

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

КОНСТРУКТОРСЬКЕ ПРОЕКТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт по курсу

для спеціальностей: 7.05050315, 8.05050315
«Обладнання хімічних виробництв і підприємств
будівельних матеріалів»
7.05050206, 8.05050206,
«Машини і технологія пакування»

Рекомендовано Вченою радою інженерно-хімічного факультету

Київ 2013

Конструкторське проектування обладнання:

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Конструкторське проектування обладнання», для студ. спец. – 7.05050315, 8.05050315 – «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів»; 7.05050206, 8.05050206 – «Машини і технологія пакування» / Уклад.: В.Ю. Щербина. – К.: НТУУ «КПІ», 2013. – 37 с.

*Гриф надано Вченою радою ІХФ
(Протокол № 3 від 03.04. 2013 р.)*

Навчальне видання

КОНСТРУКТОРСЬКЕ ПРОЕКТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт по спеціальностям:

– 7.05050315, 8.05050315 – «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів»;

– 7.05050206, 8.05050206 – «Машини і технологія пакування».

Авторська редакція

Укладачі:

В.Ю. Щербина, к.т.н., доцент

Відповідальний редактор

Є.М. Панов, д.т.н., проф.

Рецензент:

В.М. Марчевський, к.т.н., проф.

ЗМІСТ

Загальні відомості	4
Приклад виконання роботи	5
ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ ПО AutoLISP	7
Лабораторна робота 1. Функція введення і обчислення арифметичних виразів. Побудова елементарних фігур	7
Лабораторна робота 2. Функції введення-виведення, обчислення арифметичних виразів.....	9
Лабораторна робота 3. Програми, які передбачають симетричне відображення примітивів і нанесення штрихування	11
Лабораторна робота 4. Програми, які передбачають проставлення розмірів	12
Лабораторна робота 5. Програми для побудови об'ємної моделі.....	12
Лабораторна робота 6. Розробка програм для побудови об'ємної моделі конструкції	14
Лабораторна робота для групи ЛС	15
Лабораторна робота для групи ЛД	22
Лабораторна робота для групи ЛП	27
Лабораторна робота для групи ЛУ	32
ЛІТЕРАТУРА	37

Загальні відомості

Відзначимо, що кожне креслення є унікальним і програма, яка його створює, може бути орієнтованою тільки на цей тип креслення, однак є декілька корисних прийомів, які необхідно враховувати під час складання програм, за допомогою яких виконують креслення.

1. Детальний аналіз креслення з метою його спрощення. Тут необхідно умовно виділити однотипні елементи, які будуються певною кількістю однакових примітивів (ліній, поліліній, дуг, кіл тощо), ділянки симетрії, паралельних переносів і т. ін.

2. Дослідження виділеного типового елемента креслення. Потрібно визначити точки, між якими слід провести примітиви, що їх з'єднують.

3. Визначення тих вибраних точок або розмірів, які потрібно задавати за допомогою команд уведення, або ж тих, як будуть визначатися за відомими залежностями у процесі виконання креслення.

Переважно першу точку, яку задають, називають базовою і умовно позначають *br*. Визначати її в кресленні потрібно так, щоб від неї було зручно проводити обчислення для усієї конструкції (наприклад, на перетині ліній симетрії).

Програму потрібно скласти так, щоб запитань до користувача було якнайменше – це зменшує ймовірність помилок при введенні. З цією метою слід передбачити запити таких значень на кресленні, за допомогою яких можна однозначно визначити розміри всієї конструкції.

4. Визначення однотипних ділянок креслення (див. п. 1) з однаковим алгоритмом креслення, за винятком, можливо, деяких формальних параметрів (розміри, написи, позначення і т. д.). Після цього можна зупинитися на двох способах розв'язання Лабораторна робота:

4.1. Створити функцію, яка креслить блок із заданням змінюваних параметрів, які вводять у функцію як формальні. При цьому з функції вищого рівня викликають функцію креслення потрібну кількість разів (наприклад, за допомогою циклу).

4.2. Організувати блок, який можна підставляти в конструкцію, вказуючи точку вставлення, масштаби по осях *X* і *Y* та кути повороту.

5. Якщо якась область має бути заштрихованою, то її межі зручно креслити однією полілінією, тоді для операції штрихування достатньо вказати тільки ім'я примітивів і координати однієї точки цієї полілінії.

6. Для проставлення декількох розмірів (горизонтальних або вертикальних) зручно використовувати відповідну функцію з визначеними формальними параметрами. Вигляд цієї функції може бути таким:

<ф-я для проставлення гор. розмірів>

<ф-я для проставлення верт. розмірів>

7. Визначення системних змінних, які мають відрізнитись від стандартних, і введення їх нових значень у головну функцію, при цьому використовують оператори *GETVAR* і *SETVAR*. Після закінчення роботи програми слід відновити початкові значення системних змінних.

8. Під час виконання креслення зручно користуватися шарами різного кольору для виконання різних операцій, це спрощує знаходження помилок, поліпшує наочність рисунка. Шари можуть бути такими:

OSN – чорного (білого) кольору – для креслення основних ліній;

OSI – мажентного кольору – для нанесення осьових ліній;

SHTR – червоного кольору – для штрихування;

RAZ – зеленого кольору – для нанесення розмірних ліній і тексту;

Через обмеження, накладені на існуючий нульовий шар, його краще не використовувати в кресленнях.

Наприклад, розглянемо побудову прямокутника з нанесенням штрихування і розмірних ліній.

Базовою точкою *br* вибрано нижній лівий кут прямокутника, *a* – розмір по осі *X*, *b* – по осі *Y*.

У тексті програми використовують координати точок *P1*, *P2*, *P3*, *P4*. *P1* – лівий нижній кут, *P2* – правий нижній кут, *P3* – правий верхній кут, *P4* – лівий верхній кут.

Зверніть увагу, що точки треба знаходити, визначивши їхні координати за допомогою функції *LIST* (визначається *P2*), або використовуючи функцію *POLAR* (визначають *P3*, *P4*). Повідомлення про помилки наведено в дод. 2. У разі використання графічної бази даних слід скористатися дод. 1,3.

Приклад виконання роботи

Розробити програму, з можливістю введенням формальних параметрів, для виконання креслення приведенного на Рис. 1 а.

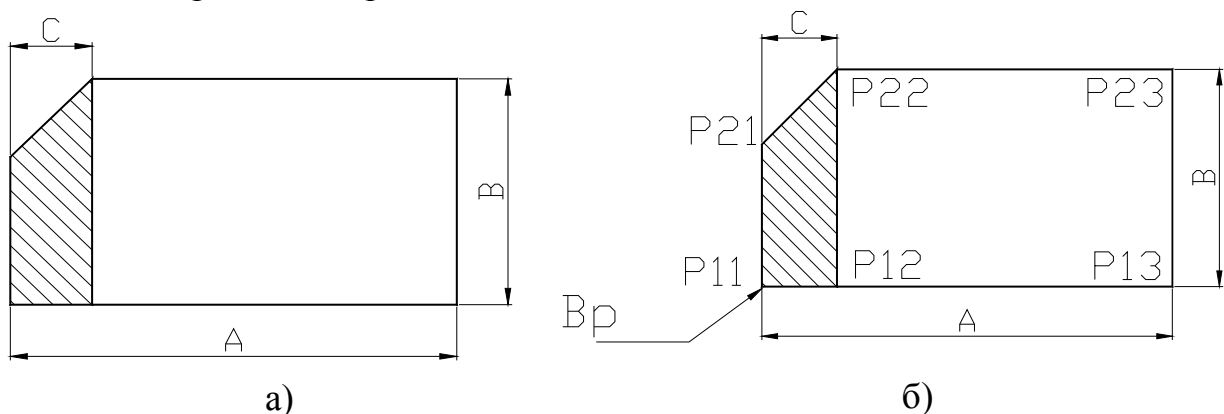


Рис. 1 – Приклад Лабораторна робота
а) креслення деталі; б) визначення базової та опорних точок

Лістинг програми:

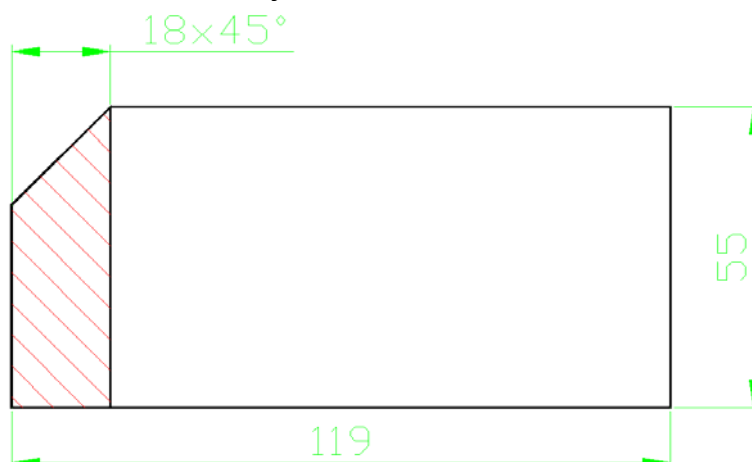
```
(defun c:prm ( )  
; Установлення системних змінних для проставлення розмірів  
(setq txt (getvar "DIMTXT")) (setvar "DIMTXT" 5) ; висота тексту  
(setq asz (getvar "DIMASZ")) (setvar "DIMASZ" 5) ; розмір стрілки  
(setq tad (getvar "DIMTAD")) (setvar "DIMTAD" 1) ; текст над розм. лінією  
(setq tih (getvar "DIMTIH")) (setvar "DIMTIH" 0); неперервність розм. лінії
```

```

(setq gap (getvar "DIMGAP"))(setvar "DIMGAP" 1.5); відстань від розм. лінії до тексту
; Уведення вихідних даних
(setq bp (getpoint "\n Ввести Вр: "))
(setq a (getdist bp "\n Ввести a: "))
(setq b (getdist bp "\n Ввести b: "))
(setq c (getdist bp "\n Ввести c: "))
; Визначення точок
(setq p11 bp
      p12 (polar p11 0 c)
      p13 (polar p11 0 a)
      p23 (polar p13 (/ pi 2) b)
      p21 (polar p11 (/ pi 2) (- b c))
      p22 (list (car p12)(cadr p23))
)
; Побудова контура
; створення шару для креслення контуру
(command "_LAYER" "_M" "OSN" "")
(command "_PLINE" p11 p21 p22 p12 "_C")
; Визначення імені примітиву en для вказання його під час штрихування
(setq en (entlast))
(command "_PLINE" p22 p23 p13 p12 "")
; штрихування
(command "_LAYER" "_M" "HATCH" "_C" 1 "" "")
(command "_HATCH" "_u" 135 4 "_n" en "")
; установлення розмірів
(command "_LAYER" "_M" "TEXT" "_C" 3 "" "")
(setvar "dimasz" 5)(setvar "dimtxt" 5)(setvar "dimgap" 1.5)
(command "_DIM")
(command "_hor" p11 p13 (polar p11 (* pi 1.5) 10) (rtos a 2 0))
(command "_ver" p13 p23 (polar p13 0 15) (rtos b 2 0))
(command "_hor" p21 p22 (polar p22 (/ pi 2) 10) (strcat (rtos c 2 0) "x45%%d"))
(command "_EXIT")
; Відновлення змінених системних змінних
(setvar "DIMTXT" txt) (setvar "DIMASZ" asz)
(setvar "DIMTAD" tad) (setvar "DIMTIH" tih)
(setvar "DIMGAP" gap)
(princ)

```

Результат виконання



ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ ПО AutoLISP

Лабораторна робота вибирають з відповідних рисунків "Лабораторна робота №..." згідно з номером бригади.

Лабораторна робота 1. Функція введення і обчислення арифметичних виразів.

Побудова елементарних фігур

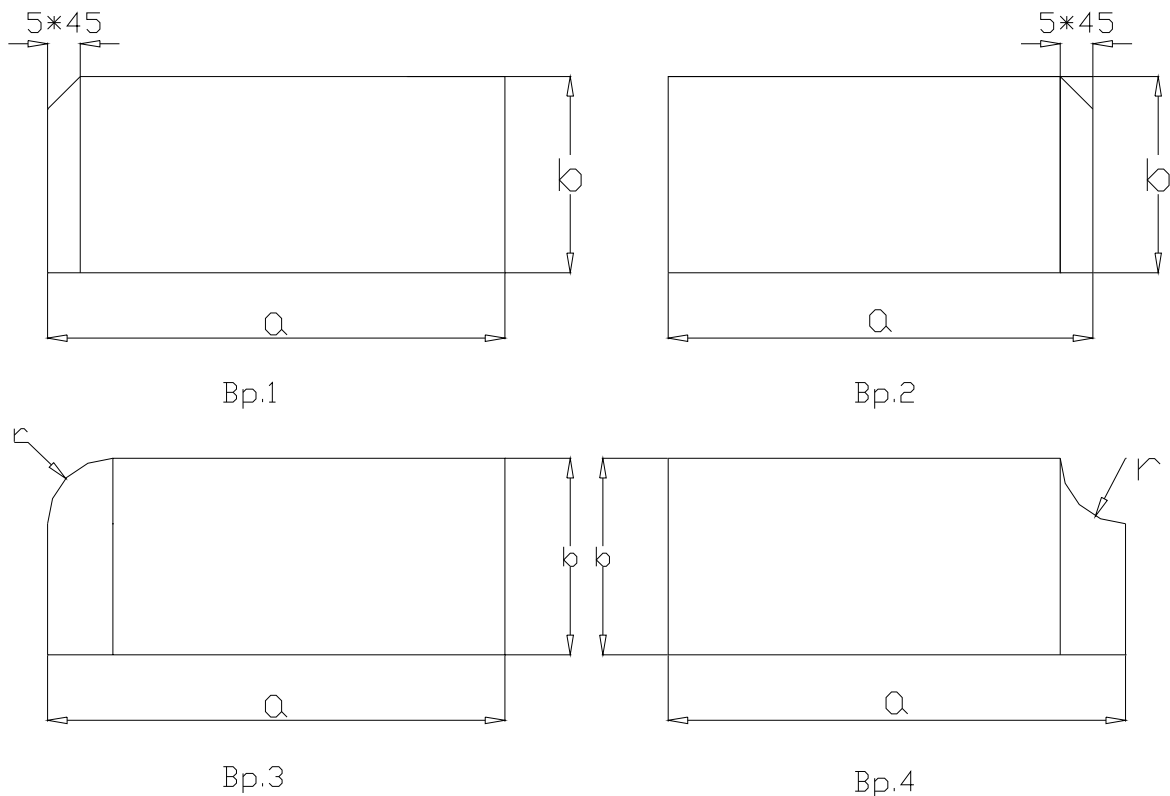
Мета: навчитись, використовуючи функції AutoLISP, вводити в програму значення змінних, застосовувати математичні функції та команди AutoCAD.

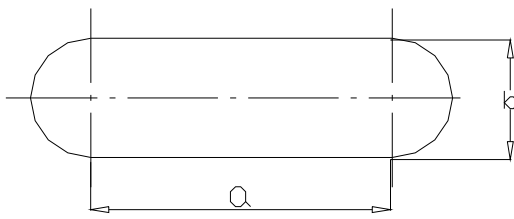
Порядок виконання

1. Лабораторна робота вибираються з **Рис. 2** згідно номеру бригади.
2. Аналізуючи індивідуальне Лабораторна робота, визначити базову точку рисунка і змінні для введення.
3. Увести за допомогою редактора програму виконання рисунка, створивши файл *LRn.LSP*, де *n* – номер бригади.
4. Виконати програму.
5. Вивести результат на друк.

