Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «СТАНКИН»

Методические указания к лабораторной работе

Программирование измерительных циклов

Москва 2017

Лабораторная работа 3

Программирование измерительных циклов

Цель работы:
Получить новые навыки программирования измерительных циклов.

Задачи:
1) изучить основы программирования измерительных циклов с ЧПУ;
2) ознакомиться с руководством по программированию измерительных циклов;
3) создать управляющую программу (УП) для калибровки измерительного щупа с применением измерительных циклов.

Необходимое оборудование, инструменты и приборы:
Персональный компьютер, эмулятор системы ЧПУ, руководство по программированию системы ЧПУ «АксиОМА Контрол».

Введение

Измерительные циклы являются принадлежностью программного обеспечения современных систем ЧПУ. Они позволяют существенно сократить объем программирования и повысить качество управляющих программ.

Измерительные циклы могут быть включены в базовую комплектацию системы ЧПУ, но их можно и заказывать у разработчика систем ЧПУ. Некоторые системы ЧПУ обладают функциональностью, позволяющей конечному пользователю самостоятельно создавать измерительные циклы при помощи коммерческих инструментальных средств (макроязыка пользователя и т.д.).

Измерительные циклы представляют собой специальные программы для контроля геометрических параметров заготовок либо калибровки измерительных щупов. Они имеют набор параметров и реализуют стратегию, соответствующую технологии измерения конкретного типа заготовки либо калибровки измерительных щупов. Обычно они имеют следующие элементы: ускоренный подвод инструмента, торможение и медленный подвод инструмента, измерение, отвод инструмента и быстрое возвращение его в исходное положение. Измерительные циклы упрощают процесс написания управляющих, так как позволяют при помощи одного кадра выполнить множество перемещений.

Использование циклов во многих случаях позволяет упростить написание управляющей программы для измерения детали, имеющей измерительные геометрические элементы (валы, отверстия, пазы, карманы и т.д.) или

калибровки измерительных щупов.

1. Общие сведения

Циклы представляют собой параметризированные команды, выполняющие определенную последовательность основных и вспомогательных переходов по измерению типовых поверхностей детали и калибровки основных параметров измерительного щупа. Использование циклов позволяет упростить написание управляющей программы для контроля заготовки, имеющей типовые геометрические элементы. Так, существуют циклы калибровки измерительного щупа, определения и контроля положения заготовки на станке, контроля геометрических параметров заготовок и готовых деталей.

Измерительный цикл определяется как подпрограмма с именем и перечнем параметров. Для вызова измерительных измерительных циклов их нужно запустить в ручном режиме Jog. Параметрирование измерительных циклов осуществляется текстом через экраны. Цикл отрабатывается относительно начальной точки, в которой находится инструмент перед вызовом цикла. По окончании отработки цикла инструмент возвращается в начальную точку.

Для реализации цикла используется соответствующий инструмент. Для измерительных и калибровочных циклов это измерительный щуп.

2. Общие сведения об измерительных циклах

Геометрические параметры циклов всегда указываются в миллиметрах для линейных величин, градусах для углов и секундах для параметров задержки. Выбор абсолютного/относительного задания координат (G90/G91) так же влияет только на координатные оси.

Все движения, описанные в спецификации циклов, относятся к текущей системе координат детали, которая может быть повернута в пространстве относительно системы координат станка произвольным образом. В этом случае программист должен обеспечить ориентацию инструмента строго вдоль направления, определяемого логикой цикла (например, вдоль оси Z системы координат детали). При этом нужно убедиться в том, что компенсация на длину инструмента (G43) включена, а текущий инструмент и кромка выбраны и имеют адекватные геометрические параметры.

За исключением явно указанных случаев, инструмент перед вызовом цикла должен располагаться как минимум на безопасном расстоянии от заданного уровня поверхности заготовки с той стороны, которая подвергается обработке. Возможность столкновения с деталью не отслеживается системой ЧПУ, так как заготовка может иметь произвольную форму.

В системе ЧПУ "АксиОМА Контрол" существуют следующие измерительные измерительные циклы (Таблица 1):

Таблица 1 - Калибровочные циклы в системе ЧПУ "АксиОМА Контрол"

Название цикла	Номер	Вид калибровки
Измерение отклонения от оси	G102	Калибровка щупа для детали
Измерение радиуса шарика	G103	Калибровка щупа для детали
Измерение длины щупа	G104	Калибровка щупа для детали

Определением цикла служит задание его входных параметров в окне оператора.

Конкретный набор параметров каждого цикла определяется спецификацией этого цикла.

Для запуска цикла нужно нажать s-клавишу S1 «Начать измерение».

После проведения измерений можно применить полученные значения к параметрам щупа при помощи клавиши «S6» («Применить к параметрам щупа»).

3. Общие сведения об измерительных щупах

Измерительные щупы предназначены для применения на станках, чаще всего на фрезерных станках и обрабатывающих центрах. Измерительные щупы помогают уменьшить время наладки, увеличить время эксплуатации станка и повысить точность изготовляемых деталей. Функции измерения и контроля выполняются в ручном или в автоматическом режиме, при помощи циклов измерения.

Для контроля заготовок на станке используют щупы для заготовок, а для выверки инструментов – щупы для контроля инструмента. Для примера взяты щупы для заготовок компании HEIDENHAIN серии TS. Щупы устанавливаются в зажимный патрон вручную или автоматически, что зависит от их типа.

При помощи щупов можно выполнить следующие операции:

• определять положение и проводить контроль заготовок на станке;

• устанавливать точки привязки;

• измерять заготовки.

Передача данных между станком и системой ЧПУ может быть либо через кабель, либо при помощи ИК приемопередатчика.

В основе принципа работы щупов лежит либо оптический сенсор, либо прецизионный датчик давления (рисунок 1).

