

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА  
(национальный исследовательский университет)»

**Исследование способов разработки УП  
механической обработки деталей ГТД  
для операции нарезания резьбы на станке  
TRAUB TNA 300 TX8i**

Электронные методические указания  
к лабораторной работе

САМАРА  
2010

**Составители:** СМЕЛОВ Виталий Геннадьевич  
НЕХОРОШЕВ Максим Владимирович

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по специальности: 160301 «Авиационные двигатели и энергетические установки», 080502 «Экономика и управление на предприятиях машиностроения», изучающих курсы «Технология производства АД и ЭУ», и в рамках магистерской программы «Интегрированные информационные технологии в авиадвигателестроении» по направлению 160700.68 «Двигатели летательных аппаратов».

Разработано на кафедре производства двигателей летательных аппаратов.

**© Самарский государственный  
аэрокосмический университет, 2010**

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Содержание работы.....	4
Техника программирования.....	4
Круговая интерполяция.....	4
Программирование черновой обработки.....	7
Программирование обработки резьбы.....	11
Порядок выполнения работы.....	17
Варианты заданий.....	18
Приложение 1.....	19

**Целью работы** является изучение методики составления программы для системы ЧПУ, которой оснащен токарно-фрезерный станок TRAUB TNA 300 TX8i.

### ***Содержание работы***

1. Ознакомление с техникой программирования, системой ЧПУ и характером преобразования информации при разработке программы.
2. Выполнение индивидуального задания по составлению программы, которое включает:
  - определение последовательности обработки поверхностей, траекторий движения инструментов и режимов обработки;
  - расчет координат опорных точек при каждом переходе, заполнение расчетно-технологической карты (РТК);
  - кодирование программы обработки детали вручную;
  - формирование управляющей программы с помощью программы ADEM.
3. Вызов и редактирование программы непосредственно на станке.
4. Обработка детали на станке.

### ***Техника программирования***

#### **Круговая интерполяция**

Контур обработки чаще всего состоит из геометрических элементов “прямая” и “дуга окружности”. Программирование прямой было рассмотрено ранее. Для программирования элемента “дуга окружности” используются функции G02 и G03. G02 программирует движение подачи по часовой стрелке, G03 – движение подачи против часовой стрелки.

Формат кадра функций G02/G03 имеет следующий вид:



1. Программирование радиуса скругления.  
 $G2...X...Z...R...$   
 $G3...X...Z...R...$
  2. Программирование координат P и Q центра, причем P и Q относятся к нулевой точке детали.  
 $G2...X...Z...P...Q...$   
 $G3...X...Z...P...Q...$
  3. Программирование координат I и K центра, причем I и K относятся к исходной точке дуги окружности.  
 $G2...X...Z...I...K...$   
 $G3...X...Z...I...K...$
- Рассмотрим пример программы обработки детали (см. рис. 2).

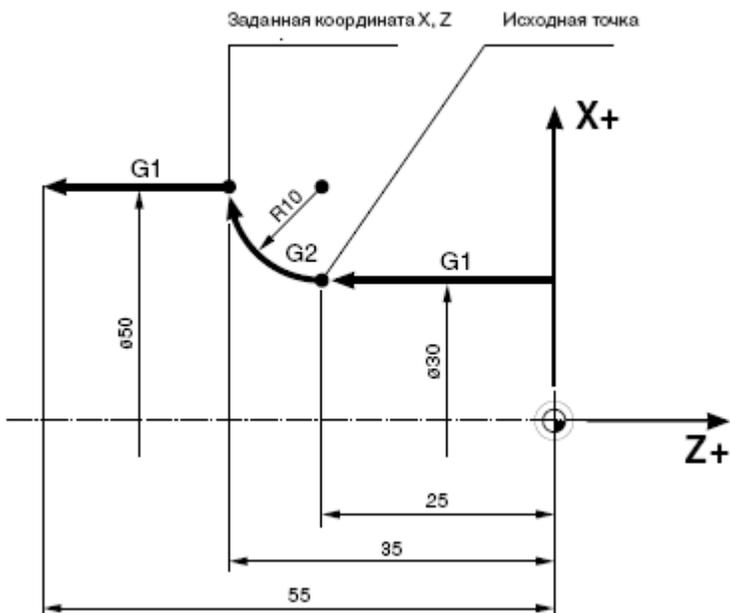


Рис. 2. Контур детали

Программа обработки заданного контура будет иметь следующий вид:



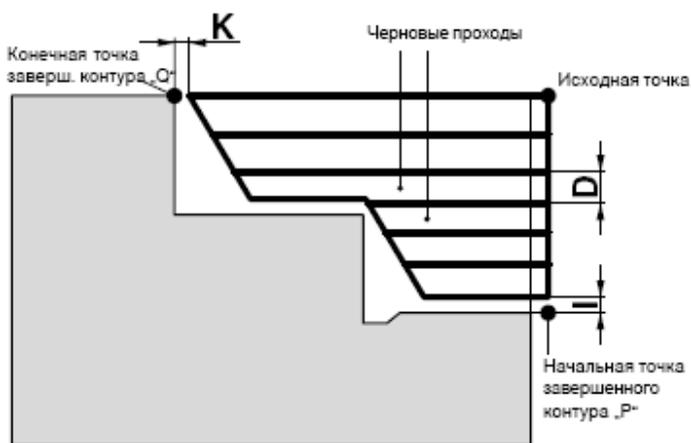


Рис. 3. Цикл черновой операции G70

Рассмотрим пример обработки (см. рис. 4):

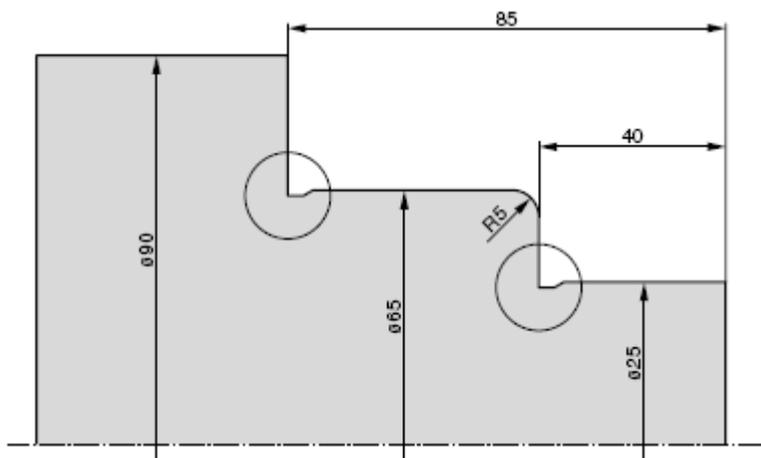


Рис. 4. Контур детали

Программа для обработки этого контура представлена на рис.5.

### ЧЕРНОВАЯ ОБРАБОТКА)

G96 V160 T101 M04  
G0 X90 Z5  
G70 P50 Q60 I0.8 K0.1 D6.33 J73 F0.4  
G26

Рис. 5. Программа для обработки контура

### . (ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА)

G96 V180 T505 M04  
N50 G46  
G0 X25 Z5  
G1 Z-36 F0.15  
G1 X24.4 A210 F0.3  
G1 Z-40 F0.15  
G1 X65 R5 E0.1  
G1 Z-81  
G1 X64.4 A210 F0.1  
G1 Z-85 F0.15  
G1 X90  
N60 G40  
G26

## G71 – цикл черновой операции по контуру вдоль

Формат кадра данного цикла имеет следующий вид:

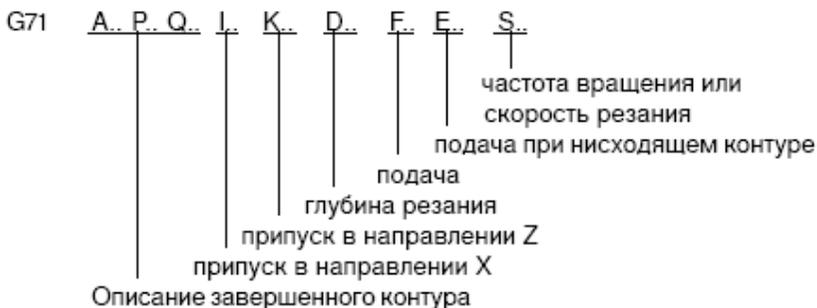


Иллюстрация данного цикла приведена на рис. 6.