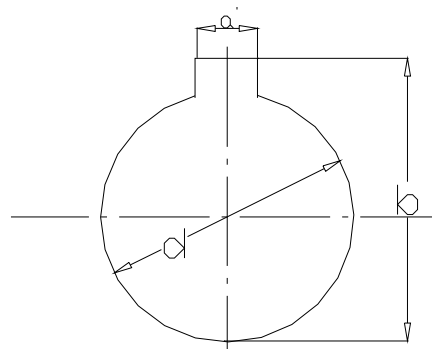
Контрольні запитання

1. Функції введення-виведення, використані в програмі, їх структура і застосування.
2. Математичні функції, використані у програмі, їх застосування.
3. Виклик програм з AutoCAD.

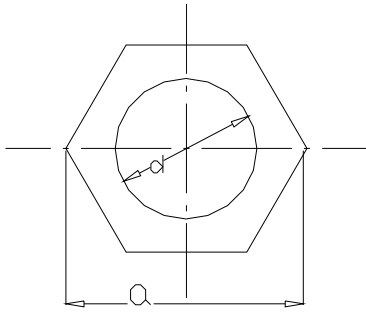




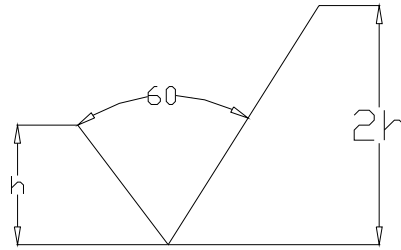
Вр.5



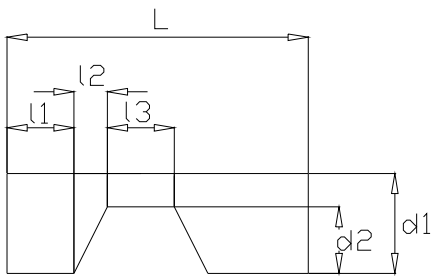
Вр.6



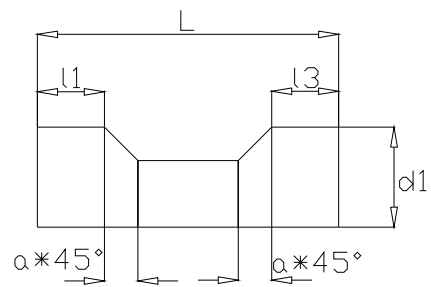
Вр.7



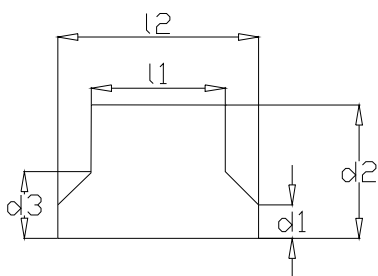
Вр.8



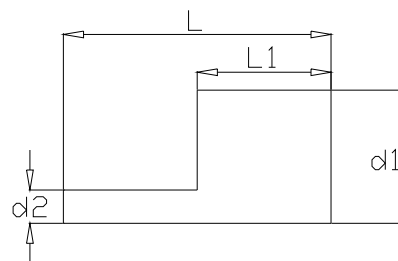
Вр.9



Вр.10



Вр.11



Вр.12

Рис. 2 – Лабораторна работа 1

Лабораторна робота 2. Функції введення-виведення, обчислення арифметичних виразів

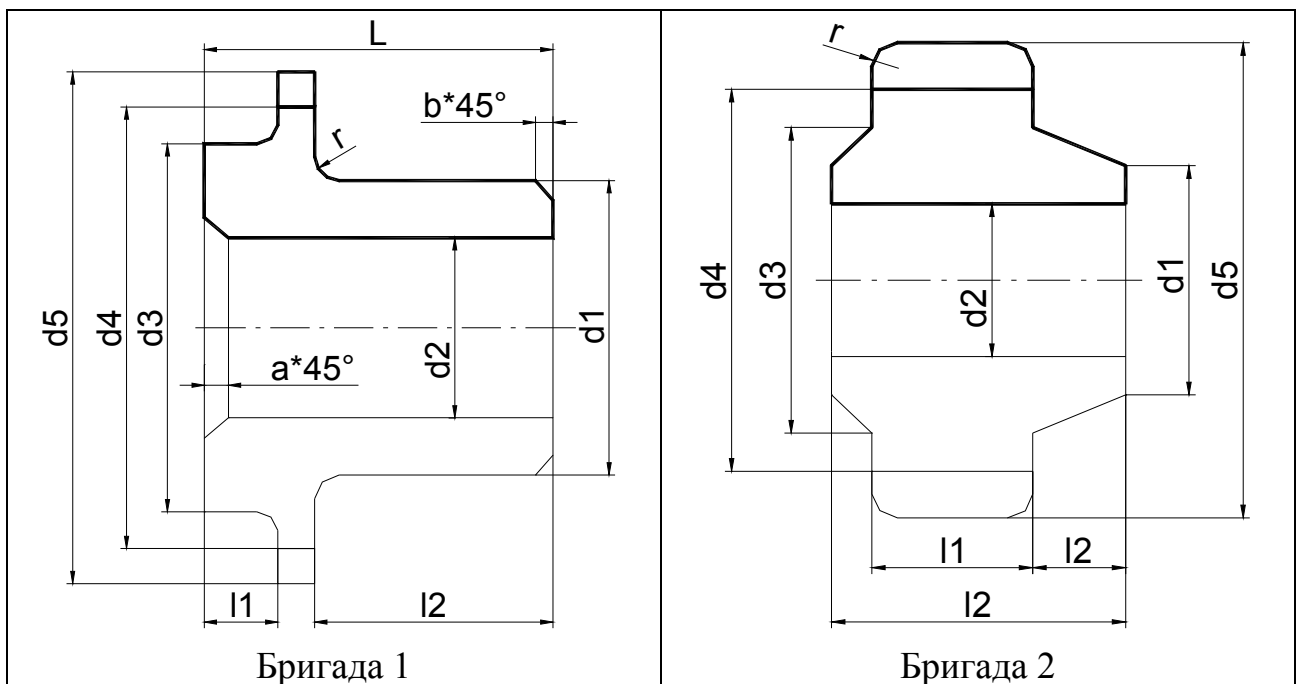
Мета: навчитися використовувати функції введення-виведення, математичних обчислень у програмі мовою AutoLISP.

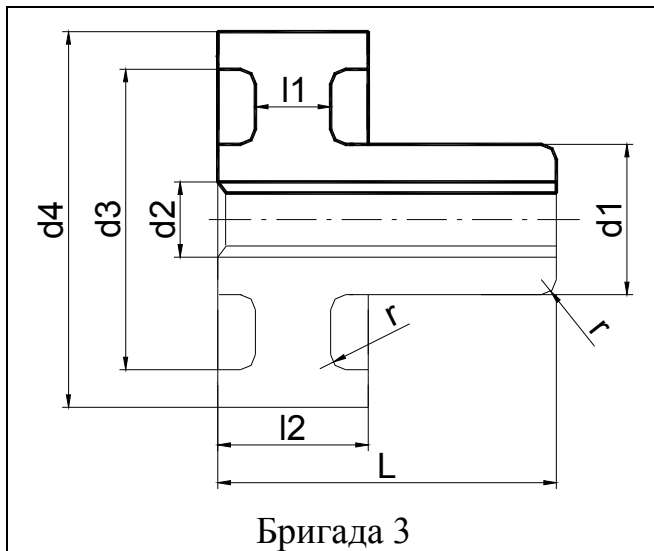
Порядок виконання

1. Лабораторна робота вибираються з **Рис. 3** згідно номеру бригади.
2. Аналізуючи індивідуальне Лабораторна робота, визначити базову точку рисунка і змінні для введення.
3. Увести за допомогою редактора програму виконання рисунка, створивши файл *LRn.LSP*, де *n* – номер бригади.
4. Виконати програму.
5. Вивести на друк результат.

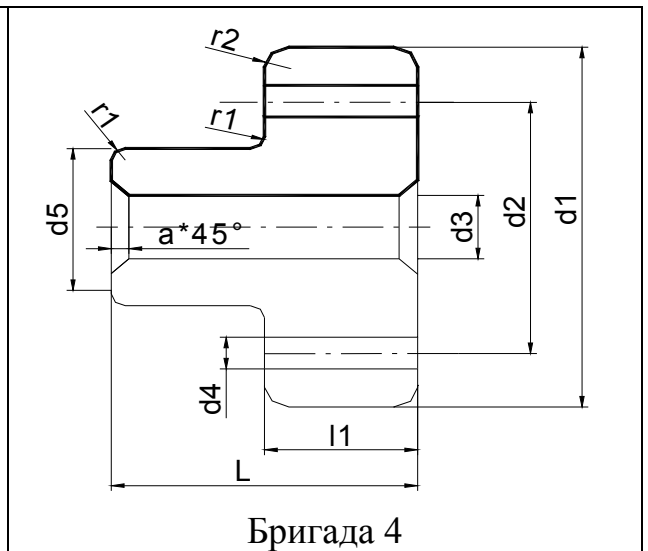
Контрольні запитання

1. Функції введення-виведення в програмах, написаних мовою AutoLISP.
2. Математичні функції.
3. Функції для роботи з геометричним описом об'єкта.