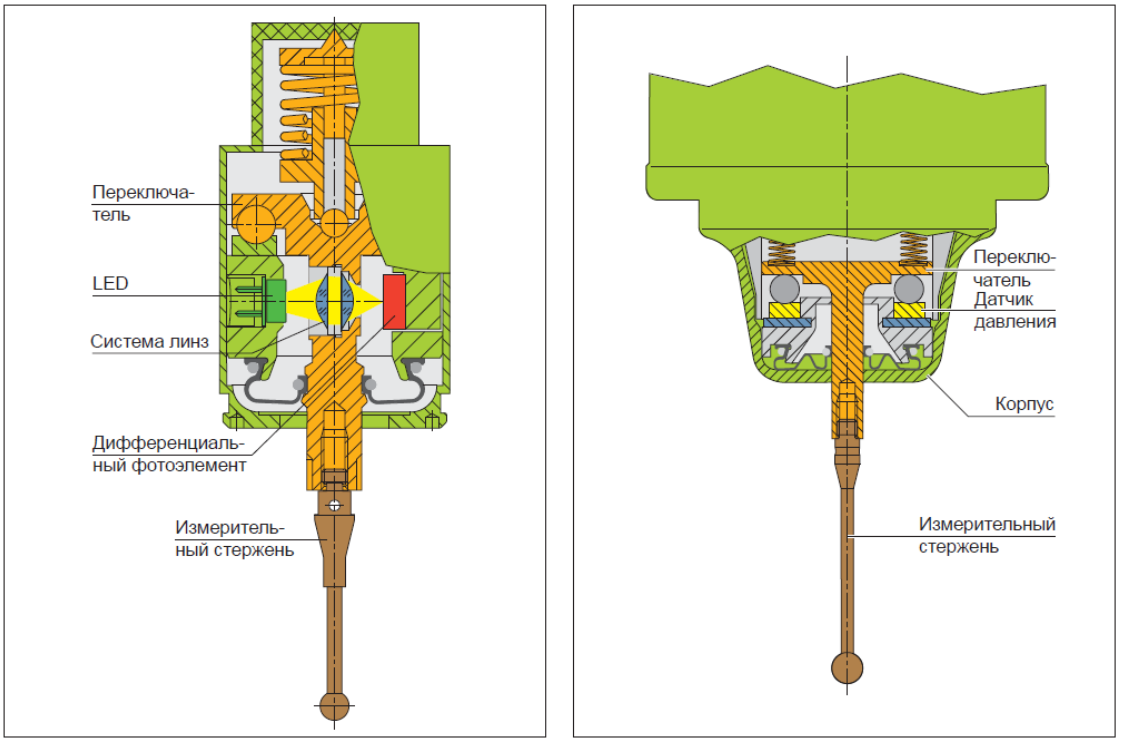


Рисунок 1 – А) щуп с оптическим сенсором, Б) щуп с датчиком давления

Измерительный стержень щупа представлен на рисунке 2.

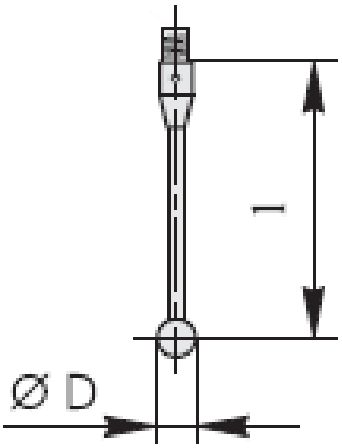


Рисунок 2 – Измерительный стержень щупа

4. Циклы калибровки измерительных щупов для детали

Циклы калибровки измерительных щупов для детали G102, G103, G104

Циклы калибровки учитывают выбор текущей рабочей плоскости. Описание циклов дано для плоскости G17. Логика цикла для любой плоскости аналогична. Меняется только направление перемещений.

Для работы с циклами запустите приложение «АксиОМА Контрол», перейдите с главного окна в режим «Ручной (Jog)» (клавиша «F4»), а также выберите режим «Jog» на виртуальной панели инструментов.

Рисунок 3 – Окно ручного режима

Далее нажмите клавишу «F4» («Измерит. Циклы») и снова «F4» («Калибровка щупа для детали»).
Окно измерительных циклов выглядит так:

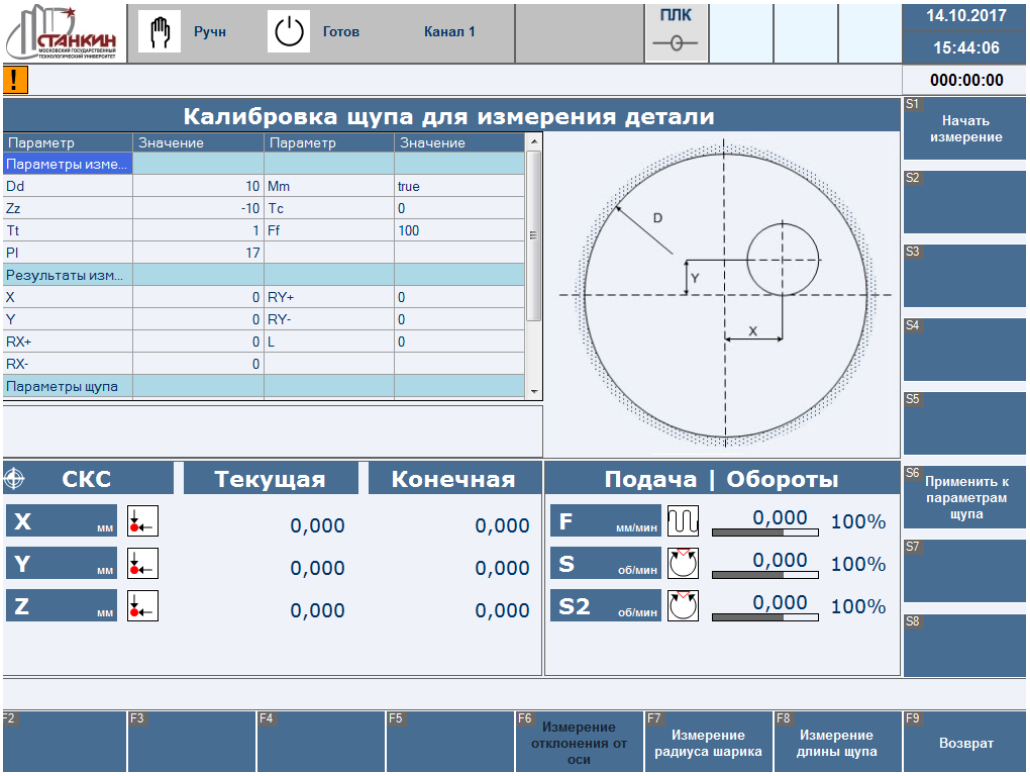


Рисунок 4 – Окно измерительных циклов

4.1. Цикл «Измерение отклонения от оси» (цикл G102)

Цикл предназначен для определения отклонения оси измерительного щупа для детали от оси шпинделя станка. Калибровка происходит в 4-х точках в калибровочном кольце либо отверстии известного заранее диаметра.
Окно цикла показано на Рисунок 5.

