

## Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971  
ISI (Dubai, UAE) = 0.829  
GIF (Australia) = 0.564  
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912  
ПИИИ (Russia) = 0.126  
ESJI (KZ) = 8.997  
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630  
PIF (India) = 1.940  
IBI (India) = 4.260  
OAJI (USA) = 0.350

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

### International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2020 Issue: 09 Volume: 89

Published: 18.09.2020 <http://T-Science.org>

QR – Issue



QR – Article



**A. O. Ataulayev**

Navoi state mining institute  
the department "Technology of mechanical engineering", PhD

**M. F. Sabov**

Navoi state mining institute  
the department "Technology of mechanical engineering", assistant

## METALWORKING MANUFACTURING ENTERPRISES BASED ON CNC MACHINES

**Abstract:** today robots and machines are an integral part of manufacturing enterprises. When forming production from serial to mass, software is used that is tailored to the type of production. In many countries, automated production is a modern production condition in the development and formation of products. Today, all types of automated production are based, in addition to the design of machines and mechanisms, software that will provide a holistic interaction with all the driving elements on the complex of machines and mechanisms.

**Key words:** automation, parts grouping, small-scale production, numerical control systems, control program, subroutine template.

**Language:** Russian

**Citation:** Ataulayev, A. O., & Sabov, M. F. (2020). Metalworking manufacturing enterprises based on CNC machines. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 09 (89), 301-306.

**Soi:** <http://s-o-i.org/1.1/TAS-09-89-34> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2020.09.89.34>

**Scopus ASCC:** 2200.

### МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ, БАЗИРУЮЩИЕСЯ НА СТАНКАХ С ЧПУ

**Аннотация:** На сегодняшний день роботы и машины являются неотъемлемой частью производственных предприятий. При формировании производства от серийного до массового используется программное обеспечение подточенные под тип производства. Во многих странах автоматизированное производство является современным производственным условием при разработке и формирования продукции. На сегодняшний день, все типы автоматизированного производства основываются, по мимо конструкции машин и механизмов, программном обеспечении, которые будут обеспечивать целостное взаимодействие со всеми движущими элементами на комплексе машин и механизмов.

**Ключевые слова:** Автоматизация, группирование деталей, мелкосерийное производство, системы числового программного управление, управляющая программа, шаблон подпрограмм.

#### Введение

Исследуя этап разработки управляющей программы на мелкосерийном производстве, было выявлено, что с начала моделирования деталей и заканчивая написанием подпрограммы для станков с ЧПУ, требуется для однотипных деталей формировать подпрограмму сначала, т.е., процесс разработки детали типа «фланец» имеющий геометрические характеристики:  $L=75\text{мм}$ ,

$d=205\text{мм}$ ,  $D=65\text{мм}$ ,  $2 \times 450$ , а также могут быть фасонные поверхности специального типа, для таких деталей типа «фланец» разработан шаблон подпрограммы состоящих из циклов. При обработке групповых деталей одного типа, повторяются обрабатываемые поверхности такие как: позиционные отверстия, фаски, фасонные поверхности и т.д., при действие повтора циклов для групповых деталей одного типа, сокращается

## Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.126	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.997	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

время на разработку подпрограммы. При наличие изменений геометрических поверхностей отличающийся от типовой детали, станочник на месте скорректирует элементы геометрических отличий.

Проанализируем вычислительную платформу производственных предприятий, а точнее рассмотрим тип производства — мелкосерийное, здесь можно наблюдать, что во многих странах этот тип производства остался в исходном виде, т.е. людное производство, но преимущество этого производства является гибким при переналадке. Станочные парки мелкосерийного производства сейчас оснащены вычислительными системами, к примеру, станки (токарные, фрезерные и т.д.), базируются на системе ЧПУ (числовое программное управление), а системы ЧПУ могут использоваться в зависимости от оборудования производства, т.е. если металлообрабатывающее производственное предприятие то, на таких станках устанавливаются системы ЧПУ таких брендов как: 1)Siemens; 2) Fanuc; 3) AxiOMA Control. Языком программирования систем числового управления является G-код, который имеет две группы, это: 1) G - функции (основные команды); 2) M - функции (вспомогательные команды).[1]

Разработка управляющей программы под систему числового управления AxiOMA Control будет иметь несколько этапов формирования на сверлильном станке с ЧПУ, ниже приведена основные элементы, которые будут базироваться на языке G- кода, продемонстрирована часть управляющей программы для заготовки типа «фаска». [1]