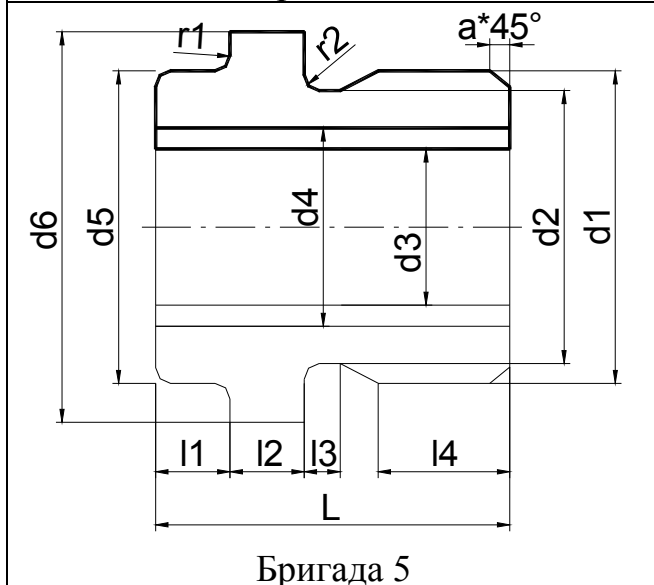




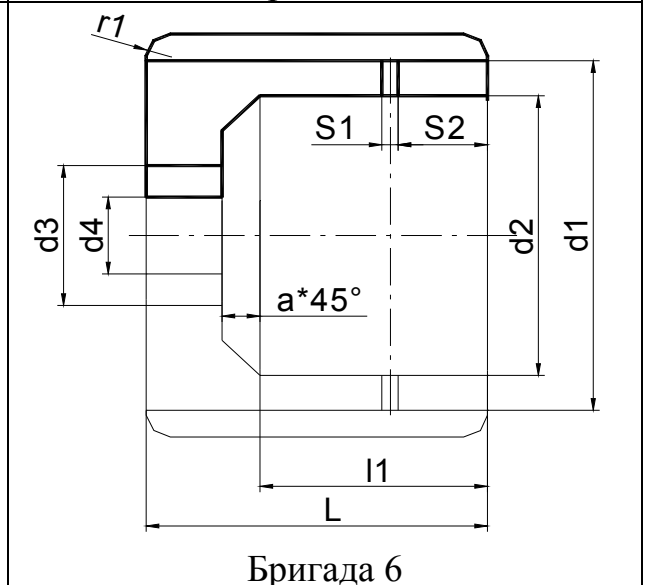
Бригада 3



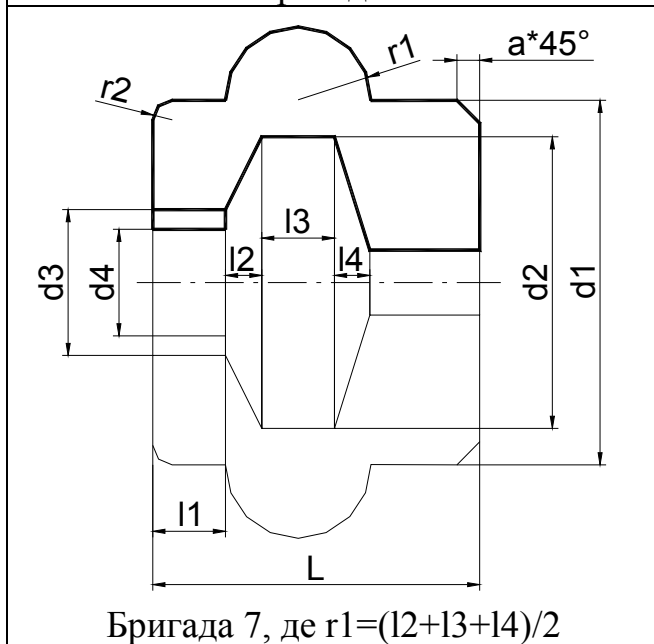
Бригада 4



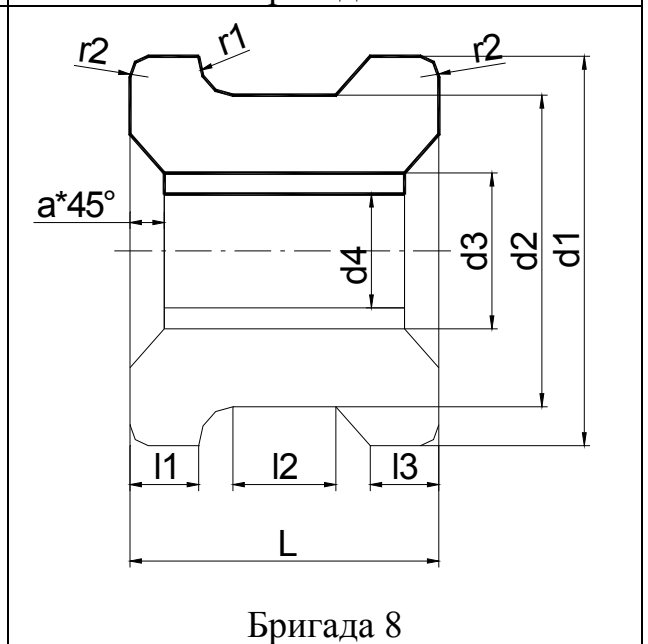
Бригада 5



Бригада 6



Бригада 7, де $r_1 = (l_2 + l_3 + l_4) / 2$



Бригада 8

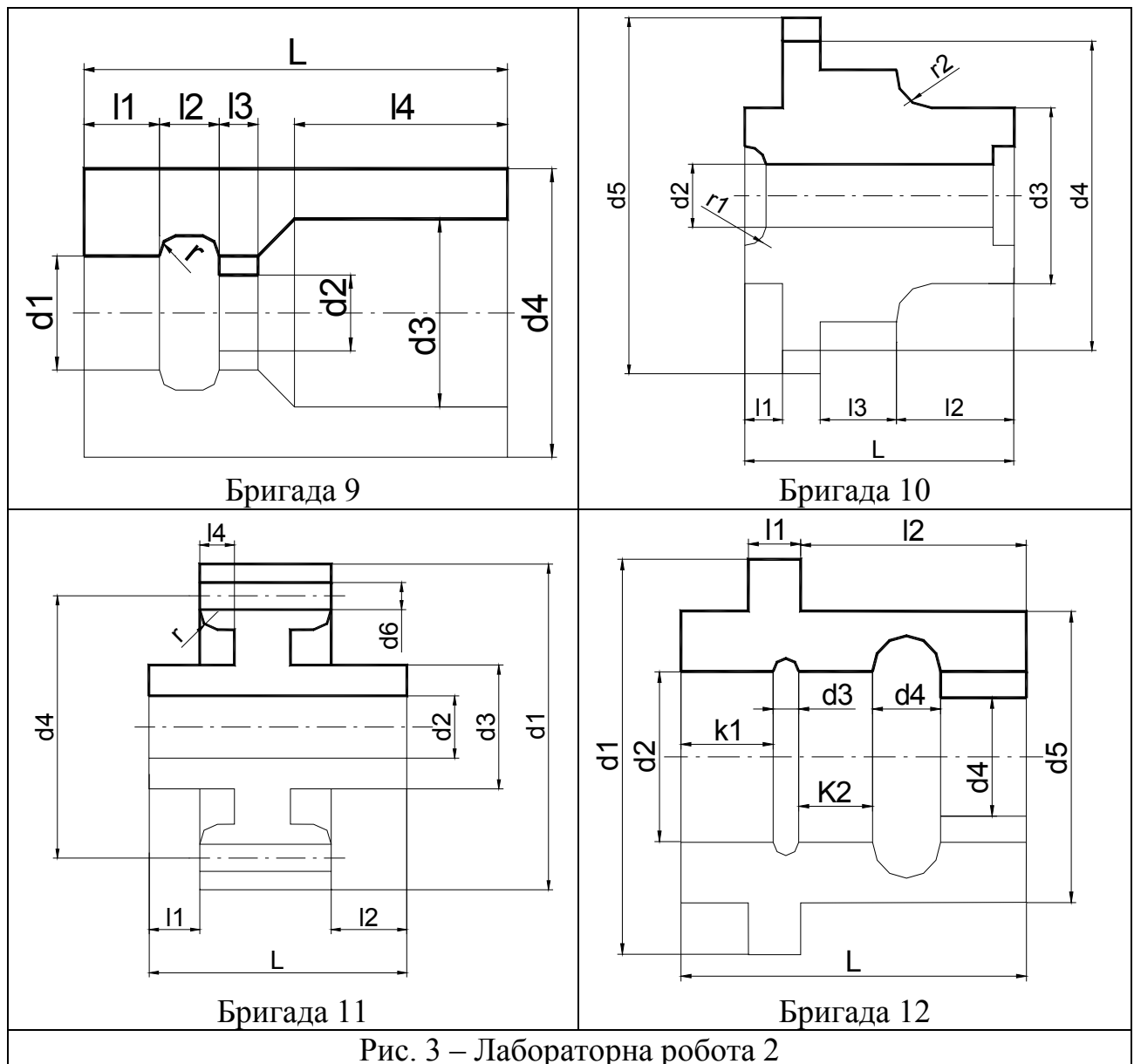


Рис. 3 – Лабораторна робота 2

Лабораторна робота 3. Програми, які передбачають симетричне відображення примітивів і нанесення штрихування

Мета: навчитися, використовуючи можливості AutoLISP, симетрично відобразити або перенести ділянки креслення і наносити штрихування.

Порядок виконання

1. Лабораторна робота вибираються з **Рис. 4** згідно номеру бригади.
2. Аналізуючи індивідуальне Лабораторна робота, визначити базову точку рисунка і змінні для введення.
3. Увести за допомогою редактора програму виконання рисунка, створивши файл *LRn.LSP*, де *n* – номер бригади.
4. Виконати програму.
5. Вивести результат на друк.

Контрольні запитання

1. Масиви (набори) даних в AutoLISP. Їх структура.

2. Функції для вибору змінних із набору даних.

Лабораторна робота 4. Програми, які передбачають проставлення розмірів

Мета: навчитися, використовуючи можливості AutoLISP, наносити на креслення розмірні лінії і проставляти розміри.

Порядок виконання:

1. Лабораторна робота вибираються з **Рис. 4** згідно номеру бригади.
2. Аналізуючи індивідуальне Лабораторна робота, визначити базову точку рисунка і змінні для введення.
3. Увести за допомогою редактора програму виконання рисунка, створивши файл *LRn.LSP*, де *n* – номер бригади.
4. Виконати програму.
5. Вивести результат на друк.

Рекомендації щодо виконання роботи

Під час проставлення розмірів необхідно враховувати, що:

- відстань між паралельними розмірними лініями має бути 6...10 мм, а між першою лінією і контуром деталі – 10 мм;
- довжина стрілки розмірної лінії 4...6 мм;
- текст наносять над розмірною лінією паралельно;
- висота тексту – 4...5 мм.

Контрольні запитання

1. Функції введення і їх використання.
2. Функції для роботи з набором даних.
3. Функції для організування циклів.

Лабораторна робота 5. Програми для побудови об'ємної моделі

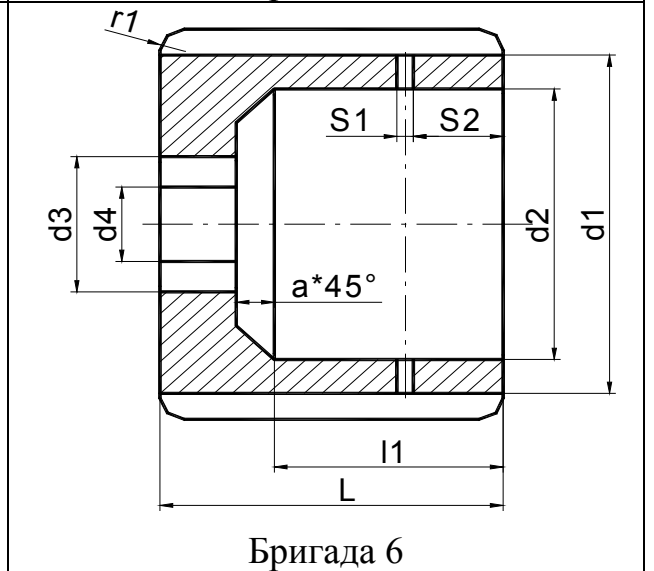
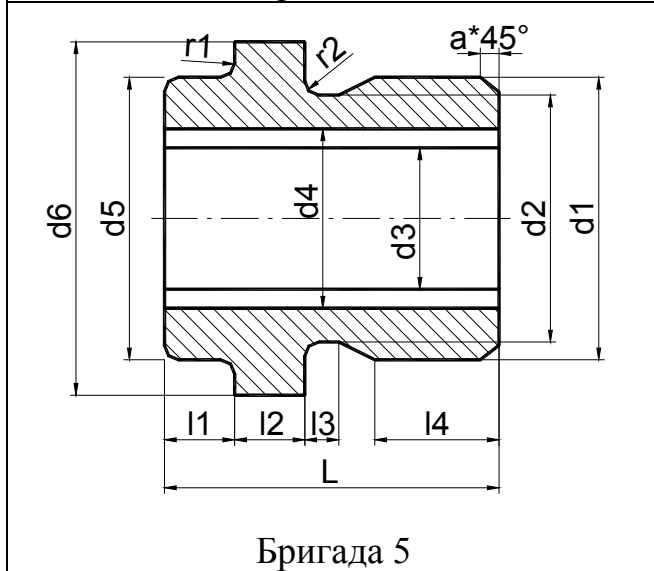
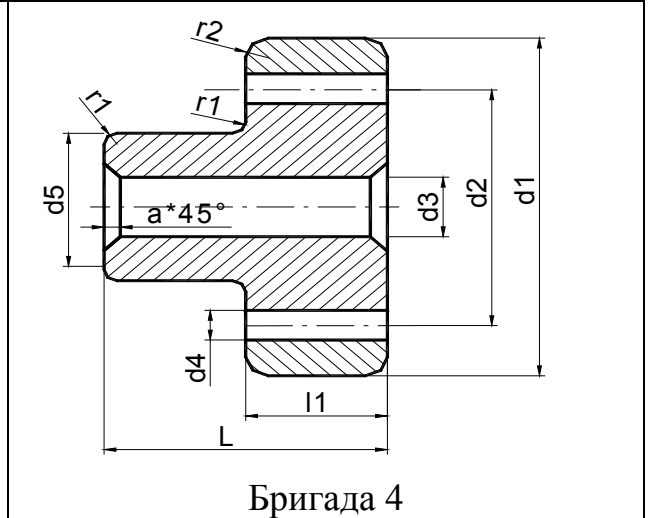
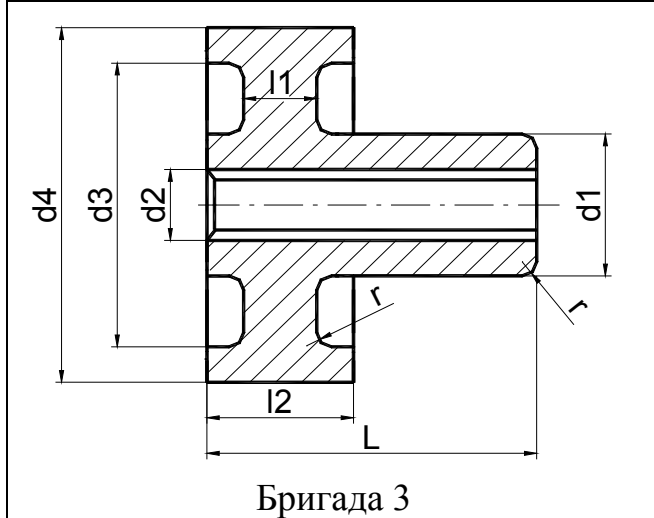
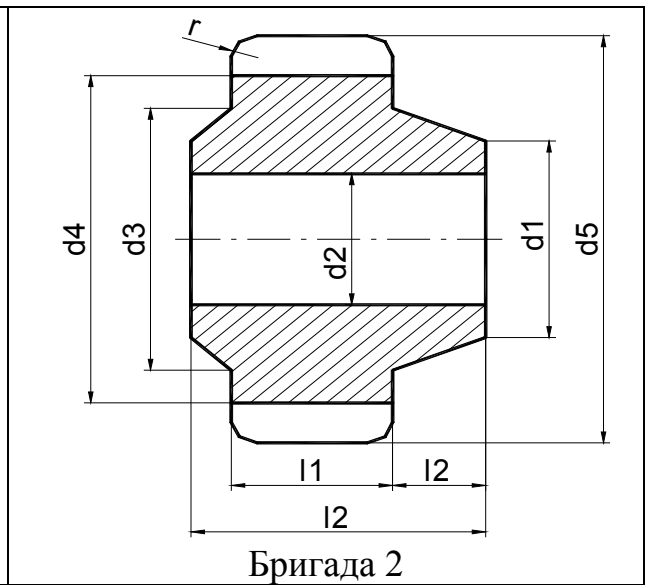
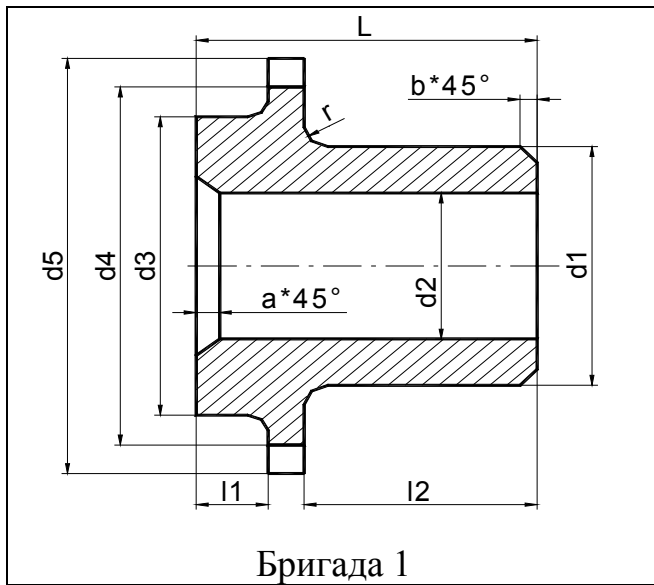
Мета: навчитися, використовуючи можливості AutoLISP та функції AutoCAD, виконувати об'ємної моделі.

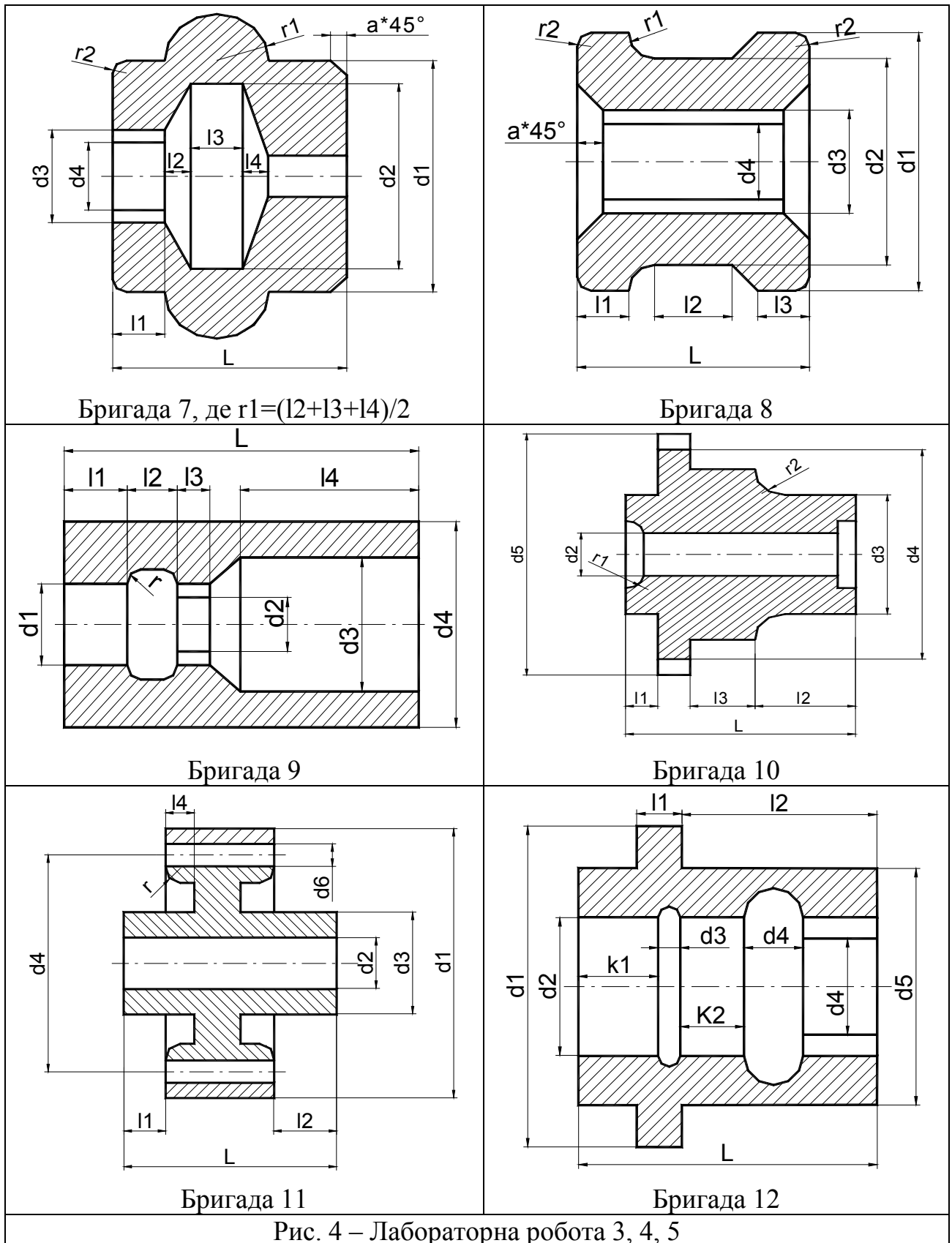
Порядок виконання:

1. Лабораторна робота вибираються з **Рис. 4** згідно номеру бригади.
2. Аналізуючи індивідуальне Лабораторна робота, визначити базову точку рисунка і змінні для введення.
3. Увести за допомогою редактора програму виконання рисунка, створивши файл *LRn.LSP*, де *n* – номер бригади.
4. Виконати програму для побудови об'ємної моделі.
5. Вивести результат на друк.