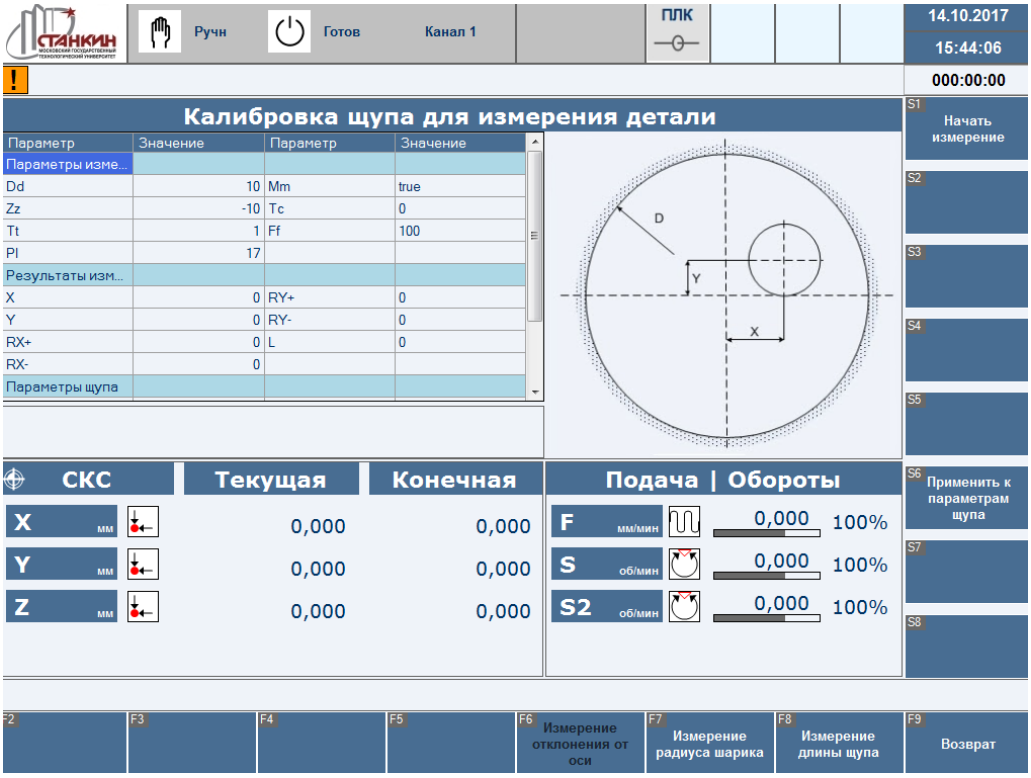


Рисунок 5 – Окно цикла измерения отклонения от оси

Входные параметры цикла:

Dd – диаметр калибровочного кольца или отверстия (не меньше 2-х диаметров шарика щупа).

Tt – номер инструмента, к которому привязан измерительный щуп (от 1 до 99).

Pl – рабочая плоскость (17 – XY, 18 – XZ, 19 – YZ) .

Mm – true (цикл работает в мм) или false (цикл работает в дюймах).

Ff – подача при быстром подходе.

Выходные параметры цикла:

X – отклонение оси щупа от оси шпинделя по оси X.

Y – отклонение оси щупа от оси шпинделя по оси Y.

Тип – тип щупа.

Ход цикла:

1) Инструмент перемещается в точку старта цикла (над центром калибровочного кольца/отверстия) параллельно рабочей плоскости с подачей ускоренного перемещения G00.
2) Инструмент опускается до безопасного расстояния над отверстием/калибровочным кольцом (перпендикулярно рабочей плоскости) с подачей ускоренного перемещения Ff.
3) Производится погружение на величину примерно 1/3 длины стержня измерительного щупа.
4) Проводится калибровка по отклонению оси щупа.
5) Производится отвод до безопасного расстояния с подачей

позиционирования G00.

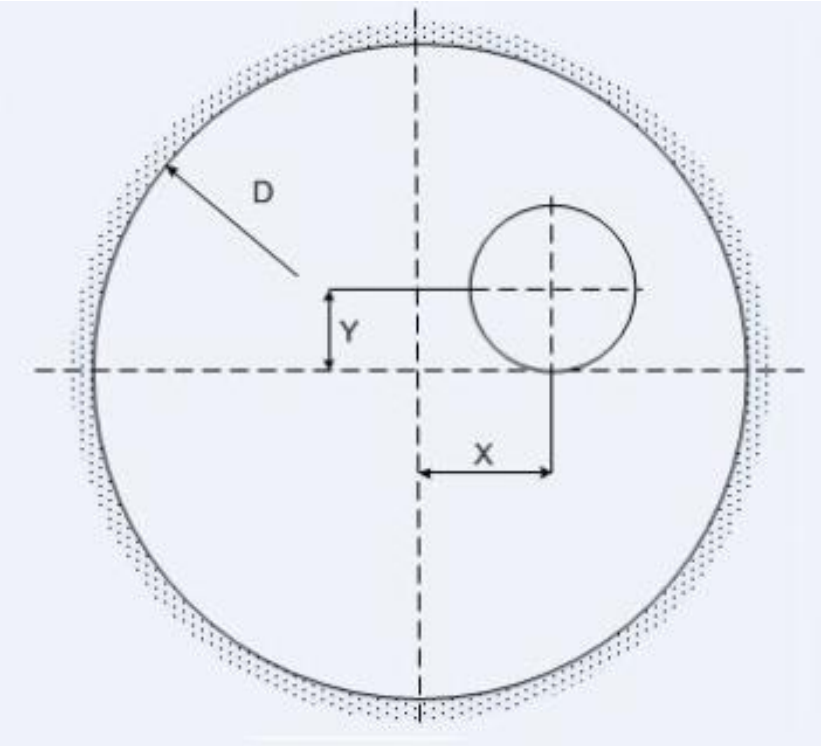


Рисунок 6 – Измерение отклонения от оси

Пример:
Задано следующие входные параметры цикла:
Dd = 100 Tt = 3 Pl = 17 Mm = true Tc = 0 Ff = 100

Пояснение:
Выполняется калибровка в кольце/отверстии диаметром 100 мм, измерительный щуп находится под номером 3 в магазине инструментов, выбрана рабочая плоскость XY, цикл выполняется в мм, компенсация инструмента не задана, подача перед началом измерений 100 мм/об.

4.2 Цикл «Измерение шарика щупа» (G103)

Цикл предназначен для определения радиуса шарика стержня измерительного щупа для детали. Калибровка происходит в 4-х точках в калибровочном кольце либо отверстии известного заранее диаметра.
Окно цикла показано на Рисунок 7.