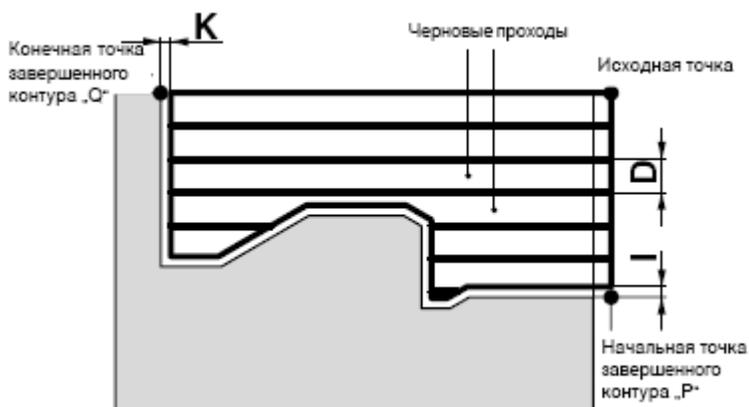


Рис. 6. Цикл черновой операции G71

Рассмотрим пример обработки (см. рис. 7).

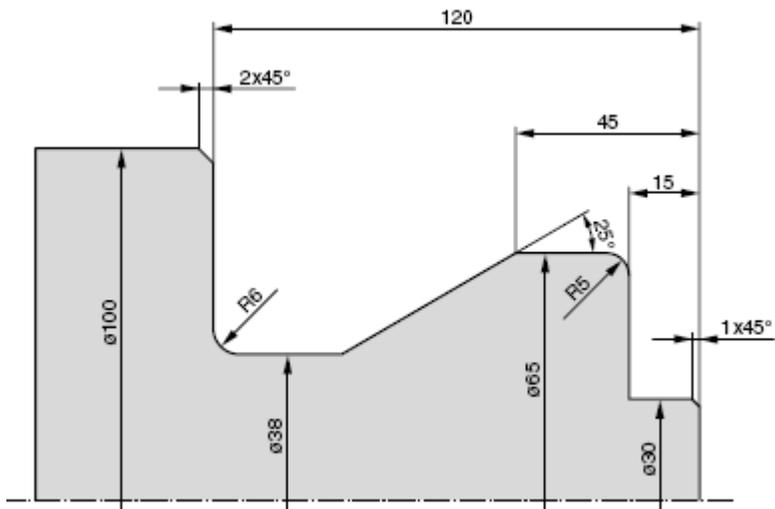


Рис. 7. Контур детали

Программа для обработки этого контура представлена на рис.8.

Рис. 8. Программа для обработки контура

**(ЧЕРНОВАЯ ОБРАБОТКА)**

G96 V160 T404 M04

G0 X105 Z2 M08

G88

G71 P50 Q60 I0.5 K0.05 D4 F0.35  
E0.2

G89

G26 M09

**(ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА)**

G96 V200 T505 M04

N50 G46

G0 X25 Z1 M08

G1 X30 D2 F0.15 E0.1

G1 Z-15

G1 X65 R5

G1 Z-45

G1 X38 A205 F0.1

G1 Z-120 R6 F0.15

G1 X102 D3

G1 W-4

N60 G40

G26 M09

M30

### ***Программирование обработки резьбы***

Для обработки резьбы используются функции G33, G76.

G33 – нарезание резьбы в покадровой отработке. Формат кадра функции G33 имеет следующий вид:



Иллюстрация формирования резьбы приведена на рис. 9.

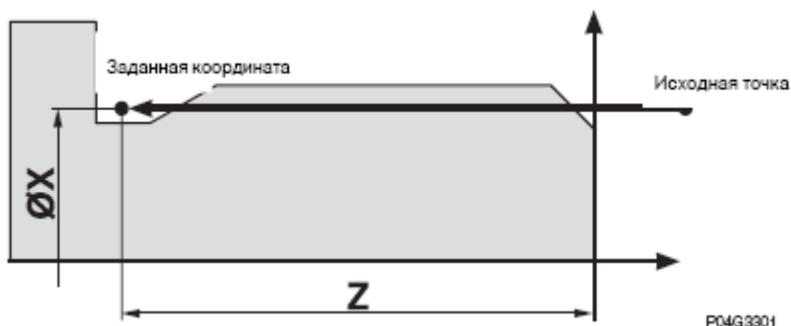


Рис. 9. Координаты при формировании резьбы

С помощью функции G33 может быть нарезана или выточена любая резьба. Условием этого является наличие оператора частоты вращения (G97 S...) рабочего шпинделя, а также подачи (шага) в мм/об (G95). Возможные варианты резьбы:

- цилиндрическая наружная и внутренняя резьба
- коническая наружная и внутренняя резьба
- спиральная резьба
- нарезание резьбы (метчик, плашка).