Контрольні запитання

1. Команди для виконання 3D конструкції в AutoCad.
2. Виклик команд AutoCad з AutoLISP.
3. Визначення характеристик 3D конструкції .





Лабораторна робота 6. Розробка програм для побудови об'ємної моделі конструкції

Мета: навчитися складати програми з використанням розроблених функцій і команд AutoCAD.

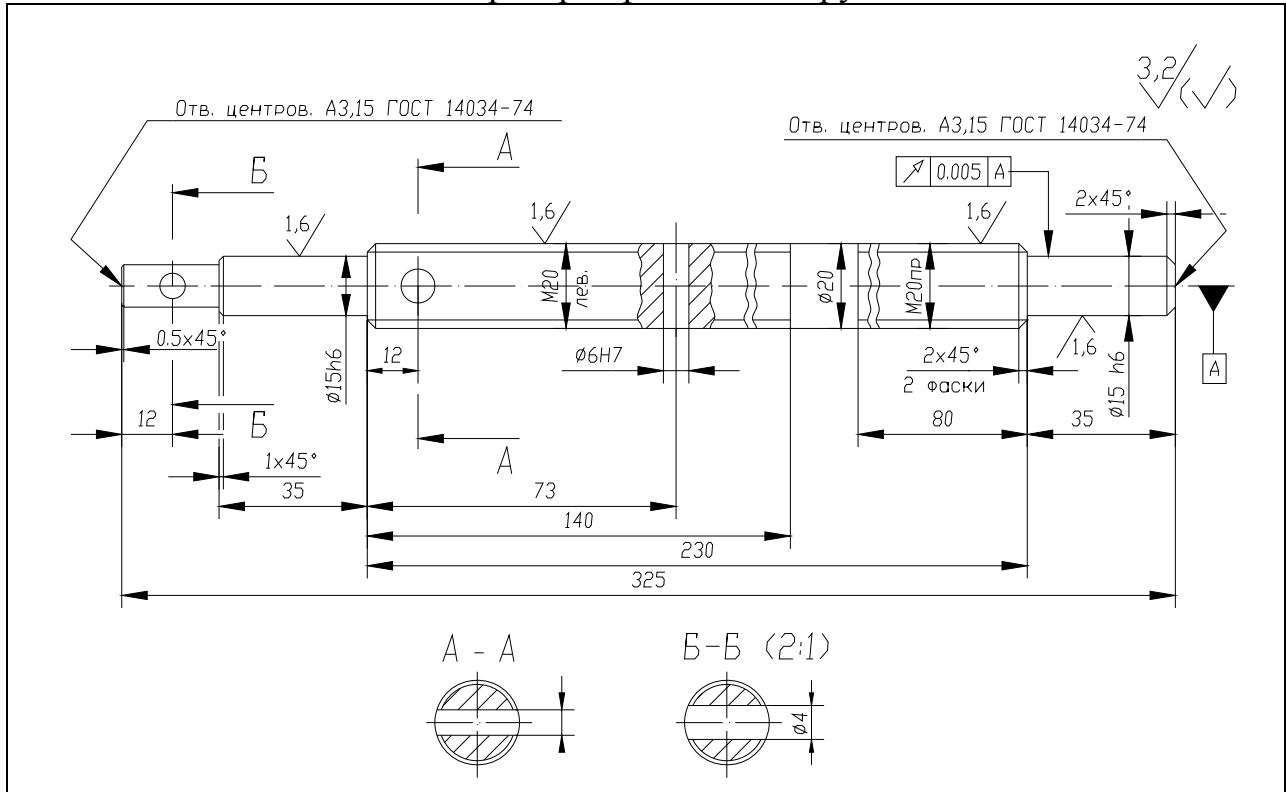
Виконання

Скласти програму (функцію) для виконання твердотільної деталі (типу SOLD) згідно завданню групі та номеру бригади, приведеному на **Рис. 5 – Рис. 25**.

Контрольні запитання

1. Функції перевірки типів даних.
2. Функції роботи зі списками.
3. Функції керування зображенням.

Лабораторна робота для групи ЛС



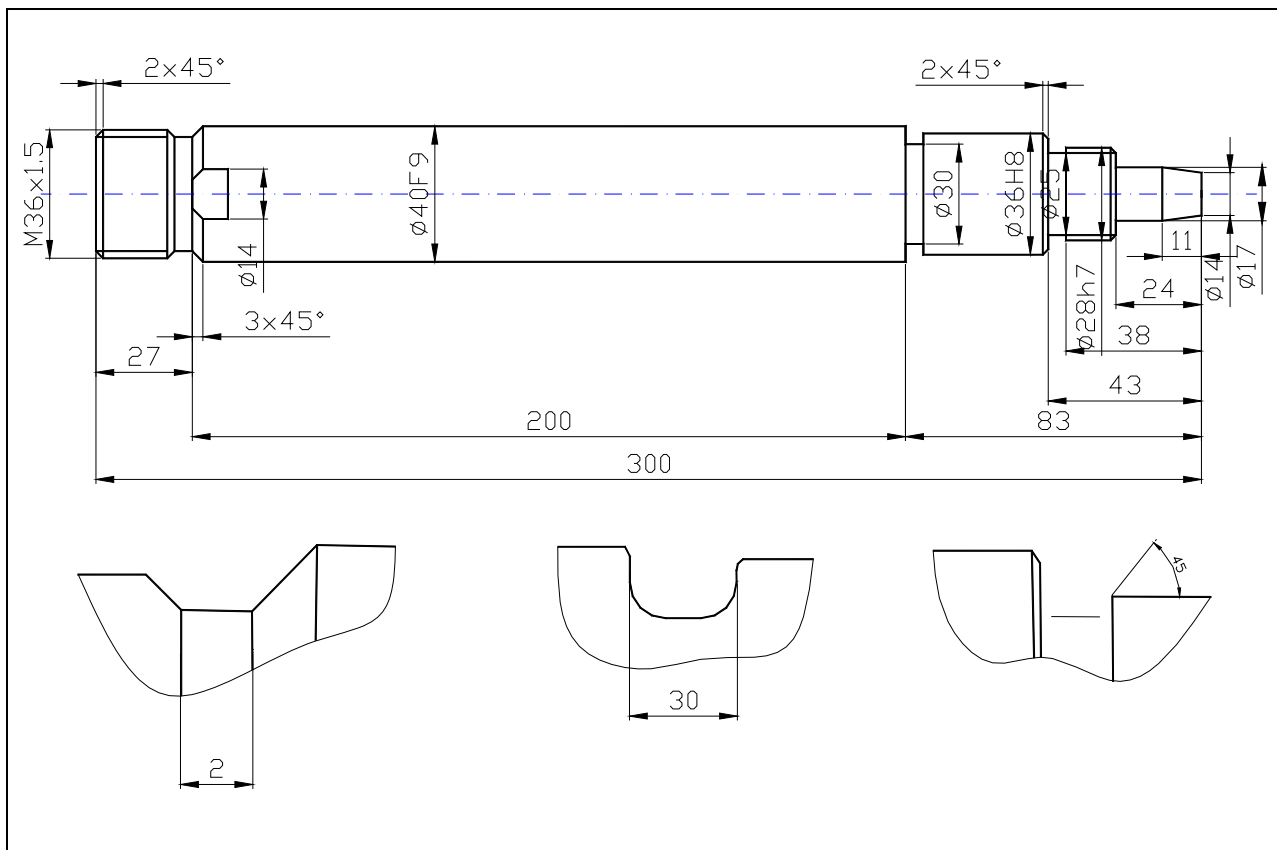
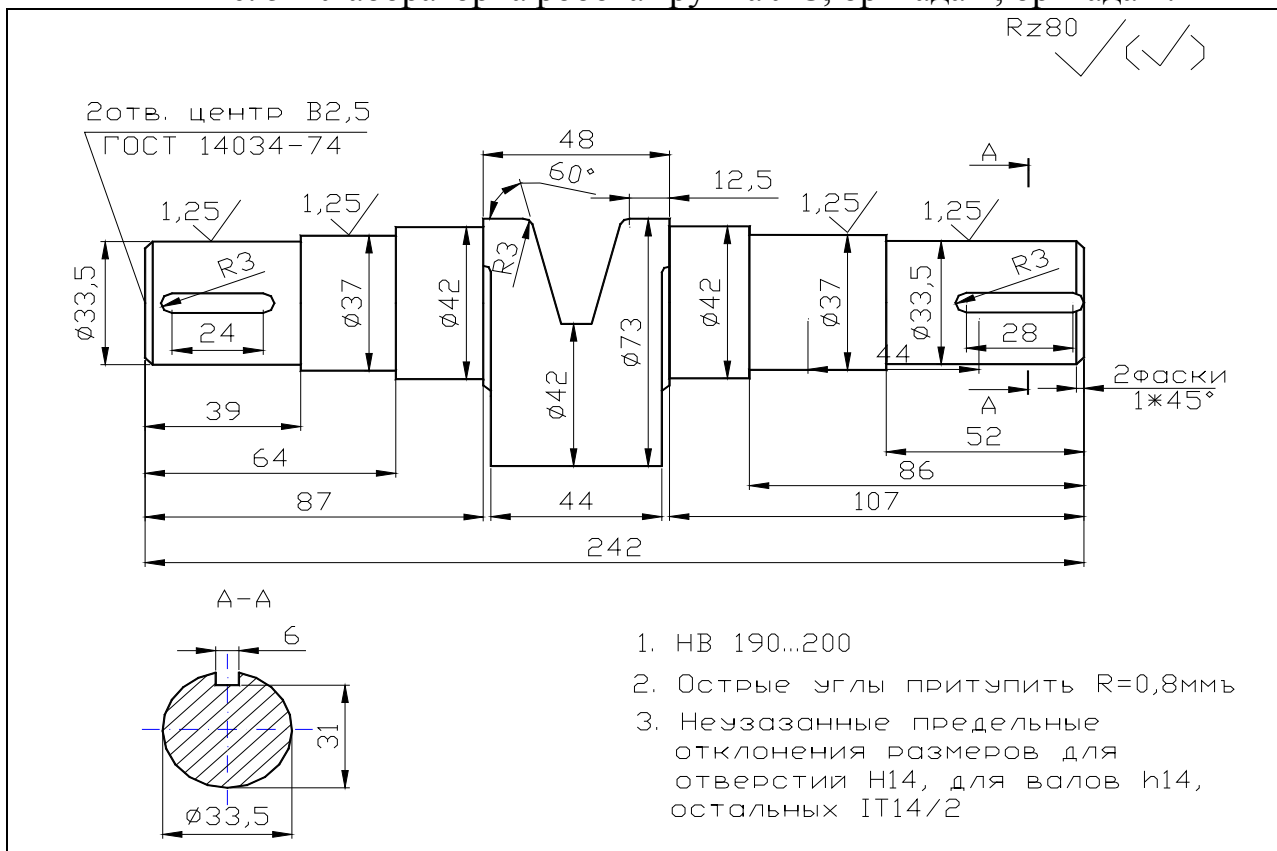


Рис. 5 – Лабораторна работа группа ЛС, бригада 1, бригада 2.