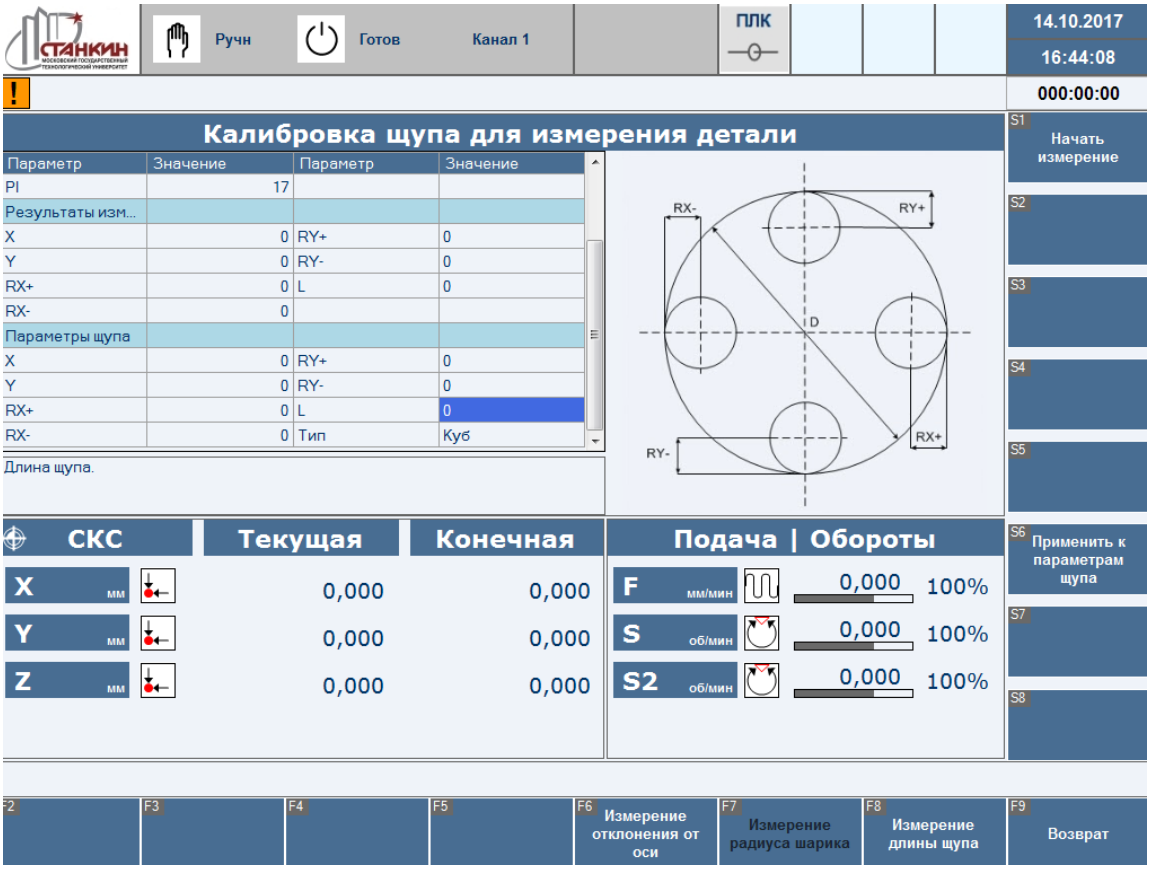


Рисунок 7 - Окно цикла измерения радиуса шарика

Входные параметры цикла:

Dd – диаметр калибровочного кольца или отверстия (не меньше 2-х диаметров шарика щупа).

Tt – номер инструмента, к которому привязан измерительный щуп (от 1 до 99).

Pl – рабочая плоскость (17 – XY, 18 – XZ, 19 – YZ).

Mm – true (цикл работает в мм) или false (цикл работает в дюймах).

Ff – подача при быстром подходе.

Выходные параметры цикла:

RX+ радиус шарика в направлении X+.

RX- радиус шарика в направлении X-.

RY+ радиус шарика в направлении Y+.

RY- радиус шарика в направлении Y-.

Тип – тип щупа.

Ход цикла:

1) Инструмент перемещается в точку старта цикла (над центром калибровочного кольца/отверстия) параллельно рабочей плоскости с подачей ускоренного перемещения G00.
2) Инструмент опускается до безопасного расстояния над заданным

уровнем поверхности отверстия/калибровочного кольца (перпендикулярно рабочей плоскости) с подачей ускоренного перемещения Ff.

3) Производится погружение на величину примерно 1/3 длины стержня измерительного щупа.
4) Проводится калибровка по радиусу шарика щупа.
5) Производится отвод до безопасного расстояния с подачей позиционирования G00.

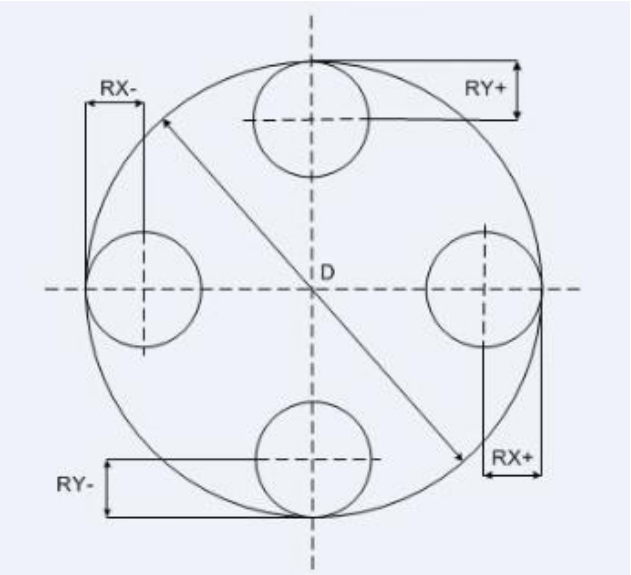


Рисунок 8 – Измерение радиуса шарика щупа

Пример:
Задано следующие входные параметры цикла:
Dd = 100 Tt = 3 Pl = 17 Mm = true Tc = 0 Ff = 100

Пояснение:
Выполняется калибровка в кольце/отверстии диаметром 100 мм, измерительный щуп находится под номером 3 в магазине инструментов, выбрана рабочая плоскость XY, цикл выполняется в мм, компенсация инструмента не задана, подача перед началом измерений 100 мм/об.

3.3 Цикл «Измерение длины щупа» (G104)

Цикл предназначен для определения длины измерительного щупа для детали. Калибровка происходит касанием заранее известной точки на плоскости.
Окно цикла показано на Рисунок 9.