При вызове первой записи G33 (или при реверсировании) система управления автоматически синхронизирует привод рабочего шпинделя с приводом подачи. Благодаря этой синхронизации при каждой нарезке система управления находит начало резьбы.

Чтобы выточить резьбу в G33, резьбонарезающий инструмент сначала должен переместиться на исходную позицию (с помощью G00). Эта исходная позиция выбирается таким образом, чтобы, прежде чем войти в контакт, инструмент достиг предварительно заданной скорости перемещения. Также должно учитываться торможение приводов подачи.

Рассмотрим пример обработки резьбы (см. рис. 10):

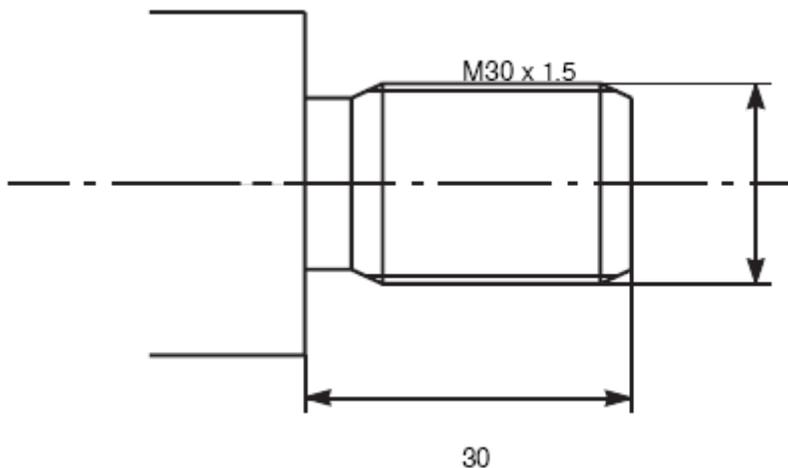


Рис. 10. Контур детали

Программа обработки контура представлена на рис. 11.

```

G97 S1=1000 T404 M03
G0 X29.2 Z4 M08
G33 Z-29.5 F1.5
G0 X35
G0 Z4
G0 X28.8
G33 Z-29.5
G0 X35
G0 Z4
.
.
.
G0 Z4
G0 X28.16
G33 Z-29.5
G0 X35
G26 M09

```

Рис. 11. Программа для обработки контура

### G76 – цикл нарезания резьбы

С помощью цикла нарезания резьбы G76 (см. рис. 12) можно делать цилиндрическую, а также коническую наружную и внутреннюю резьбу.

Формат кадра имеет следующий вид:



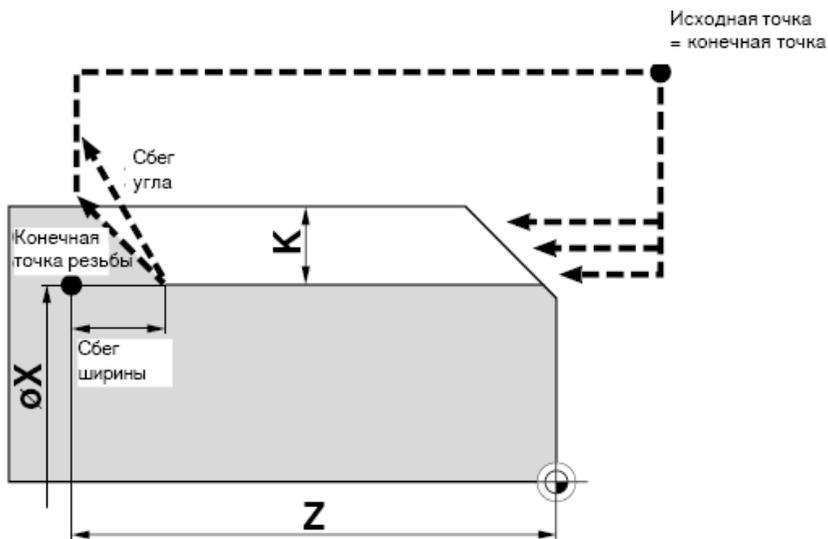


Рис. 12. Формирование резьбы оператором G76

Перед использованием G76 исходная точка должна переместиться по оси X и Z. Эту исходную позицию и программируемую в цикле позицию X система управления использует для сравнения внутренней и внешней резьбы. Исходная позиция по оси Z выбирается таким образом, чтобы, прежде чем войти в контакт, инструмент достиг предварительно заданной скорости перемещения. Также должно учитываться торможение приводов подачи.