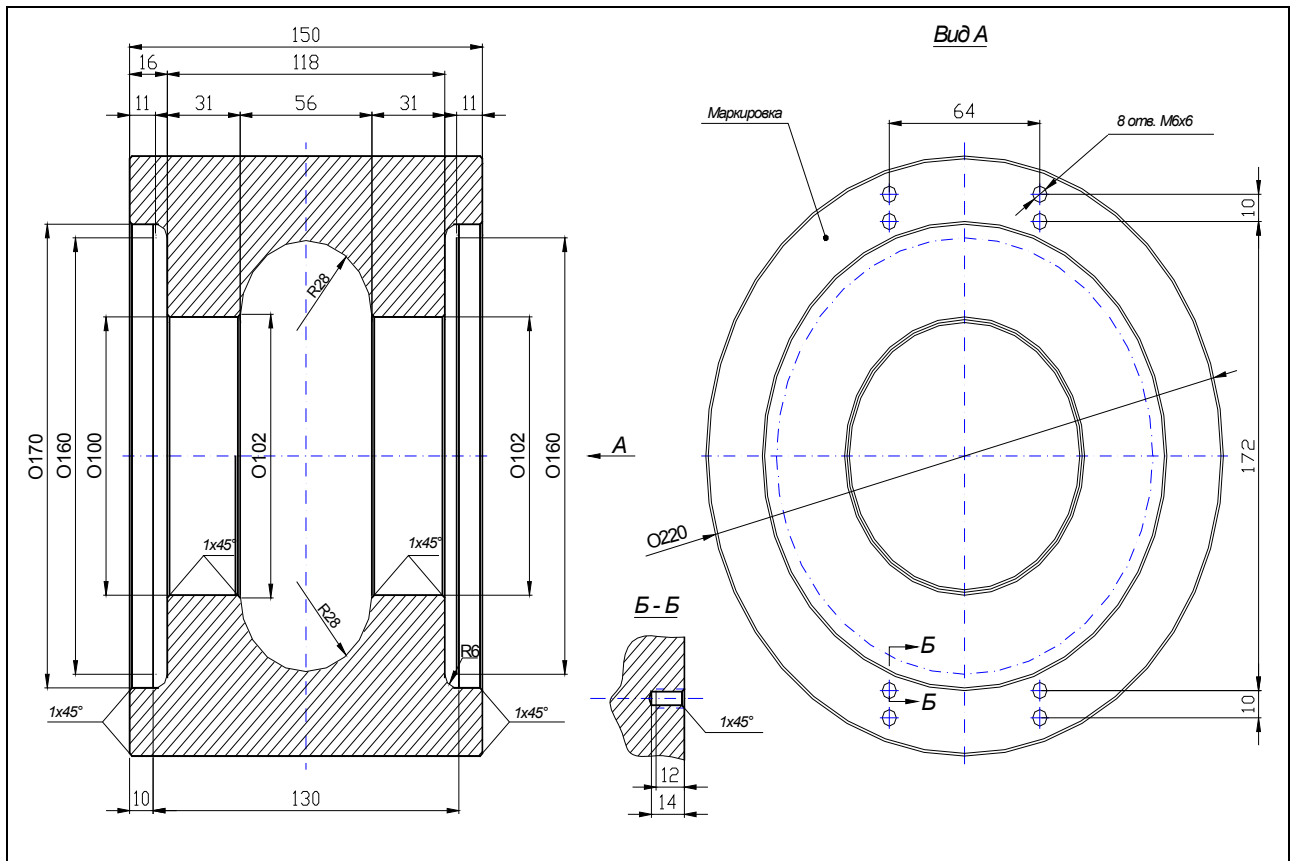
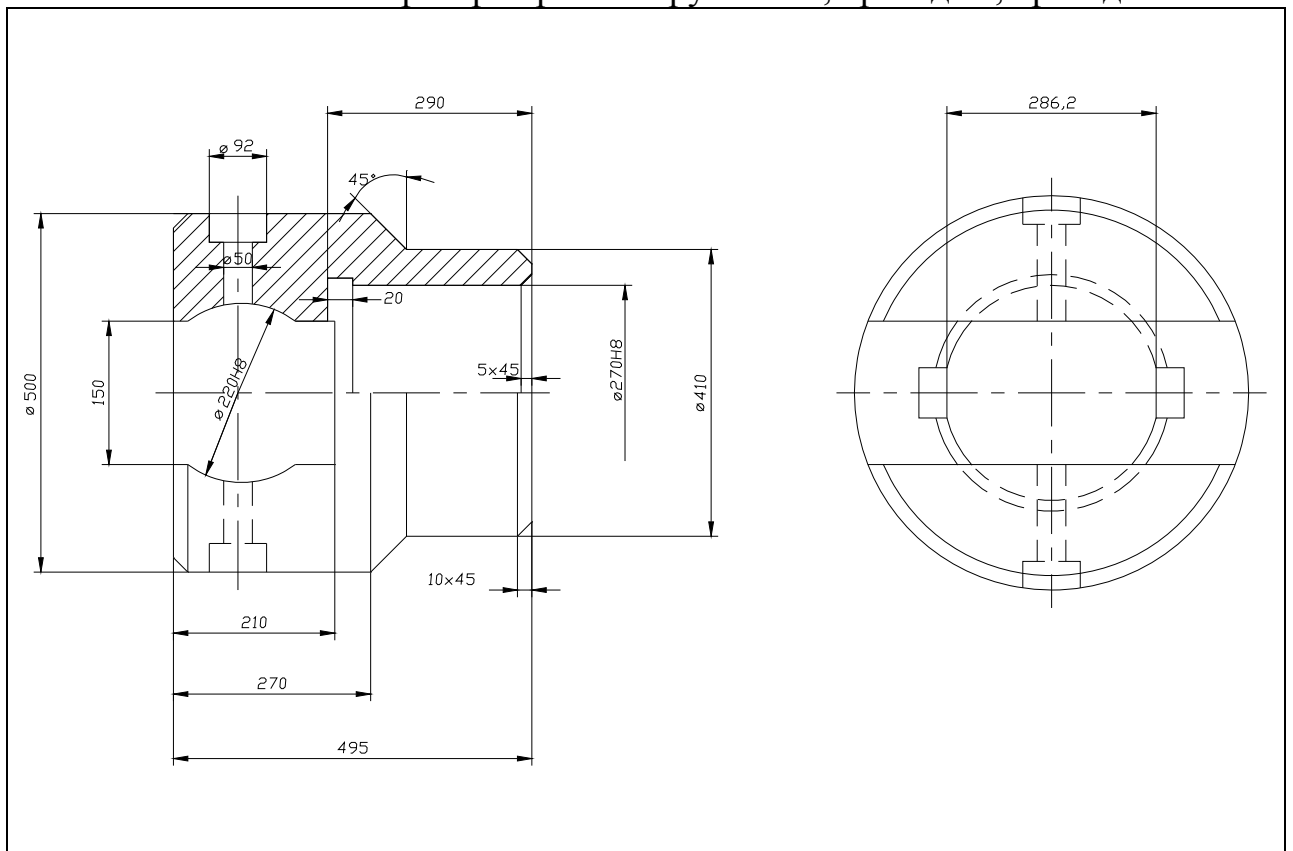


Рис. 6 – Лабораторна робота група ЛС, бригада 3, бригада 4.



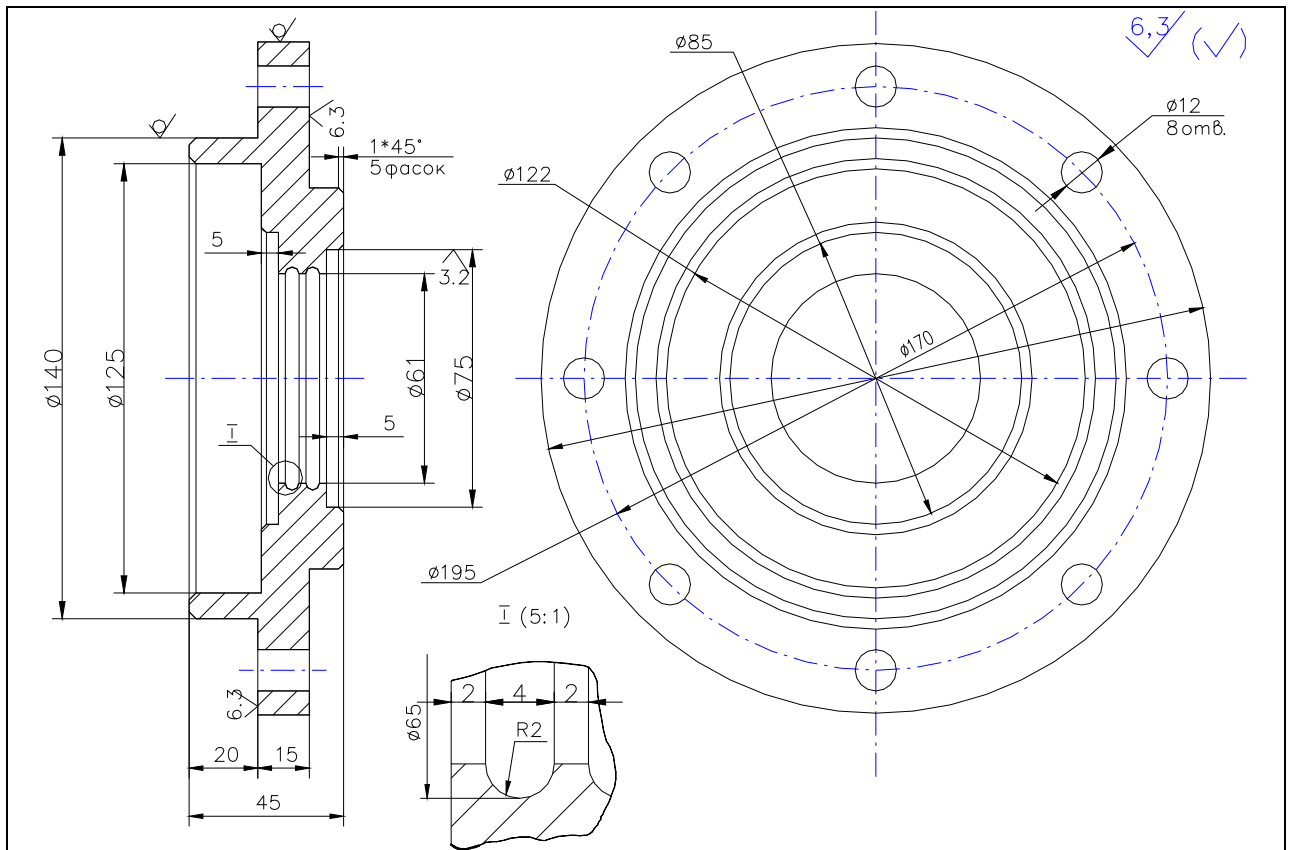
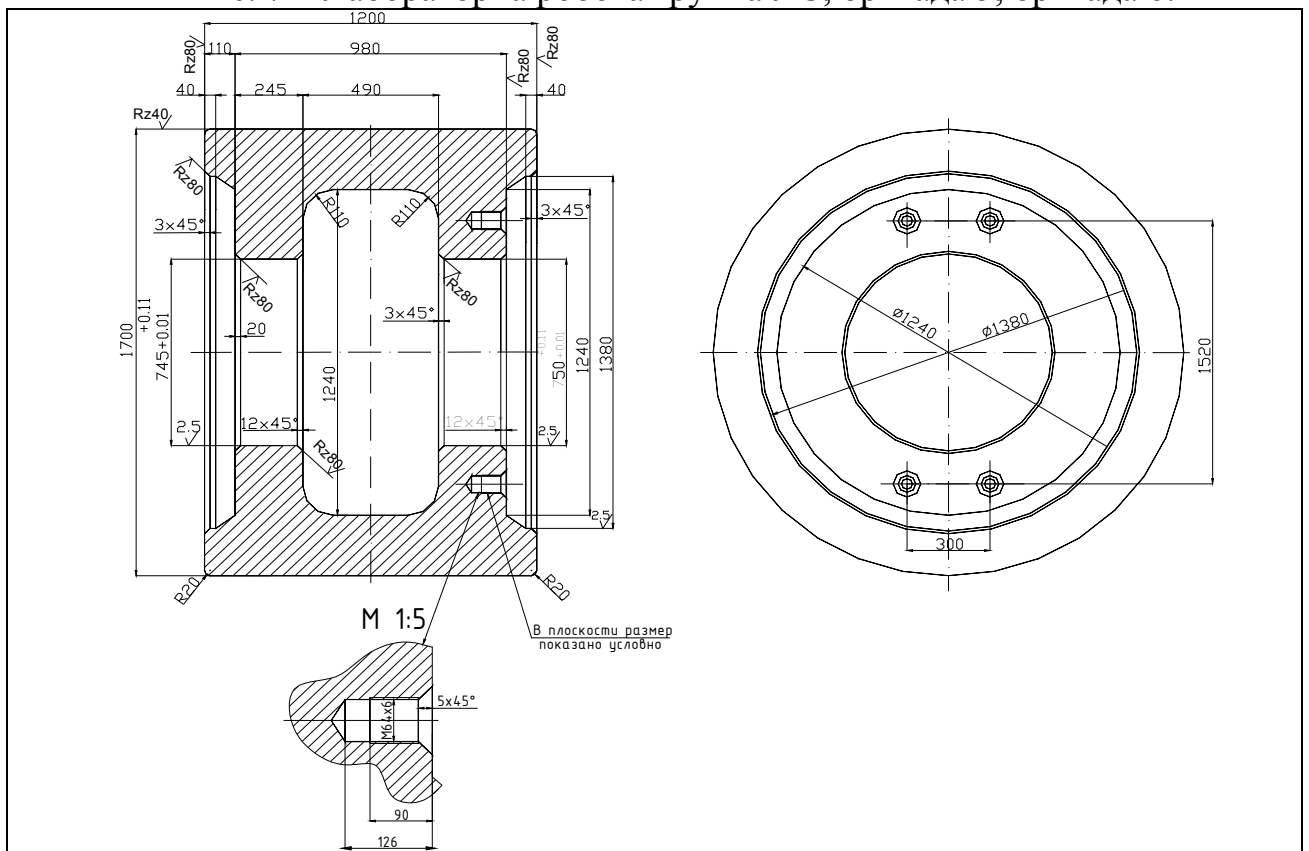


Рис. 7 – Лабораторна робота група ЛС, бригада 5, бригада 6.



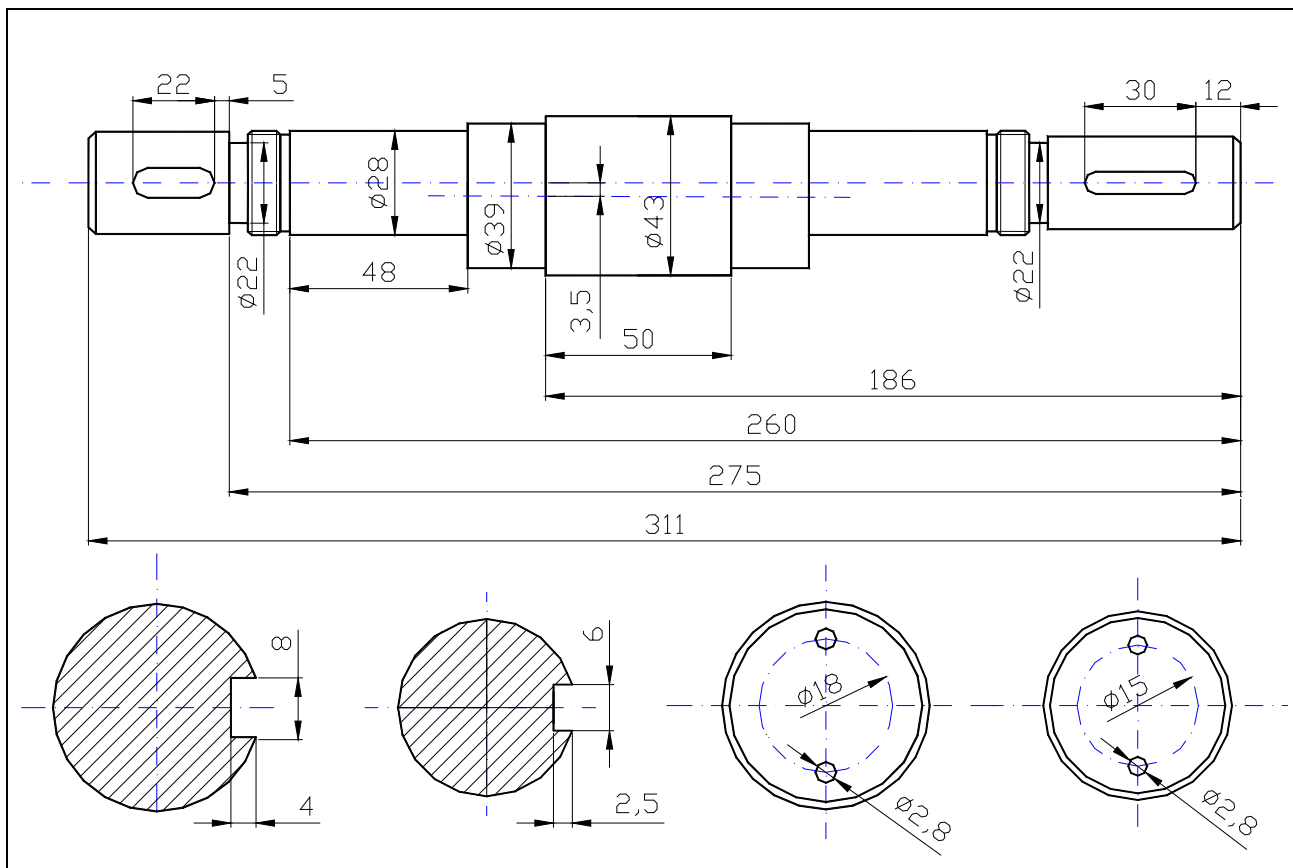
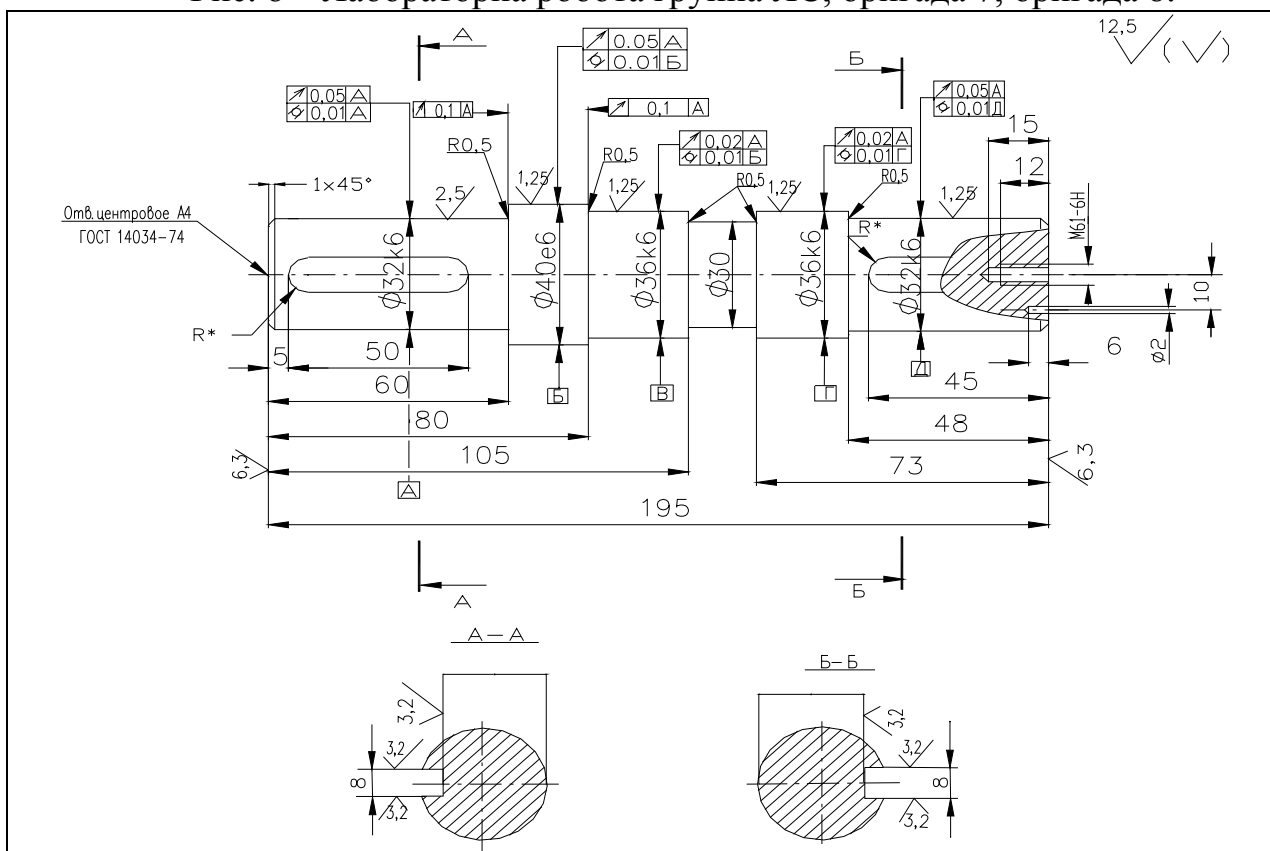