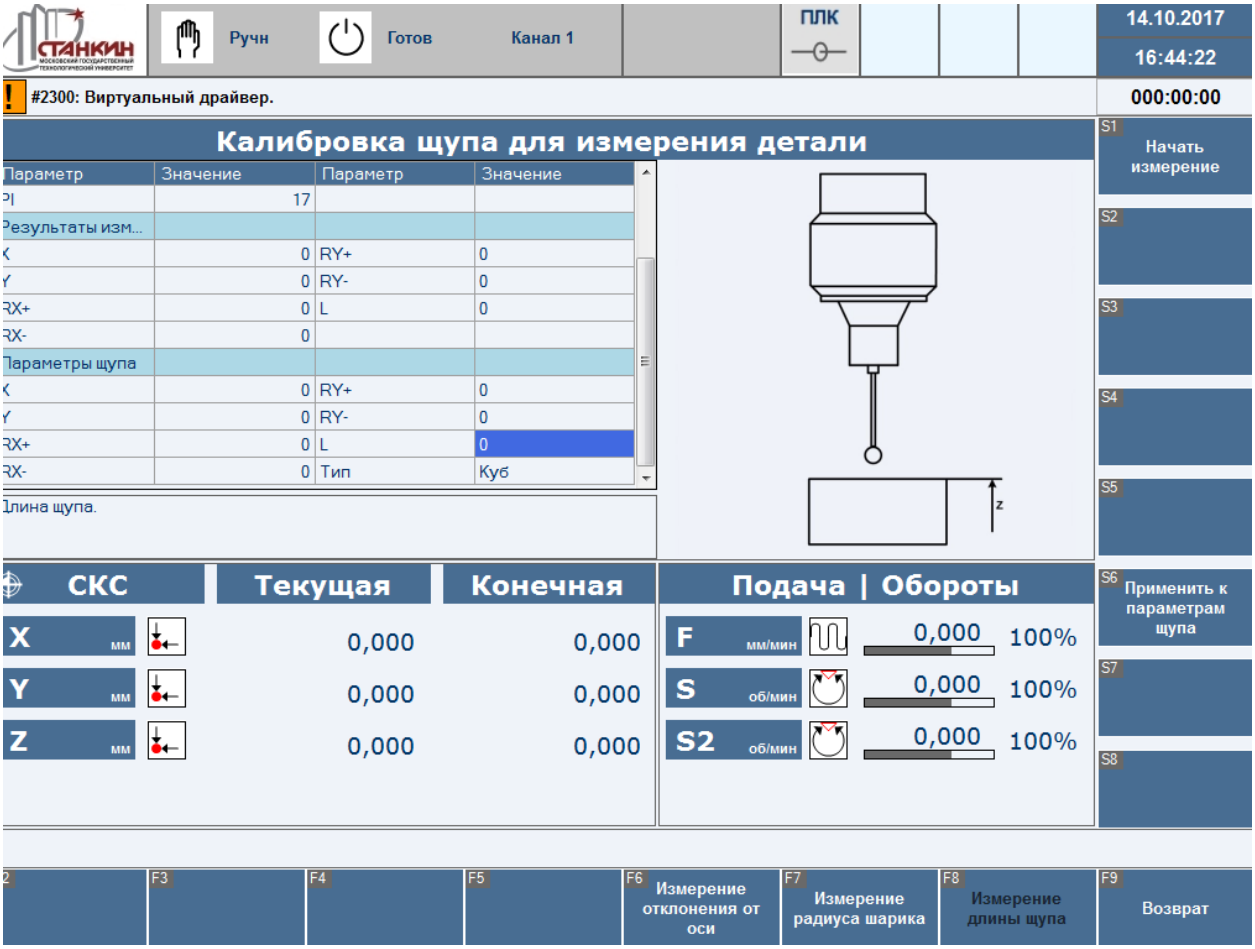


Рисунок 9 – Окно цикла измерения длины щупа

Входные параметры цикла:

Zz – координата калибровочной плоскости.

Tt – номер инструмента, к которому привязан измерительный щуп (от 1 до 99).

Pl – рабочая плоскость (17 – XY, 18 – XZ, 19 – YZ) .

Mm – true (цикл работает в мм) или false (цикл работает в дюймах).

Ff – подача при быстром подходе.

Выходные параметры цикла:

L – длина щупа.

Тип – тип щупа.

Ход цикла:

1) Инструмент перемещается в точку старта цикла (над калибровочной плоскостью) с подачей ускоренного перемещения G00.
2) Инструмент опускается до безопасного расстояния над заданным уровнем поверхности (перпендикулярно рабочей плоскости) с подачей ускоренного перемещения Ff.
3) Проводится калибровка по длине измерительного щупа.
4) Производится отвод до безопасного расстояния с подачей

позиционирования G00.

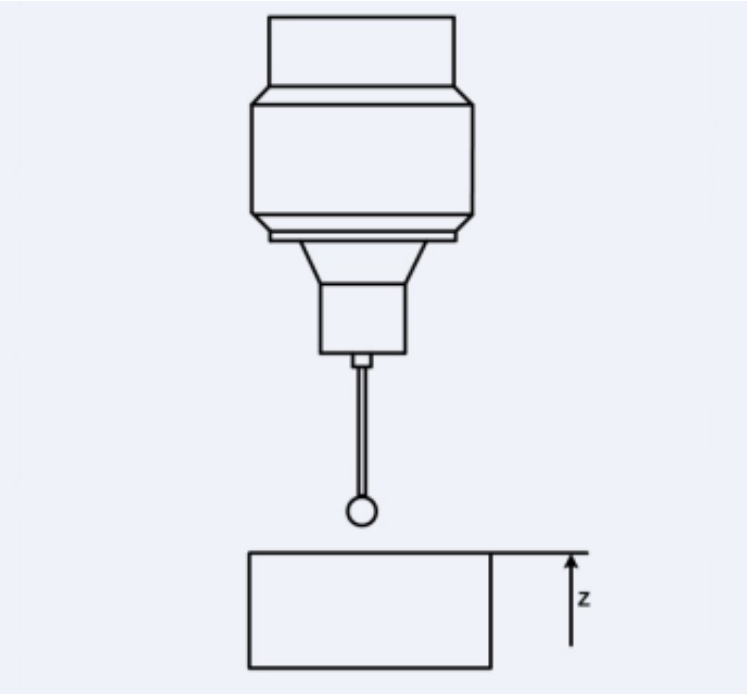


Рисунок 10 – Измерение длины щупа

Пример:
Задано следующие входные параметры цикла:
Zz = 100 Tt = 3 Pl = 17 Mm = true Tc = 0 Ff = 100

Пояснение:
Выполняется калибровка диаметром 100 мм, измерительный щуп находится под номером 3 в магазине инструментов, выбрана рабочая плоскость XY, цикл выполняется в мм, компенсация инструмента не задана, подача перед началом измерений 100 мм/об.

Последовательность выполнения работы:

1. Изучить теоретическую часть по методическим указаниям, изложенным в данном документе и руководству оператора системы ЧПУ «АксиОМА Контрол».
2. Выбрать измерительный щуп для контроля детали для калибровки (в соответствии с вариантом).
3. Разработать схему калибровки измерительного щупа для детали.

3.1. На бланке вычертить деталь, проставить размеры в соответствии с индивидуальным заданием (приложение 3).

3.2. Нанести систему координат детали, обозначить нулевую точку. Нулевая точка детали (W) – это пересечение оси отверстия детали и ее свободного торца. Отобразить деталь в системе координат станка.

3.3. Графически отобразить и записать (текстом) последовательность переходов, выполняемых для калибровки щупа.

3.4. Проставить опорные точки.

4. Запрограммировать калибровку щупа с применением калибровочных циклов.

4.1. Выбрать тип измерительного щупа (приложение 1) и параметры измерительного стержня (приложение 2), в соответствии с параметрами детали (приложение 3).