### Код программы под систему AxiOMA Control

Обработка отверстия детали фланец (рис.3), будет осуществлен с помощью циклов в AxiOMA Control.

```
G17 G90 G15 G191 G71 G72 G172 G272 G94
G97 G49 G40 G00 G80 G98 G53 G153 G193 G64
BRISK // Строка безопасности [1]
```

```
..... ....
N10 G00 X25 Y0 Z0 F540
N20 G81 X25 Y0 Z0 Q3=540 Q5=25 Q6=0.3 //
сверление отверстие с циклом G81
..... ....
M30 // конец программы
```

Обработка внутренних канавок детали типа «фланец»

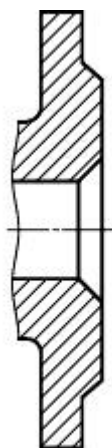


Рис 1. Деталь типа «фланец»

```
G17 G90 G15 G191 G71 G72 G172 G272 G94
G97 G49 G40 G00 G80 G98 G53 G153 G193 G64
BRISK // Строка безопасности
```

```
..... ....
N10 X10 Y0 Z25 F320
N20 G281 X10 Y0 Z25 Q3=320 Q5=-2 Q6=2
Q7=1.5 Q8=0.6 Q9=-4// канавка с торца
глубиной длиной 4мм
```

```
N20 G281 X8 Y0 Z20 Q3=320 Q5=-2 Q6=2
Q7=1.5 Q8=0.6 Q9=-5// канавка с длиной 5мм
```

```
..... ....
M30// конец программы
```

Станочные циклы имеют разновидности в зависимости от компании которая предлагает СЧПУ, такие как : 1) Fagor; 2) Siemens; 3) AxiOMA Control; 4) Heidenhain

Архитектура СЧПУ разные у всех этих трех моделей , и у всех есть свои достоинства и недостатки. В Fagor и Siemens компания уже разработала решения связанное с циклами обработки это: ShopTurn, ShopMilling [2]

На данном этапе нужно разработать управляющую программу с применением

## Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971  
ISI (Dubai, UAE) = 0.829  
GIF (Australia) = 0.564  
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912  
РИИЦ (Russia) = 0.126  
ESJI (KZ) = 8.997  
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630  
PIF (India) = 1.940  
IBI (India) = 4.260  
OAJI (USA) = 0.350

станочных циклов в G-коде, этот способ формирования операций на обработку детали представитель даст возможности для групп деталей с аналогичными сложностями. Для этой методике выберем программный эмулятор AxiOMA Control так как эта программа даст все возможности для разработки данной методике. [2]

Способы разработки:

- 1) Ручной набор кода
- 2) Ручные перемещения узлов станка в режиме обучения
- 3) Программирование на станке с помощью циклов

Обработка выемки, паза, канавки, сложной поверхности в отверстиях и т.д. такие поверхности считаются сложными при программировании управляющей программы, и, для таких типов поверхностей существует альтернативное решение обработки поверхности требуемой

точности с минимальными производственными затратами – обработка с помощью станочных циклов. Цикл для каждой системы ЧПУ пишется (задается) по разному, так в AxiOMA Control циклы задаются с помощью G- кодов. Например, ниже показан фрагмент кода AxiOMA Control [3]

### Структура управляющей программы:

- задание параметров заготовки;
- точка смены инструмента;
- вызов режущего инструмента;
- подход к началу обработки;
- выход в точку смены инструмента;
- перемещение по контуру;
- создание циклов;
- выбор остаточного материала;
- графическая симуляция обработки;
- повторение выполнения программы несколько раз.

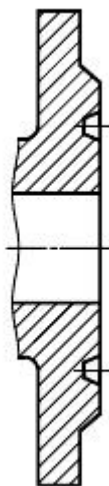


Рис 2. Деталь типа «фланец» с полым отверстием

```
G17 G90 G15 G191 G71 G72 G172 G272 G94  
G97 G49 G40 G00 G80 G98 G53 G153 G193 G64  
BRISK // Строка безопасности
```

```
.... .... ....
```

```
N10 Z20
```

```
N20 G81 X52 Y0 Z40 Q3=440 Q5=-22  
Q6=0.25// сверление в токарном станке с  
револьверной головкой (с приводом)
```

```
.... .... ....
```

```
M30// конце программы
```

В каждой системе есть синтаксис, различаемый при разработке подпрограммы для станков с ЧПУ, к примеру, для системы FANUC подпрограмма будет выглядеть таким образом:

Фрагмент подпрограммы для системы ЧПУ фирмы FANUC

```
N10 G0 X32. 23.// ХОЛОСТОЙ ХОД  
N20 G71 U2. R0.2//ВКЛЮЧЕНИЯ ЦИКЛА  
ПРОДОЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ  
N30 G71 P100 Q150 U0.3 W0.3 F0.15  
.....  
N100 G1 X10 Z0  
N110 G1 Z-8  
N120 G1 X20 Z-18  
N130 G1 X30  
N140 G1 Z-25  
N150 G1 X32  
... ..
```

**Impact Factor:**

ISRA (India)	= 4.971	SIS (USA)	= 0.912	ICV (Poland)	= 6.630
ISI (Dubai, UAE)	= 0.829	ПИИЦ (Russia)	= 0.126	PIF (India)	= 1.940
GIF (Australia)	= 0.564	ESJI (KZ)	= 8.997	IBI (India)	= 4.260
JIF	= 1.500	SJIF (Morocco)	= 5.667	OAJI (USA)	= 0.350



Рис 3. Деталь типа «фланец» с отверстиями



Рис 4. Структура данных записи [3]

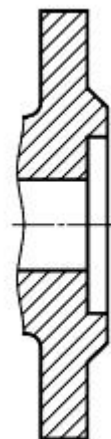


Рис 5. Деталь типа «фланец» с отверстием

Описание команд состоящих из блоков в управляющей подпрограмме:

## Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971  
ISI (Dubai, UAE) = 0.829  
GIF (Australia) = 0.564  
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912  
РИИЦ (Russia) = 0.126  
ESJI (KZ) = 8.997  
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630  
PIF (India) = 1.940  
IBI (India) = 4.260  
OAJI (USA) = 0.350

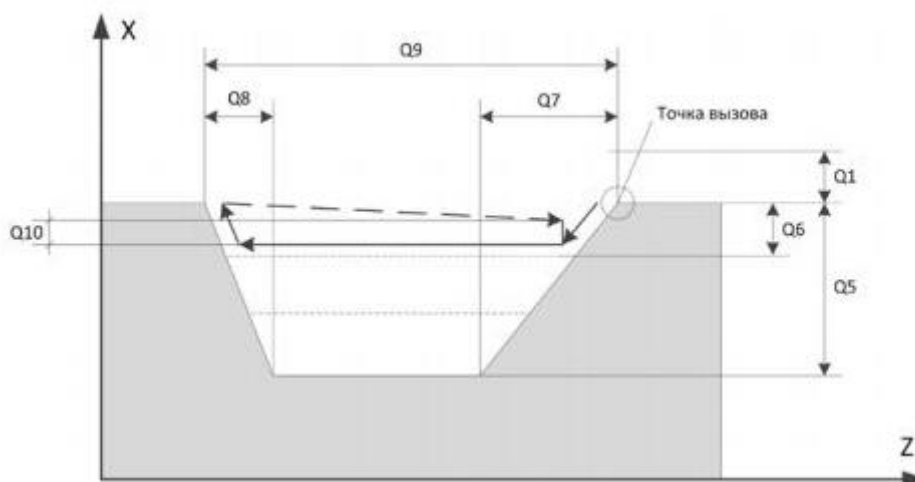


Рис 6. Черновая обработка продольной выточки

**Q1-Q4** – параметры цикла. **Q5** – глубина вытачиваемой поверхности. Глубина может быть и отрицательной и положительной. В случае отрицательного значения направления обработки цикла меняется в противоположную сторону, а при положительном значении производится вытачивание по оси X в соответствующем значении. Глубина равная нулю не рассматривается. **Q6**– глубина одного (всегда положительное значение). **Q7**– длина от поверхности детали на глубину (всегда положительное значение). **Q8** –длина от глубина до поверхности детали (выход). **Q9**– общая длина вытачиваемой поверхности. Сумма **Q7 + Q8** должна превышать модуль **Q9**. Знак значения определяет направления движения по оси Z. **Q10** – безопасное расстояние по оси X (всегда положительное значение), обычно равен – **Q1** [4]

В мире много автоматизированных процессов начиная от открытия дверей до выпуска продукции с нуля, мы же рассмотрели металлорежущие производственные предприятия, точнее подтип серийного производство, где используются станки с ЧПУ, а формирования подпрограммы при разработке управляющей программы является автоматизацией процесса. Усовершенствования производственного предприятия с помощью станков с ЧПУ, является экономически обоснованным решением, не только для сокращения времени на обработку деталей, а также повышения качество производимой продукции — это при рыночных отношений является гарантом для повышения спроса.[5]