Рис. 8 – Лабораторна робота група ЛС, бригада 7, бригада 8.



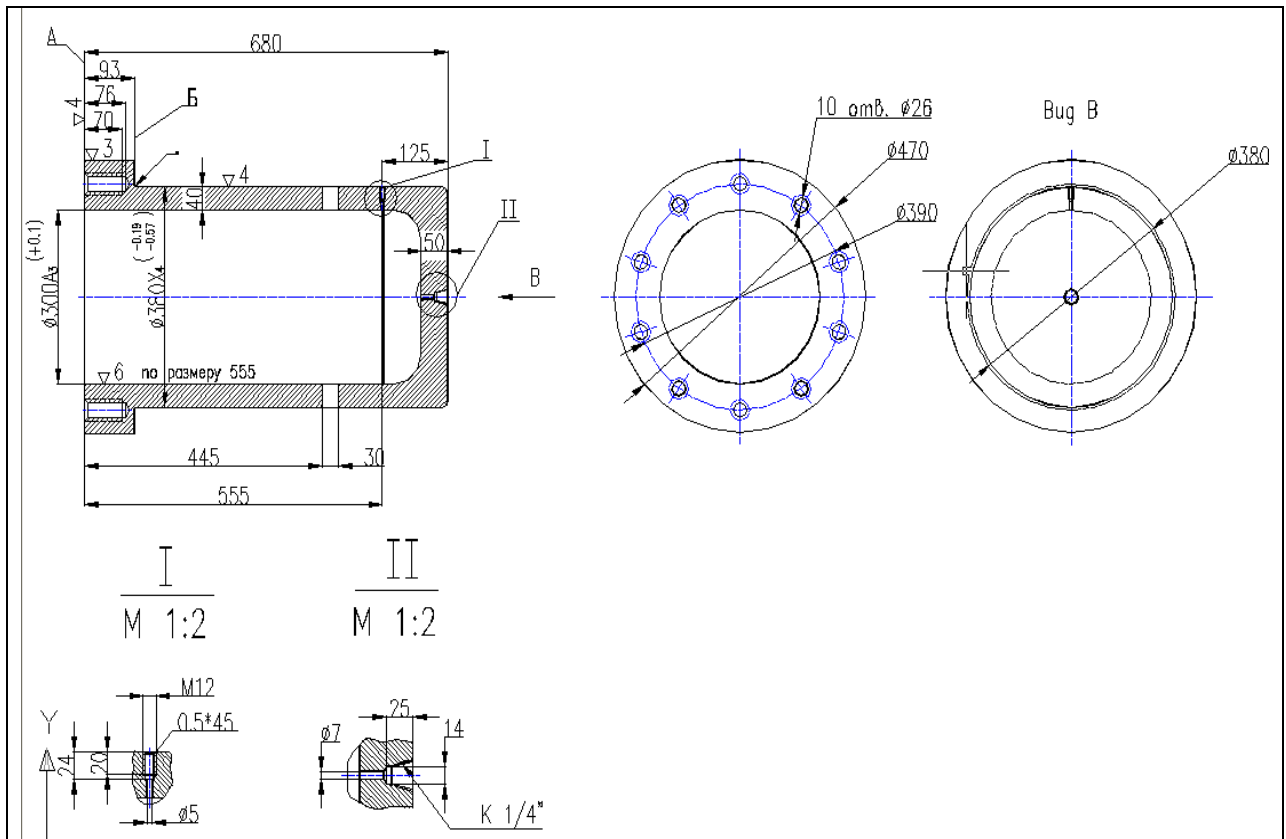
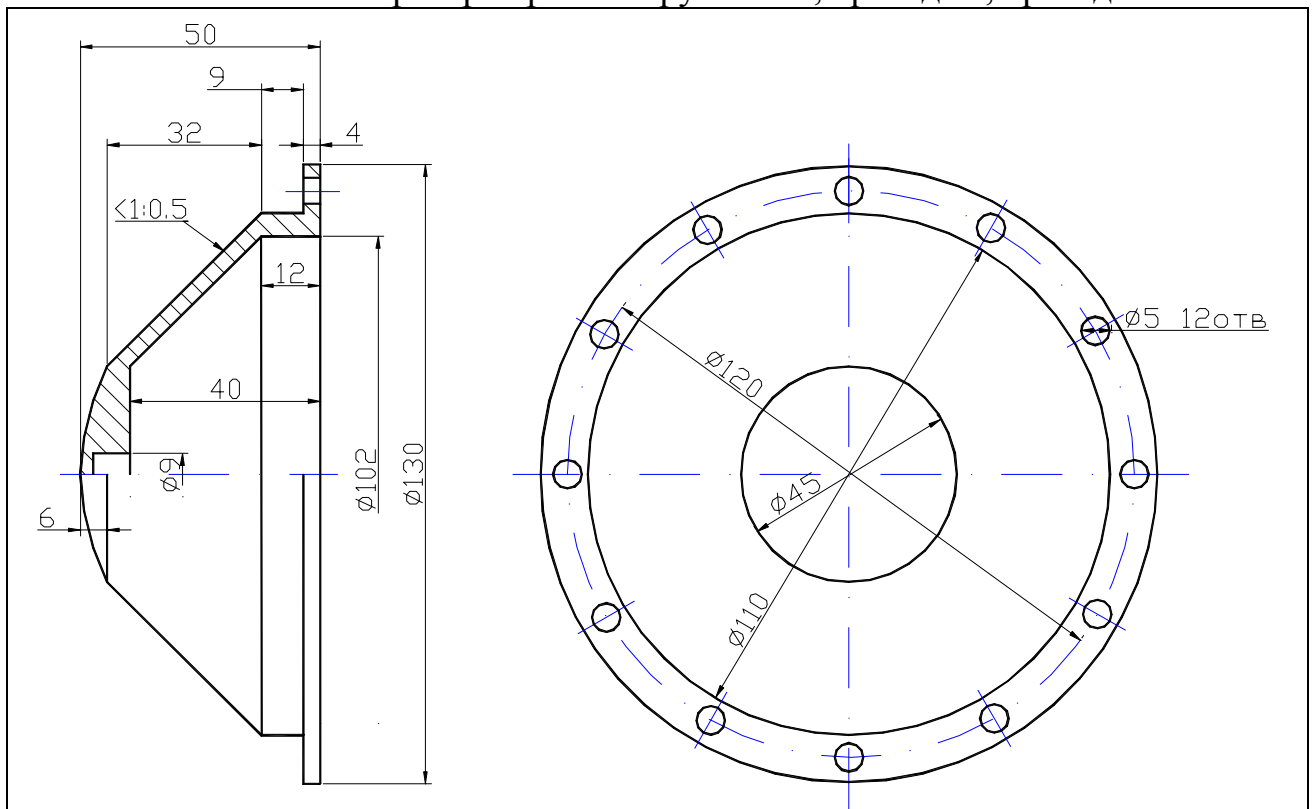


Рис. 9 – Лабораторна робота група ЛС, бригада 9, бригада 10.



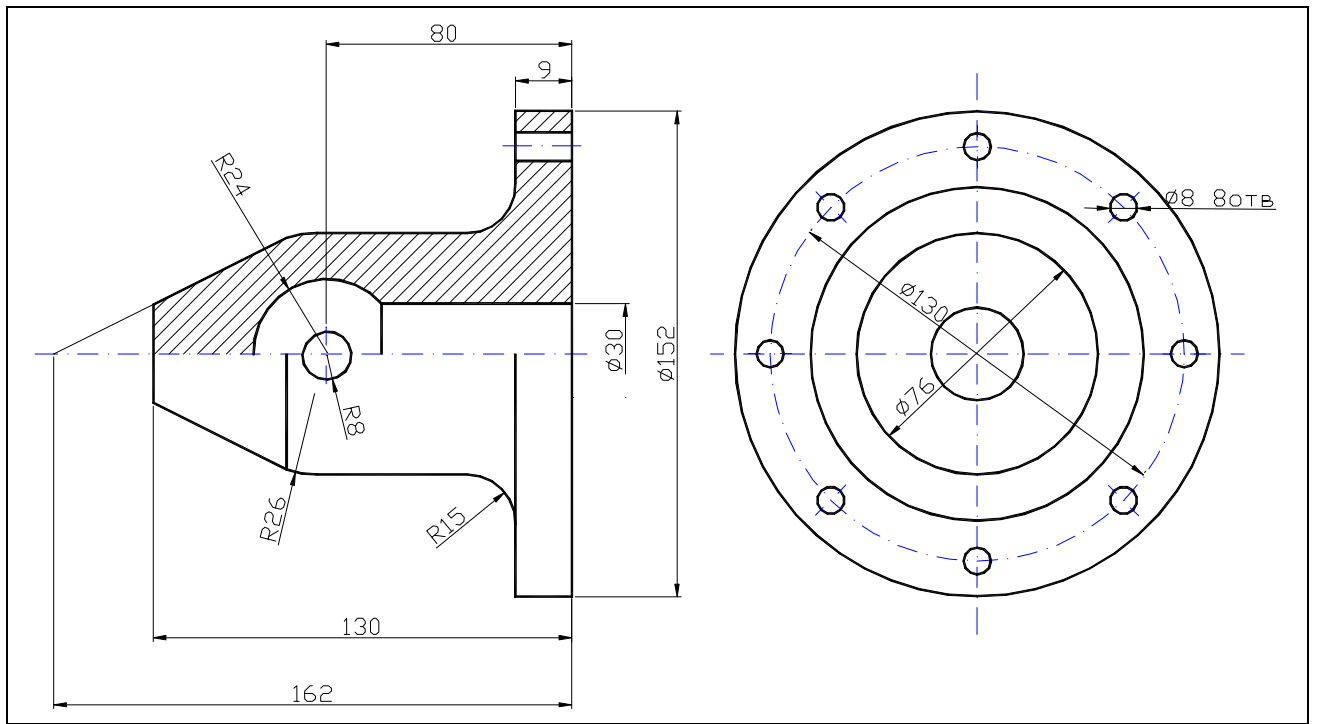


Рис. 10 – Лабораторна робота група ЛС, бригада 11, бригада 12.

Лабораторна робота для групи ЛД

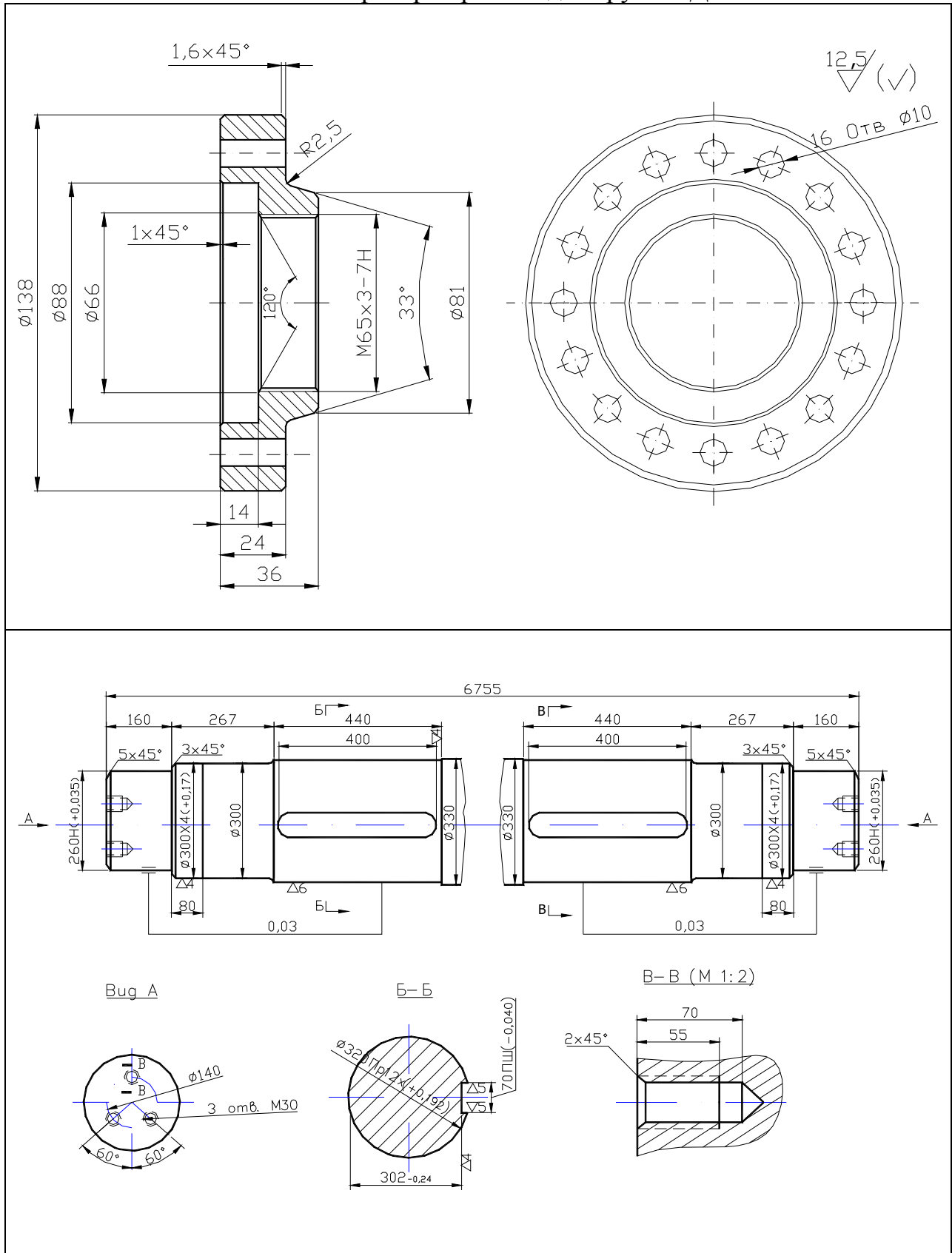


Рис. 11 – Лабораторна робота група ЛД, бригада 1, бригада 2.