4.2. Сменить (вручную или автоматически, в соответствии с типом выбранного щупа) инструмент на измерительный щуп.

4.3. В ручном режиме подвести измерительный щуп примерно над центром отверстия на высоте 1 – 1,5 см (безопасная высота), используя быстрое перемещение.

4.4. Углубить щуп в отверстие примерно на 1/4 длины измерительного стержня.

4.5. Подключить цикл калибровки измерения отклонения от оси.

4.6. Вернуть щуп на безопасную высоту.

4.7. Провести калибровку по радиусу шарика щупа и длины стержня (повторяя пункты 4.1 – 4.6).

5. Оформить отчет.

6. Защитить лабораторную работу.

5.Вопросы

1. Что такое «измерительный цикл»?
2. Для чего предназначены измерительные циклы?
3. Какими бывают параметры измерительных циклов?
4. Как программируются измерительные циклы?
5. Как осуществляется активация цикла?
6. Что необходимо для вызова цикла (т.е. чтобы он начал работать)?
7. Назовите набор измерительных циклов для системы ЧПУ «АксиОМА Контрол».
8. Что такое измерительный щуп?
9. Какие бывают параметры у измерительных щупов?
10. Назовите параметры измерительных стержней.
11. Назовите назначение цикла измерения отклонения от оси.
12. Назовите входные параметры цикла измерения отклонения от оси.
13. Назовите выходные параметры цикла измерения отклонения от оси.
14. Напишите ход цикла измерения отклонения от оси.
15. Назовите назначение цикла измерения радиуса шарика.
16. Назовите входные параметры цикла измерения радиуса шарика.
17. Назовите выходные параметры цикла измерения радиуса шарика.
18. Напишите ход цикла измерения радиуса шарика.
19. Назовите назначение цикла измерения длины щупа.
20. Назовите входные параметры цикла измерения длины щупа.
21. Назовите выходные параметры цикла измерения длины щупа.
22. Напишите ход цикла измерения длины щупа.

Приложение 1

Параметры измерительного щупа (Heidenhain)

Измерительные щупы для заготовок	**TS220**	**TS230**	**TS249**	**TS440**	**TS444**	**TS640**	**TS642**	**TS740**
Точность измерений				≤±5мкм	≤±5мкм	≤±5мкм	≤±5мкм	≤±1мкм
Отклонение измерительного стержня				≤5мм	≤5мм	≤5мм	≤5мм	≤5мм
Скорость измерений				≤5м/мин	≤5м/мин	≤5м/мин	≤5м/мин	≤5м/мин
Передача сигнала	Кабель	Кабель	Кабель					
Смена инструмента	Ручная	Ручная	Ручная	Авто	Авто	Авто	Авто	Авто

Приложение 2

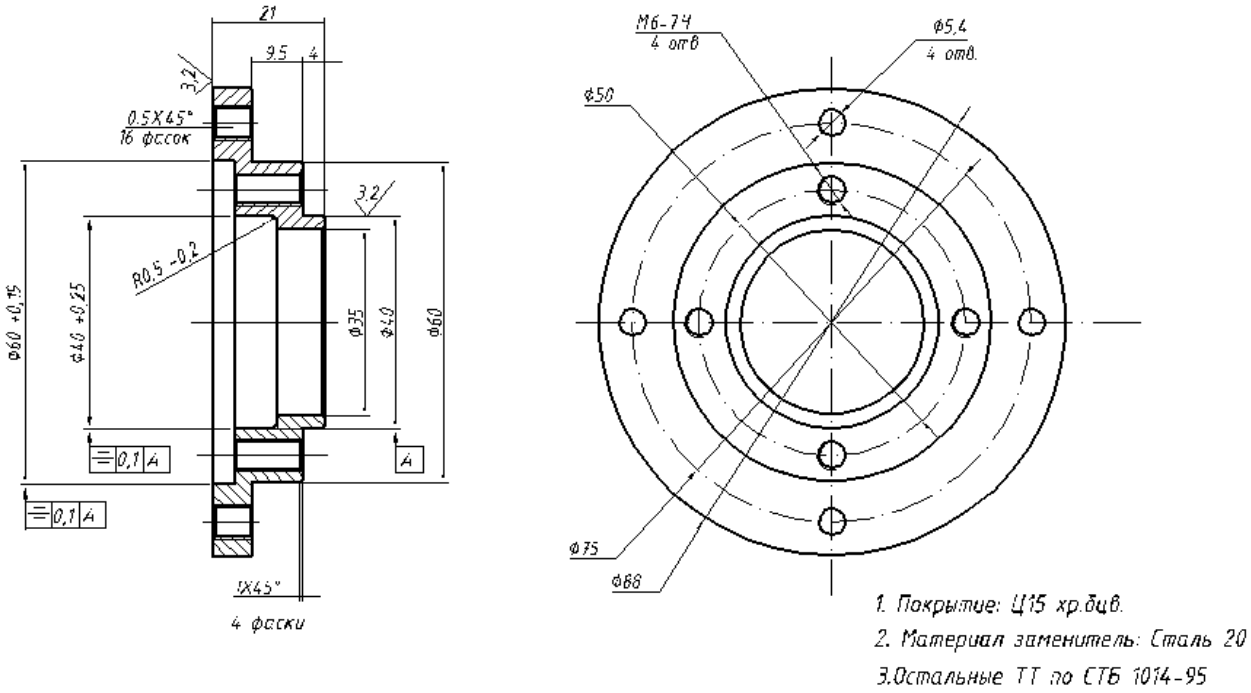
Параметры стержня измерительного щупа (Heidenhain)

Тип измерительного щупа	**Длина щупа (L), мм**	**Диаметр шарика (D), мм**
T421	21	1
T422	21	2
T423	21	3
T424	21	4
T404	40	4
T405	40	5
T406	40	6
T408	40	8