Далее приведены несколько примеров обработки наружной (см. рис. 13) и внутренней (см. рис. 14) резьбы.

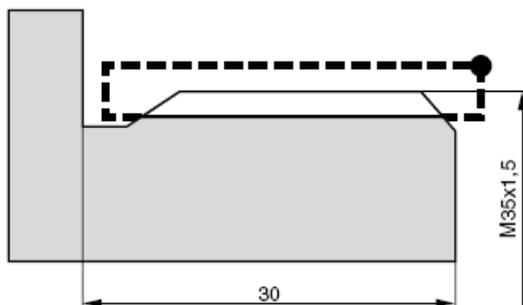


Рис. 13. Контур детали

Программа для обработки контура имеет следующий вид:

```
N3 G97 S1=1000 T303 M3  
G0 X40 Z4 M8  
G76 X33.1 Z-29 K0.92 H8 F1.5 A50 D0.03  
G26 M9
```

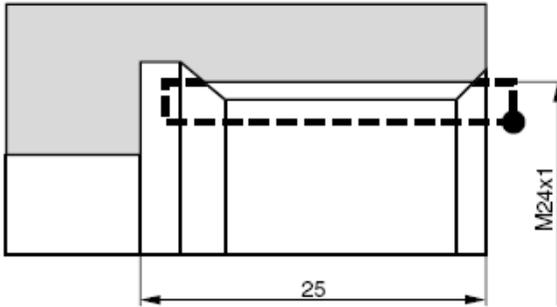


Рис. 14. Контур детали

Программа для обработки контура имеет следующий вид:

```
N8 G97 S1=1400 T808 M3  
G0 X20 Z4 M8  
G76 X24 Z-24 K0.55 H7 F1 D0.03  
G26 M9
```

Лабораторная работа выполняется каждым студентом индивидуально в соответствии с приложенными вариантами заданий (табл. 2).

## **Порядок выполнения работы**

1. Получить у преподавателя индивидуальное задание и ознакомиться с ним.
2. На специальном бланке выполнить эскизы детали и заготовки.
3. Сделать эскизы обработки детали для каждого применяемого инструмента с показом траектории их движения из исходного положения (в примерном масштабе)
4. Заполнить таблицу по форме табл. 1 с отражением координат формообразующих элементов инструментов, соответствующих индивидуальному заданию.

Таблица 1. Расчетно-технологическая карта

<b>Переходы и № уч-в и траекторий</b>	<b>Координаты</b>		<b>Vс, мм/мин</b>	<b>Подача S, мм/об</b>
	<b>x</b>	<b>z</b>		

5. Написать программу обработки детали вручную (программирование резьбы выполнять с помощью функции G33). Диаметры резьб по ГОСТ 24705-81 приведены в приложении 1.
6. С помощью программы ADEM получить управляющую программу для обработки заданной детали.  
В данной лабораторной работе при моделировании обработки необходимо использовать резец с ромбическими пластинами со следующими параметрами:
  - для черновой обработки и подрезки торца: ширина 12 мм, угол 80°, ориентация 45°;
  - для чистовой обработки: ширина 15 мм, угол 55°, ориентация 59,5°.
7. Вызвать и отредактировать программу на станке.
8. Сделать выводы и сдать отчет преподавателю.