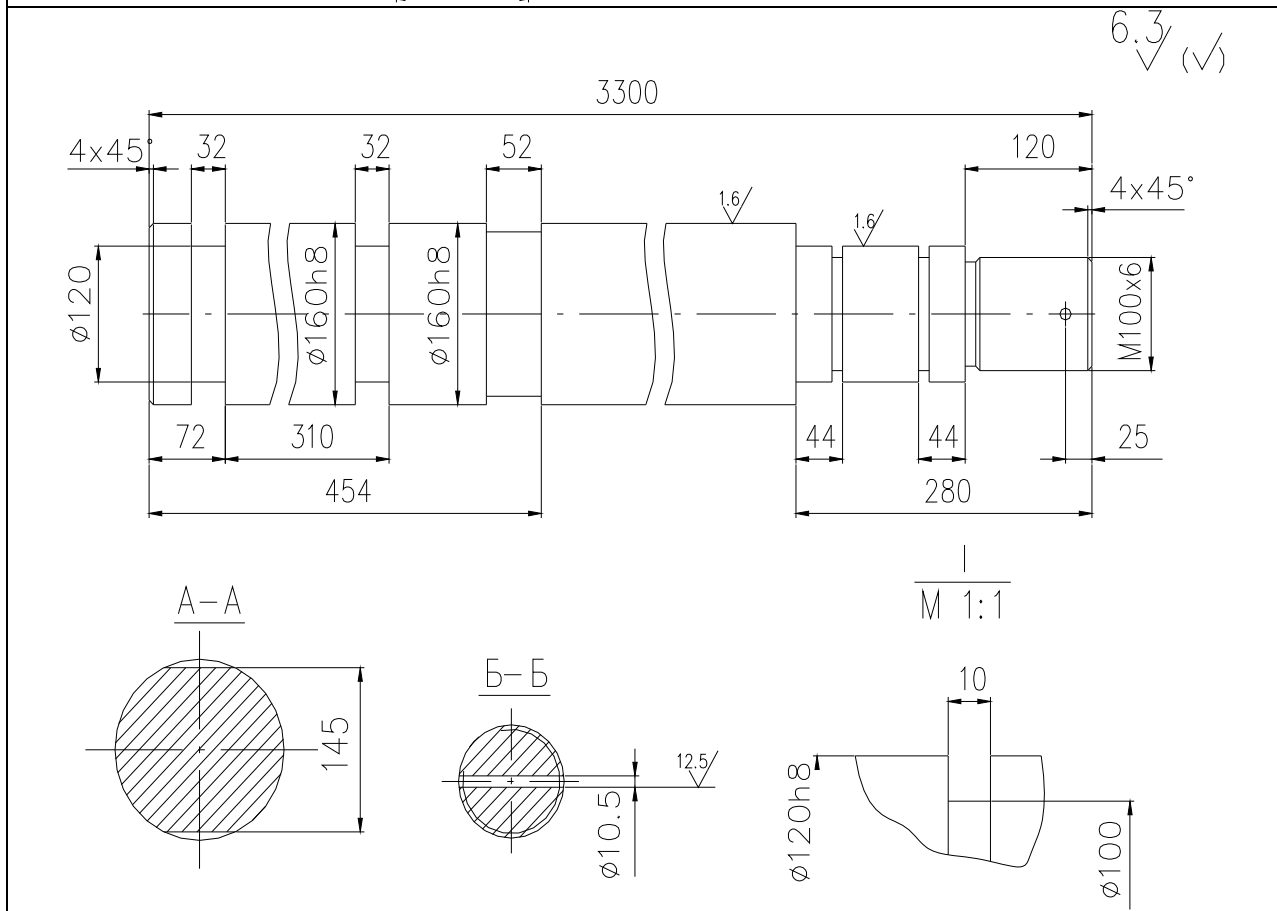
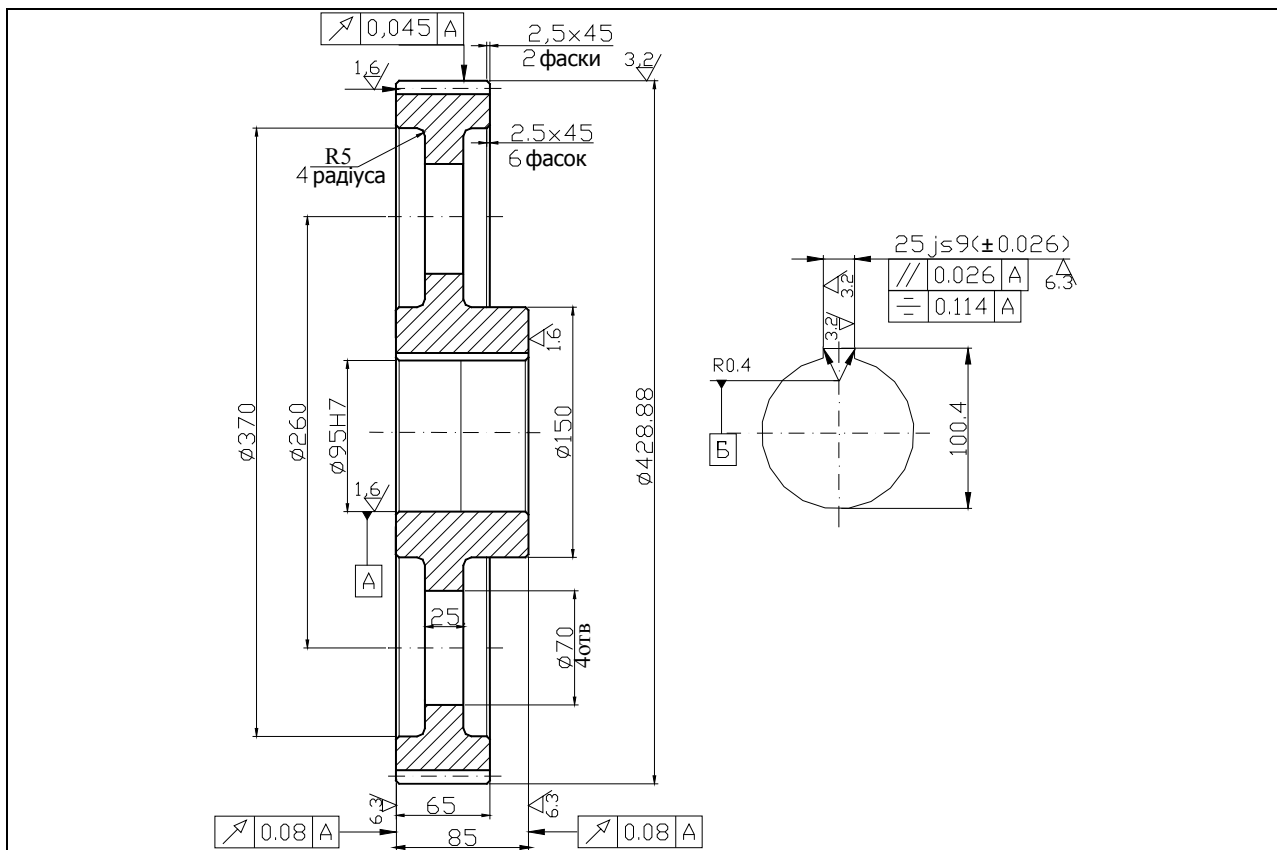


Рис. 12 – Лабораторна робота група ЛД, бригада 3, бригада 4.

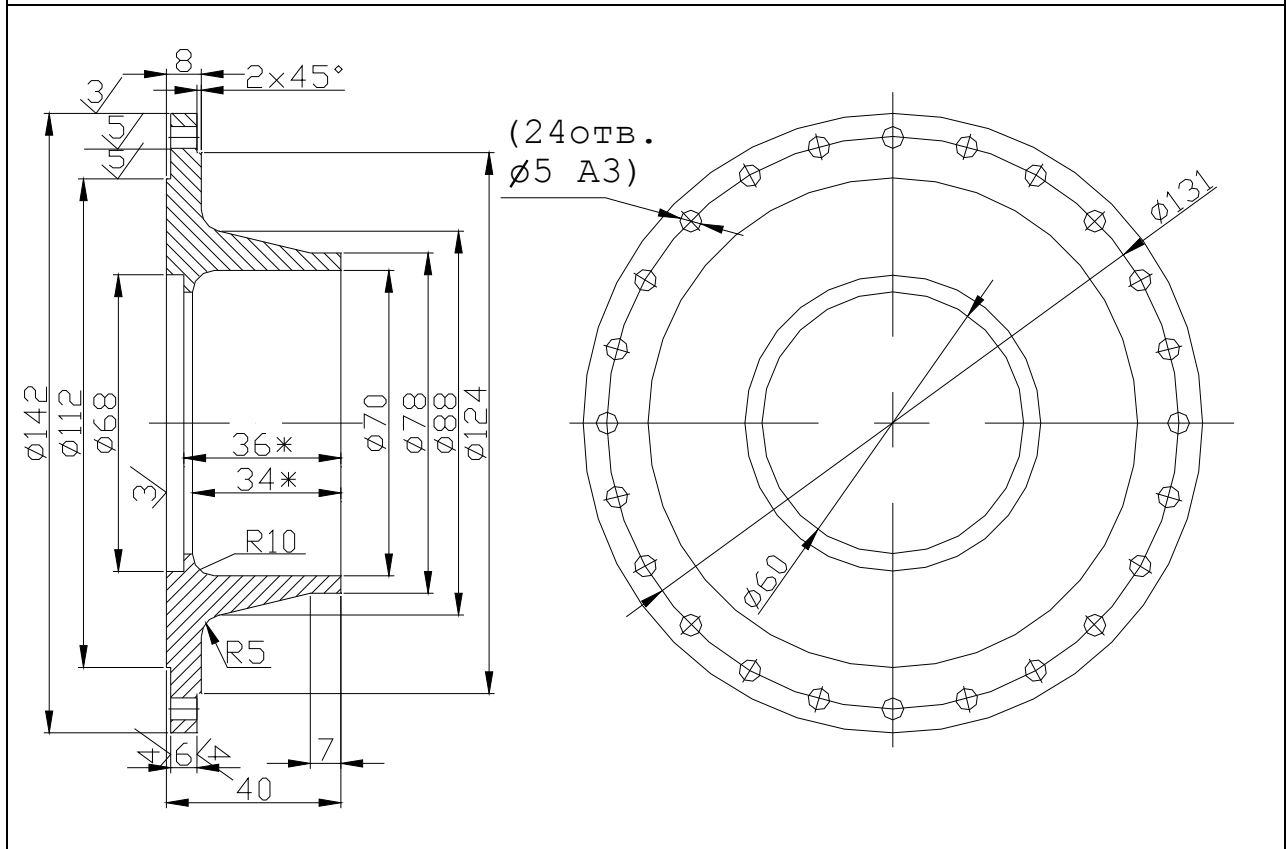
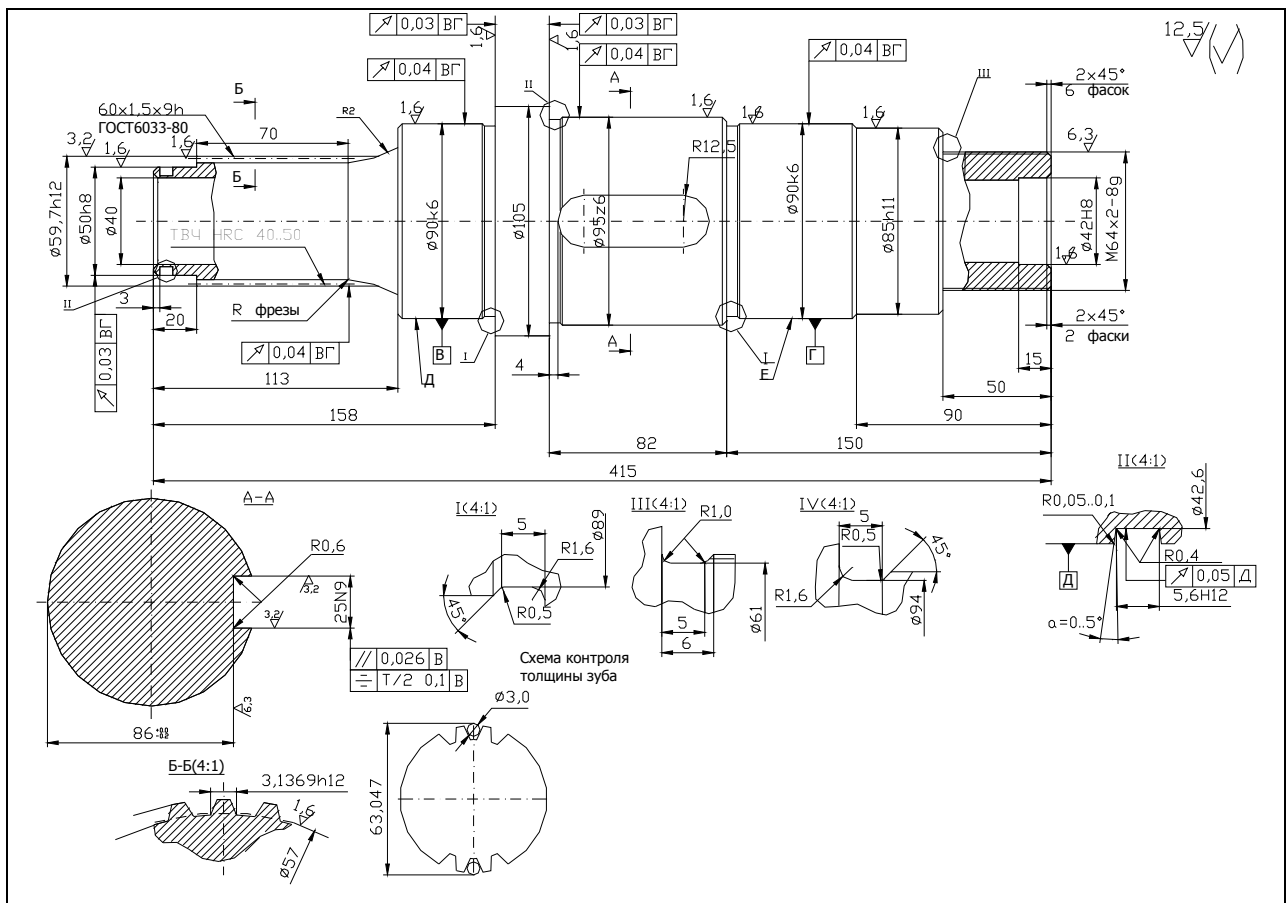


Рис. 14 – Лабораторна робота група ЛД, бригада 7, бригада 8.