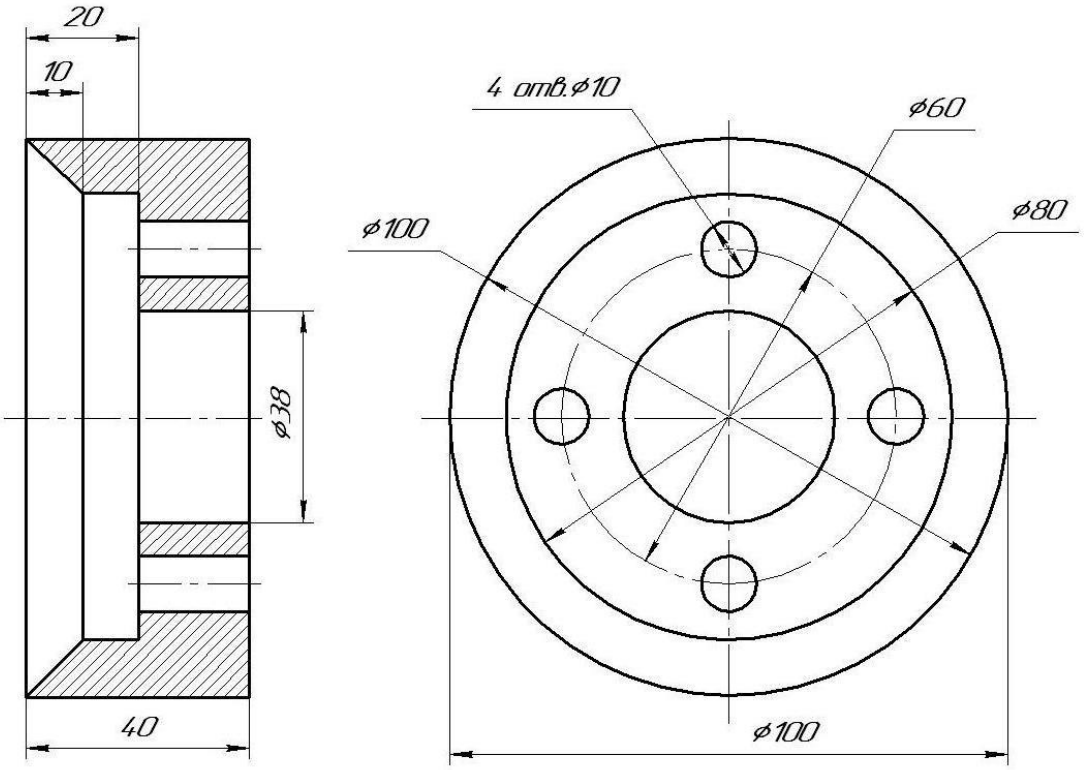
Приложение 3

Варианты заданий

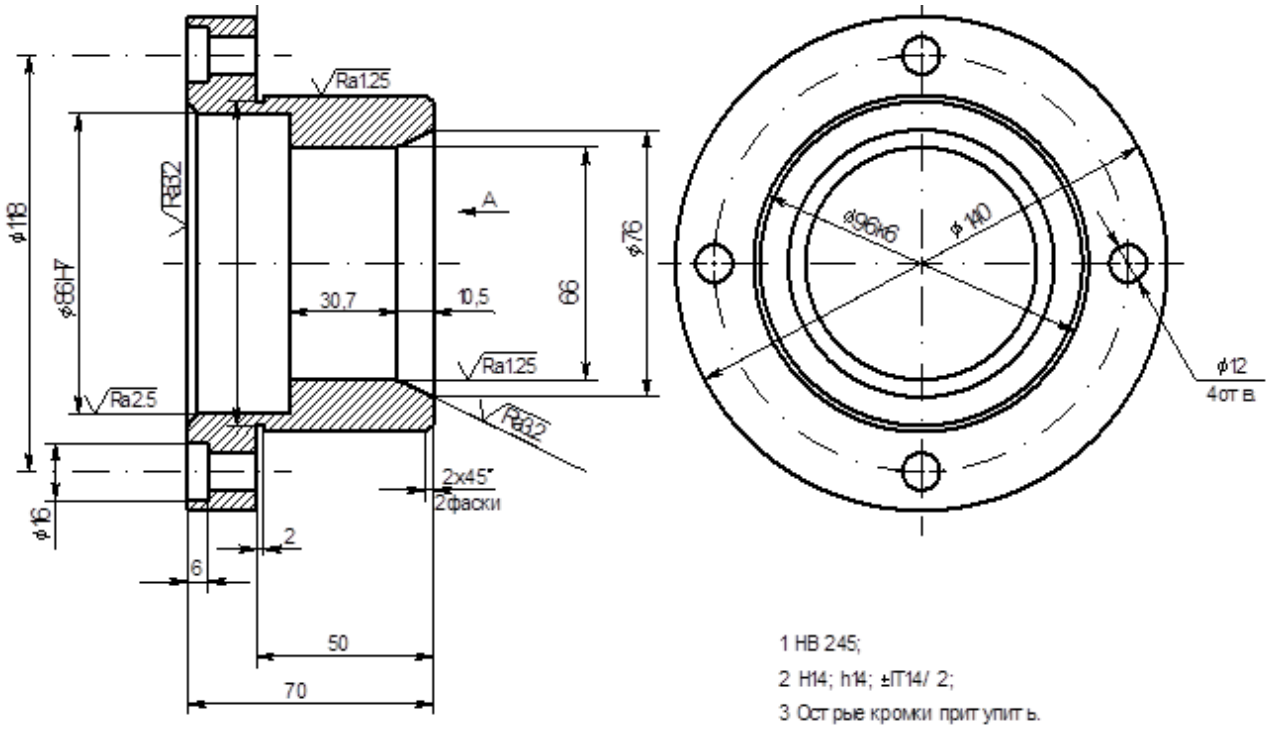
Вариант 1



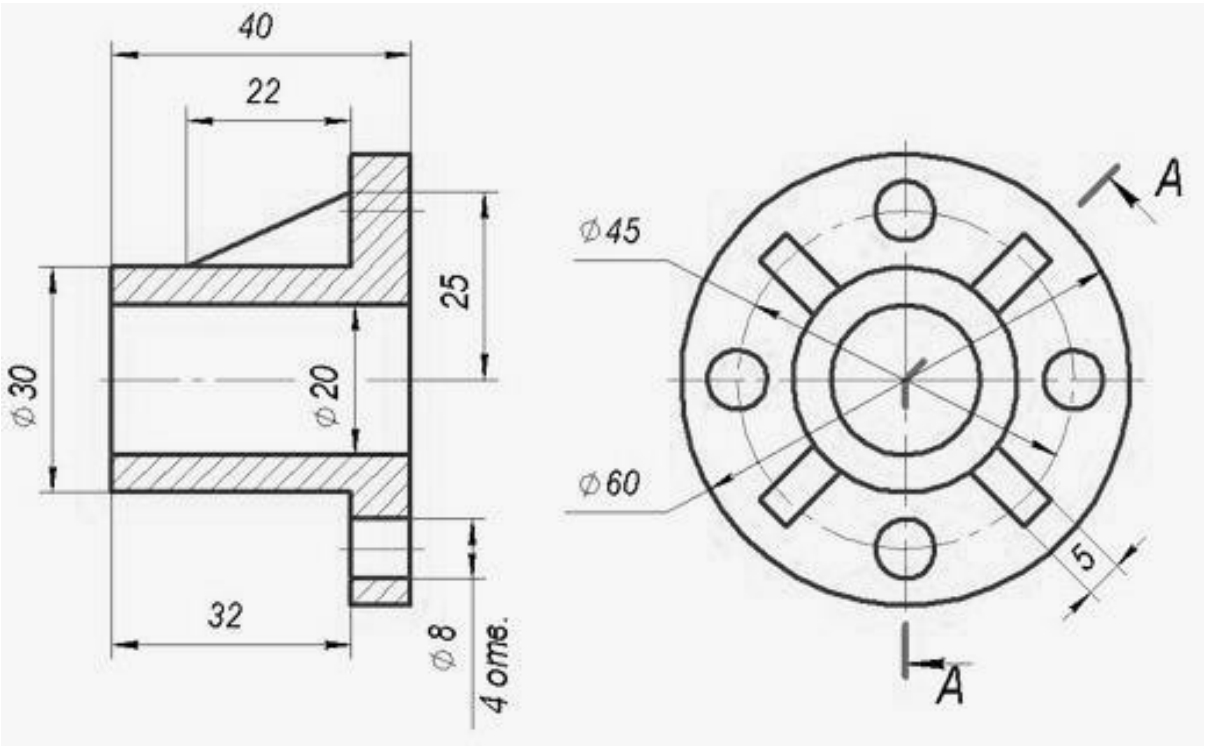
