.

- снятие заусенцев, притупление острых кромок наружных и внутренних фасок и скруглений согласно ОСТ 1 0022-80 (Наружные кромки от 0,1 до 0,4; внутренние кромки от 0,2 до 0,8 мм)
- заправка и полировка  $R0,5^{+0,5}$  мм в отверстиях и на дне корпуса  $\varnothing 20H7$ ,  $\varnothing 14H7$ ,  $\varnothing 10H9$ ;
- зачистка плоских поверхностей внутреннего прямоугольного кармана до шероховатости Ra 0,63.

### Режущее волокно

Для обработки кромок пересекающихся отверстий и обработки в отверстиях отлично подойдут абразивные щетки из режущего волокна.

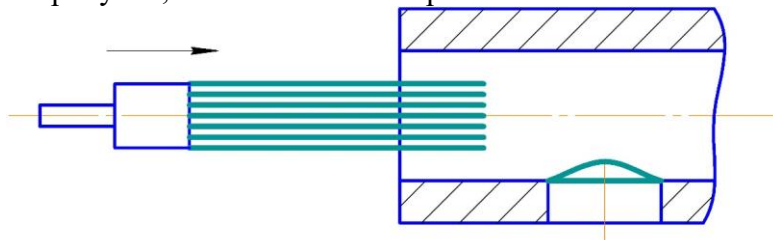
Под действием центробежной силы ворсинки щетки прижимаются к стенкам отверстия и происходит удаление заусенцев на кромках пересекающихся отверстий. Щетка также может быть использована для полировки или удаления следов обработки на внутренних станках цилиндра.

### Применение

Удаление заусенцев не более 0,6 мм, образованного на кромке пересекающихся отверстий  
Полировка внутренней поверхности цилиндра и удаление следов обработки инструментом.  
Полировка дна глухих отверстий.

Щетка не предназначена для обработки отверстий с резьбой или другими прерывистыми поверхностями, так как ворсинки могут повредиться о кромки.

На рисунке, показан способ обработки.



ШАГ 1. Ввести щетку в отверстие  
без вращения

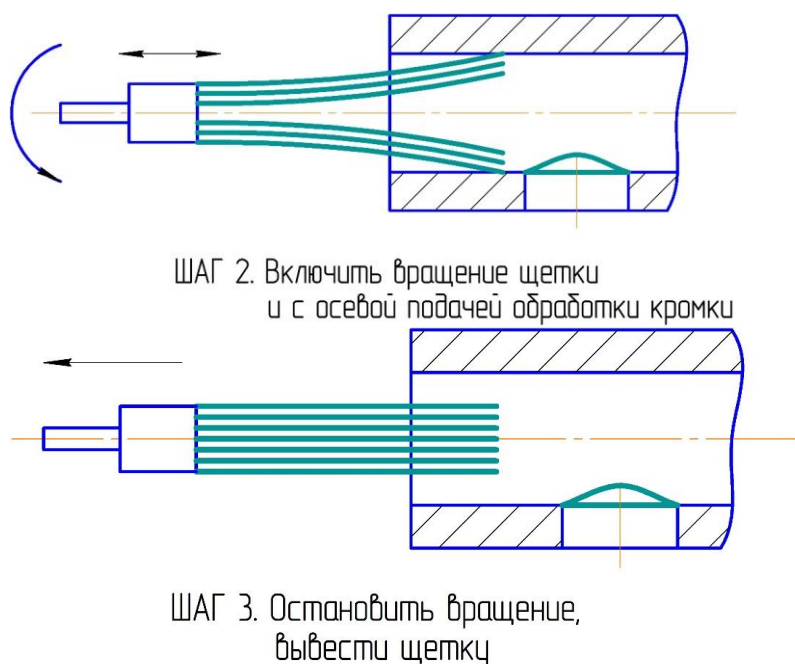


Рис.5.Способ обработки режущими щётками

Удаление заусенцев по внешнему контуру

снятие заусенцев, притупление острых кромок наружных и внутренних фасок и скруглений  
согласно ОСТ 1 0022-80 (Наружные кромки от 0,1 до 0,4 мм)

Конической формы борфреза по DIN 8032

и зубом по DIN 8033 с углом (90°).

Зачистка плоских поверхностей внутреннего прямоугольного кармана до шероховатости Ra  
0,63

Круг вулканитовый полировальный гибкий мягкий (ГМ) 100X20X10 ГОСТ 51967-2002

Вулканитовая связка- многокомпонентная композиция ; основной компонент – синтетический  
каучук. В качестве добавок: вулканизирующий агент – сера, ускорители вулканизации (каптакс,  
тиурам и др.), минеральные и органические наполнители регулирующие физико-механические и  
эксплуатационные свойства абразивных инструментов и формовочные свойства массы.Инструмент на вулканитовой связке обладает эластичностью и плотностью, поэтому может  
использоваться как при обычных видах шлифования, так и при полирующих операцияхЗаправка и полировка R0,5<sup>+0,5</sup> мм в отверстиях и на дне корпуса Ø20H7, Ø14H7, Ø10H9.Шлифовальные головки изготавливаются из керамической связки и зеленого карбида кремния.  
Очень открытаяструктура и специальная пропитка обеспечивают очень высокую производительность при  
обработке вязких материалов.Головки специально предназначены для обработки алюминия и цветных металлов и  
характеризуется высокой степенью шлифования и хорошей производительностью съема металла.

Для обработки результатов экспериментов и разработки технологических рекомендаций  
используется система обратной связи- силомоментный датчик ,ATI Axia F/T Sensor который  
измеряет компоненты силы и крутящего момента (Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz) и передает эти данные на  
клиентские устройства через Ethernet. В соответствии с показателями силы, разложенными по осям,  
мы сможем автоматизировать процесс управления обработкой, привязав качество поверхности к  
определенным экспериментально выведенным значениям для конкретного материала и  
конкретной поверхности.



Рисунок 6. Силомоментный датчик ATI Axia F/T Sensor

### **Литература**

1. Божкова Л.В., Вартанов М.В., Автоматизация сборки изделий с применением роботов и виброустройств. – М.: Наука, 2013. –318с.
2. Krantz M., Andersson R. *Robotized Polishing and Deburring with Force Feedback Control*. // Department of Engineering Science, S-461, Sweden 2010.