### Варианты заданий

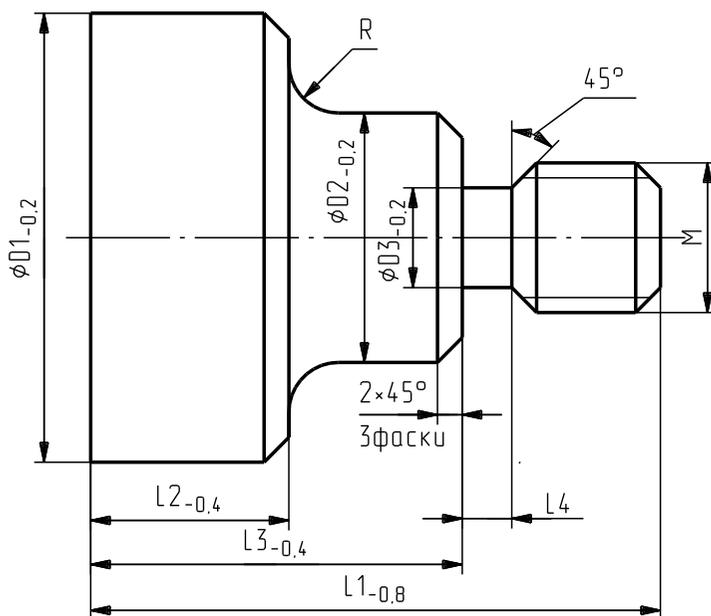
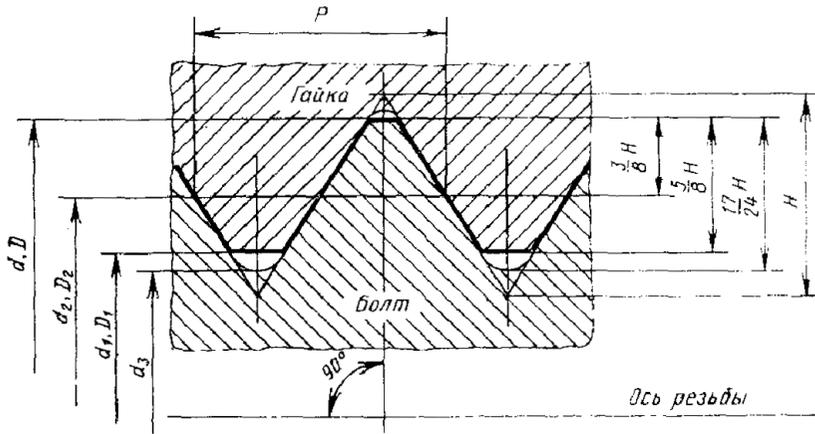


Таблица 1. Варианты заданий.

№ вар.	L1	L2	L3	L4	D1	D2	D3	R	M
1	95	30	60	7	60	35	15	8	20×1,5
2	90	30	55	10	55	32	12	5	16×1,5
3	105	40	70	5	65	40	20	7	25×1,5
4	95	30	55	8	50	30	15	8	20×2
5	100	40	50	7	65	40	18	5	24×1,5

**Примечание:** форму заготовка – пруток диаметра D1

Приложение 1. ГОСТ 24705-81. Резьба метрическая



Номинальный диаметр резьбы $d$	Шаг $P$	Диаметры резьбы			
		$d=D$	$d_2=D_2$	$d_1=D_1$	$d_3$
16	2	16,000	14,701	13,835	13,546
	1,5	16,000	15,026	14,376	14,160
	1	16,000	15,350	14,917	14,773
	0,75	16,000	15,513	15,188	15,080
	0,5	16,000	15,675	15,459	15,387
17	1,5	17,000	16,026	15,376	15,160
	1	17,000	16,350	15,917	15,773
18	2,5	18,000	16,376	15,294	14,933
	2	18,000	16,701	15,835	15,546
	1,5	18,000	17,026	16,376	16,160
	1	18,000	17,350	16,917	16,773
	0,75	18,000	17,518	17,188	17,080
	0,5	18,000	17,675	17,459	17,387
20	2,5	20,000	18,376	17,294	16,933
	2	20,000	18,701	17,835	17,546
	1,5	20,000	19,026	18,376	18,160
	1	20,000	19,350	18,917	18,773

Номинальный диаметр резьбы $d$	Шаг $P$	Диаметры резьбы			
		$d=D$	$d_2=D_2$	$d_1=D_1$	$d_3$
	0,75	20,000	19,513	19,188	19,080
	0,5	20,000	19,675	19,459	19,387
22	2,5	22,000	20,376	19,294	18,933
	2	22,000	20,701	19,835	19,546
	1,5	22,000	21,026	20,376	20,160
	1	22,000	21,350	20,917	20,773
	0,75	22,000	21,513	21,188	21,080
	0,5	22,000	21,675	21,459	21,387
24	3	24,000	22,051	20,752	20,319
	2	24,000	22,701	21,835	21,546
	1,5	24,000	23,026	22,376	22,160
	1	24,000	23,350	22,917	22,773
	0,75	24,000	23,513	23,188	23,080
25	2	25,000	23,701	22,835	22,546
	1,5	25,000	24,026	23,376	23,160
	1	25,000	24,350	23,917	23,773