Процесс обработки сложных поверхностей с учетом фасонных радиусов и канавок. При обработки глубинных поверхностей, таких как: отверстие сквозное, отверстие полое, внутренняя

канавка и другие формы поверхностей расположенных внутри деталей. Они обрабатываются с помощью циклов предоставленных аппаратной средой для сокращения времени на построения полной подпрограммы для однотипных деталей типа фланец. Типа вал, типа диск и т.д. Для массового производства такие методы сокращения времени на построения подпрограммы не интересны так как в таких производствах применяются ПР, автоматические транспортные линии, автоматические погрузочно-разгрузочные линии, ГПМ или аналоги. В крупносерийной производстве применение таких параметрических подпрограмм не является допустимым, так как тоже как и в массовом производстве применяются автоматизированные оснастки и вспомогательные устройства и механизмы для поддержания объема выпуска продукции завершенном количестве.[6]

В нашем случае самым подходящим типом производства является мелкосерийное производство, так как в таком производстве допустимы сокращения времени выпуска продукции за счет мелких внедрений автоматизации. Параметрическая подпрограмма дает возможность работать шаблонно – это работа выводит разработчика управляющей программы на уровень выше, так как при разработке однотипных деталей, пропадает надобность повторять весь традиционный процесс заново - умение распознавать геометрические поверхности схожие с поверхностями групповых деталей. Это существенно сократит время на разработку управляющей программы, ведь работа с готовыми шаблонами реализует подпрограмму быстрее чем, если бы все это начинать с начало для каждой детали.

<b>Impact Factor:</b>	<b>ISRA (India) = 4.971</b>	<b>SIS (USA) = 0.912</b>	<b>ICV (Poland) = 6.630</b>
	<b>ISI (Dubai, UAE) = 0.829</b>	<b>PIHII (Russia) = 0.126</b>	<b>PIF (India) = 1.940</b>
	<b>GIF (Australia) = 0.564</b>	<b>ESJI (KZ) = 8.997</b>	<b>IBI (India) = 4.260</b>
	<b>JIF = 1.500</b>	<b>SJIF (Morocco) = 5.667</b>	<b>OAJI (USA) = 0.350</b>

## References:

1. Sosonkin, V.L., & Martinov, G.M. (2005). *Sistemy chislovogo programmogo upravljenja: Ucheb.posobie*, (p.296). Moscow: Logos. ISBN 5-98704-012-4[1].
2. Gimadeev, M. R., Davydov, V. M., Nikitenko, A. V., & Stel'makov, V. A. (1716). *Podgotovka upravljajushhijh programm dlja stankov s ChPU na platforme Heidenhain: ucheb. posobie*. (p.139). Habarovsk: Izd-vo Tihookean, gos. un-ta. ISBN 978-5-7389--5 [2].
3. Shemelin, V.K., & Nezhmetdinov, R.A. (2011). *Avtomatizacija tehnologicheskijh processov v mashinostroenii*. Uchebnoe posobie. (p.86). Moscow:MGTU «Stankin».
4. Kozak, N.V., & Nezhmetdinov, R.A. (2010). *Graficheskie sistemy i interfejs operatora: uchebnoe posobie*. (p.81). Moscow: MG TU "Stankin".
5. (1985). *Metallorzhushhije stanki: Uchebnik dlja mashinostroitel'nyh M54 vtuzov*. Pod red. V.Je. Pusha, (p.256). Moscow: Mashinostroenie.
6. (1988). *Upravlenie gibkimi proizvodstvennymi sistemami*. (p.352). Moscow: Mashinostroenie.
7. Zvoncov, I.F., Ivanov, K.M., & Serebrenickij, P.P. (2017). *Razrabotka upravljajushhijh programm dlja oborudovanija s ChPU*, p.586.
8. Mishel', Zh., Lorzho, K., & Jesp'o, B. (1986). per. s franc. A. P. Sizova. (p.176). Moscow: Mashinostroenie.
9. Pajvin, A.S., & Chikova, O.A. (2015). *Osnovy programmirovanija stankov s ChPU [Tekst]: Uchebnoe posobie «Osnovy programmirovanija stankov s ChPU» dlja studentov napravlenija podgotovki: Tehnologija i predprinimatel'stvo (dlja OOP «050100.62 - Pedagogicheskoe obrazovanie») vnutrivuzovskij komponent*. (p.102). Ural. gos. ped. un-t, Ekaterinburg.
10. Nesterov, A.L. (2010). *ASU TP Avtomatizacija sistem upravljenja tehnologicheskijh processov*, p.552.