Вариант 2



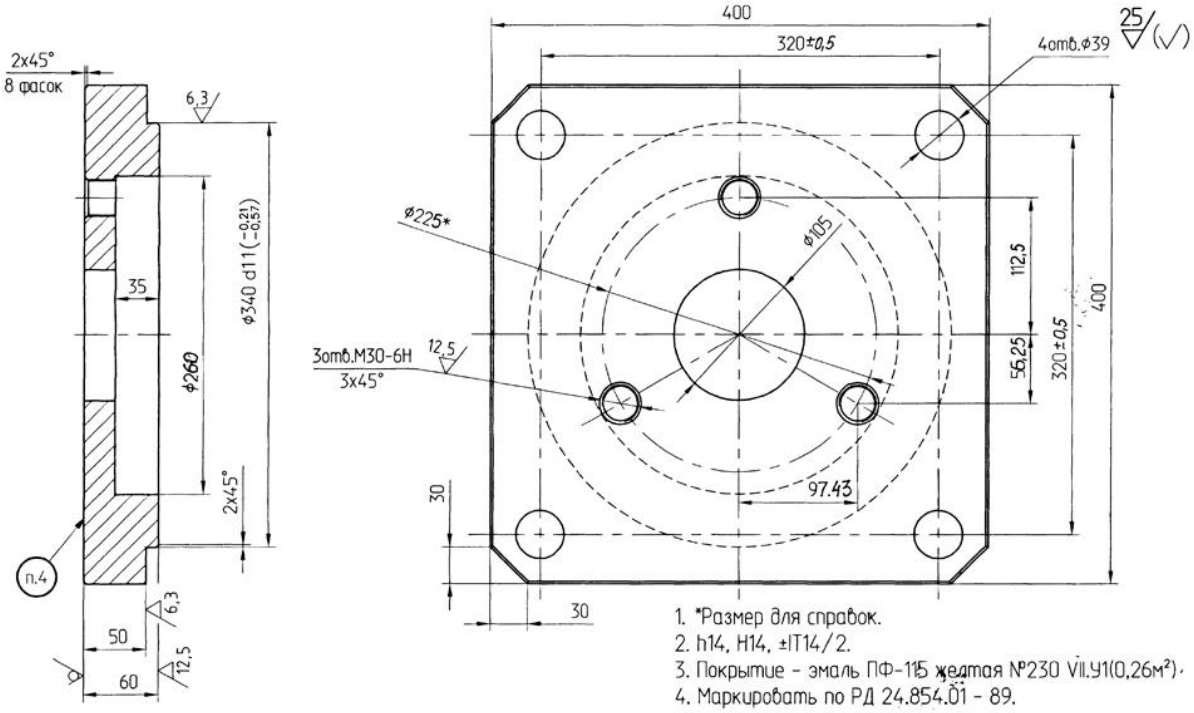
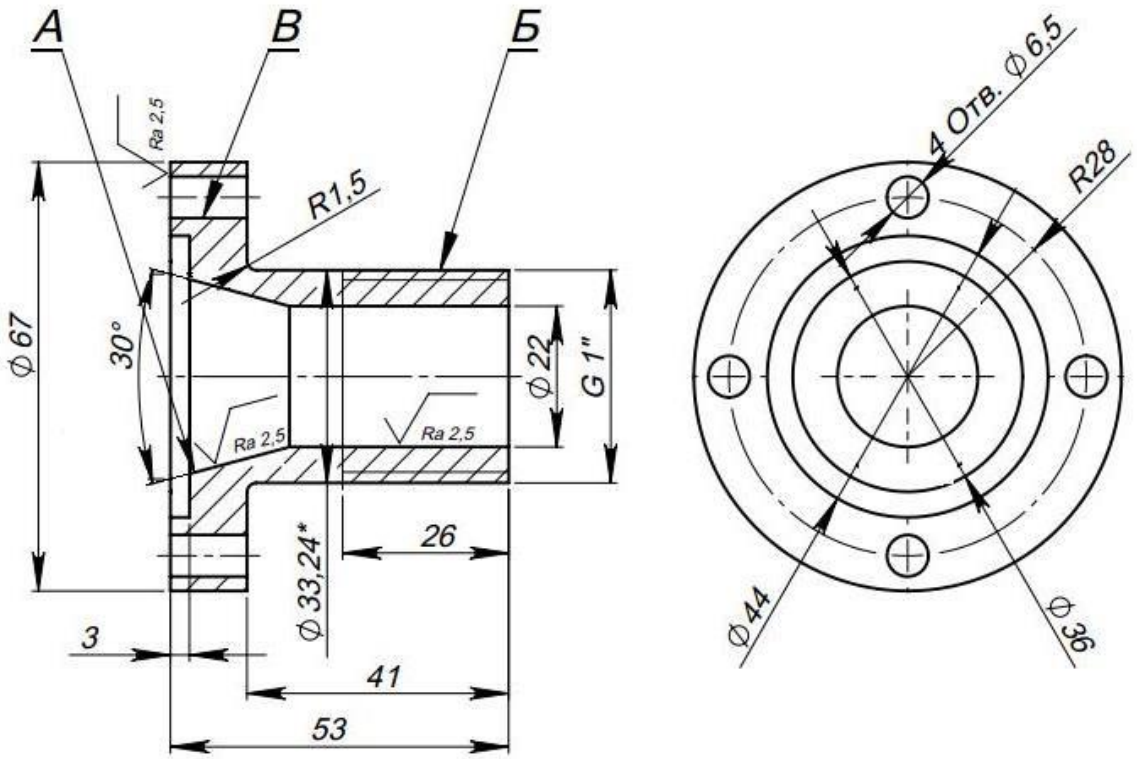
Вариант 3



Вариант 4



Вариант 5



Вариант 6