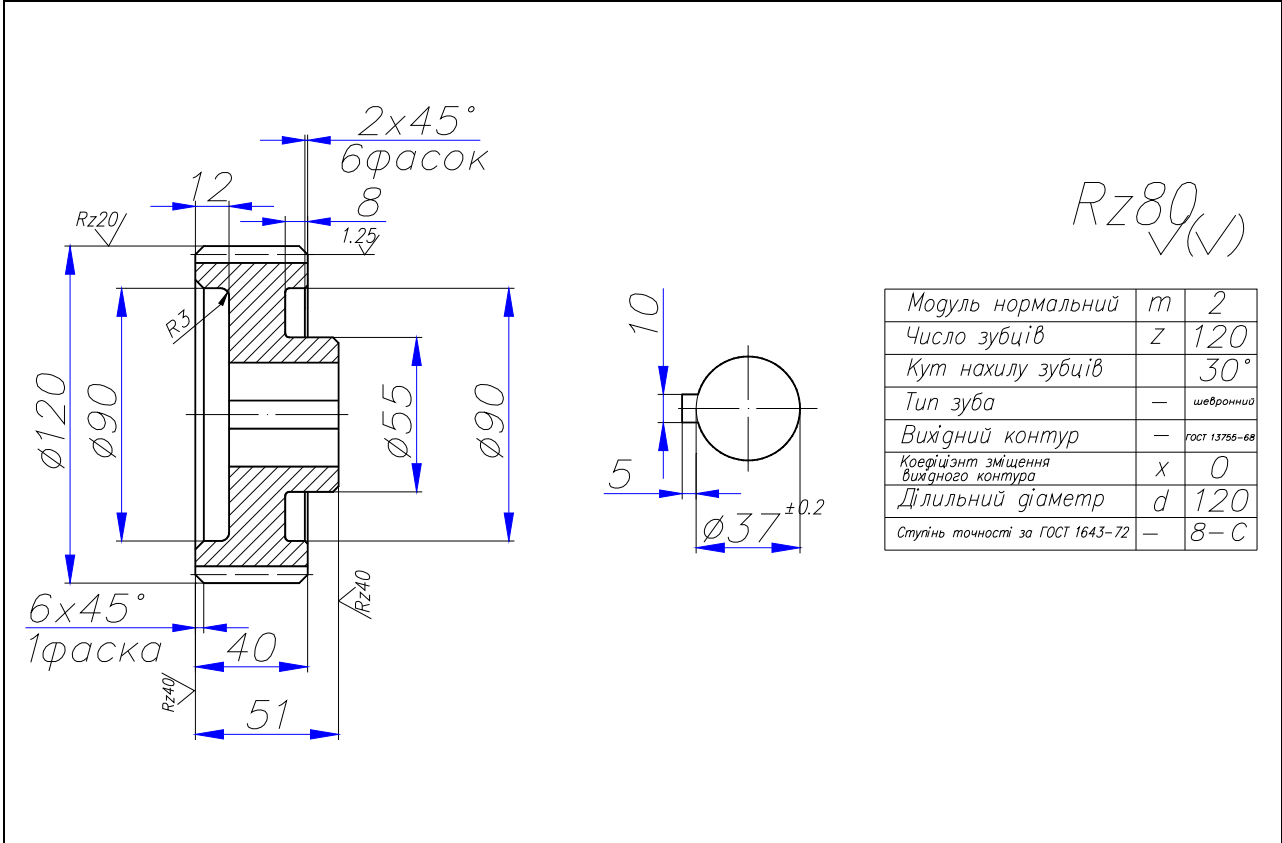
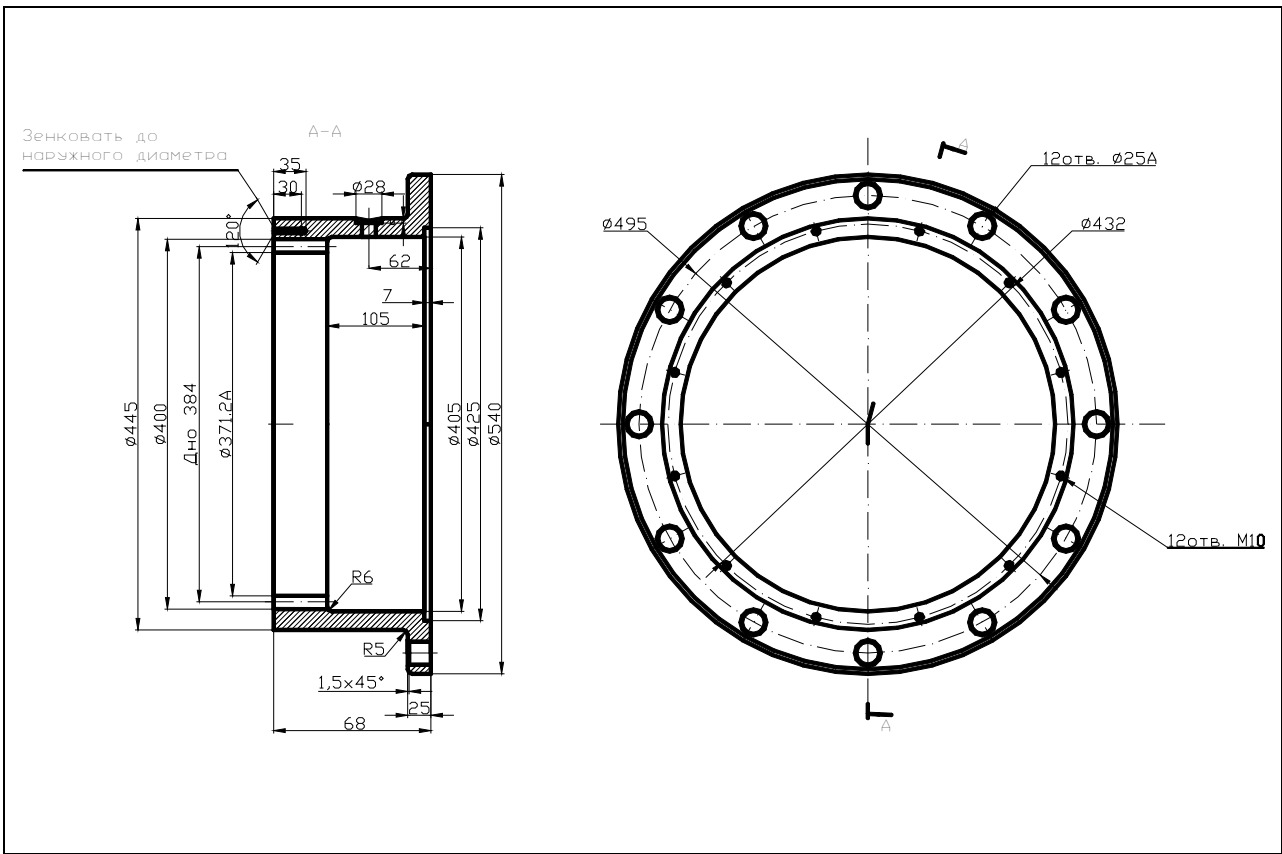


Рис. 15 – Лабораторна робота група ЛД, бригада 9, бригада 10.

Лабораторна робота для групи ЛП

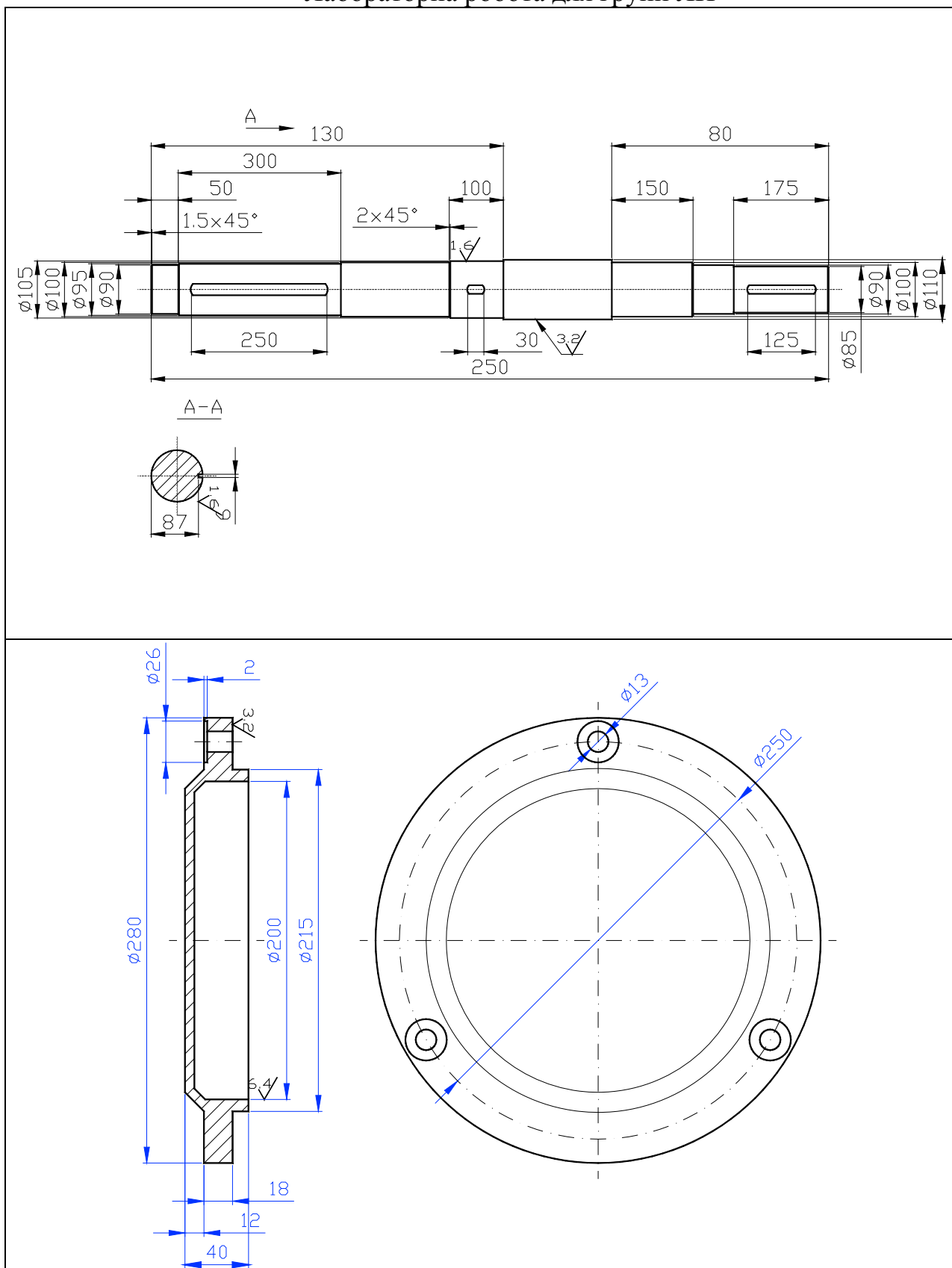


Рис. 16 – Лабораторна робота група ЛП, бригада 1, бригада 2.

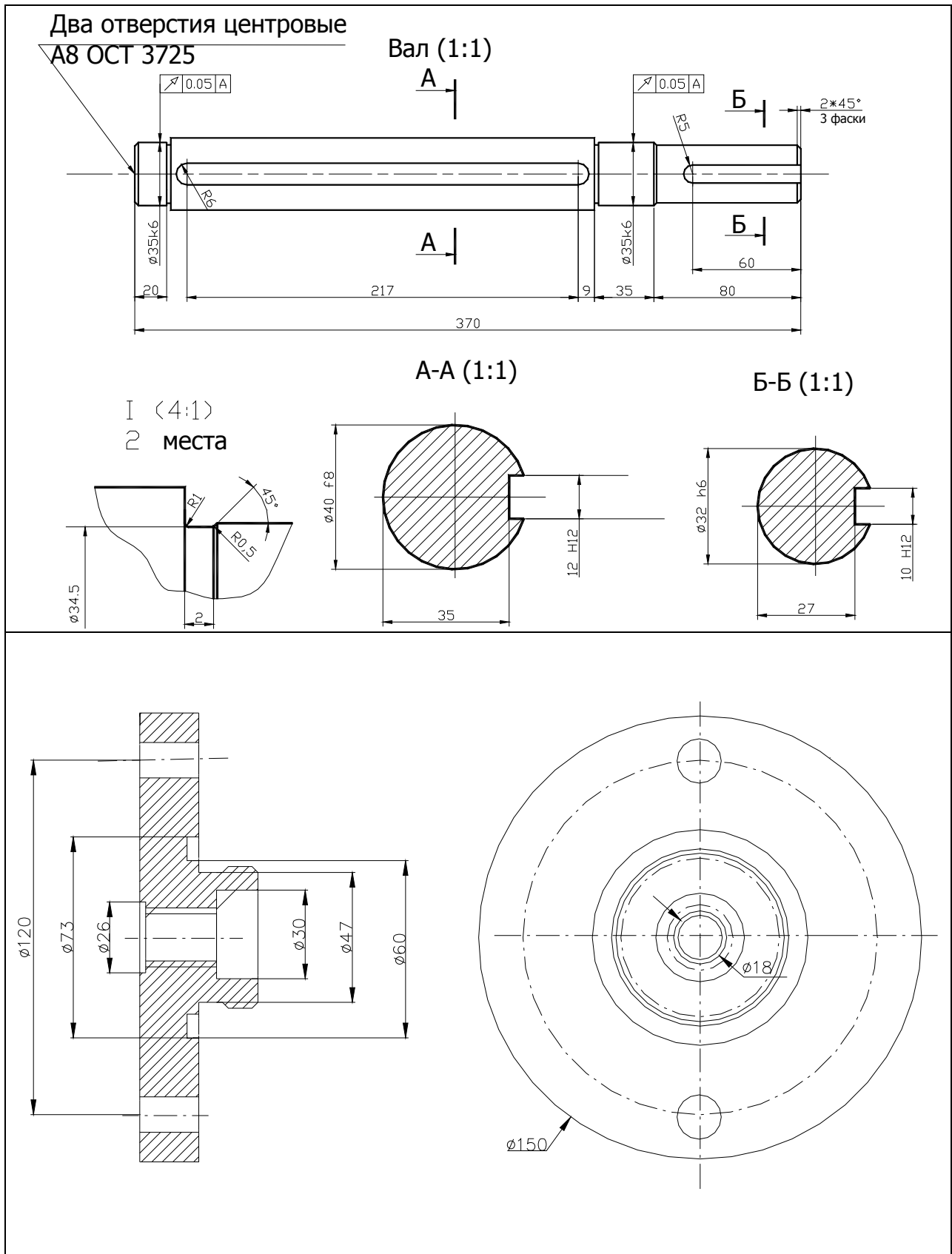


Рис. 17 – Лабораторна работа группа ЛП, бригада 3, бригада 4.

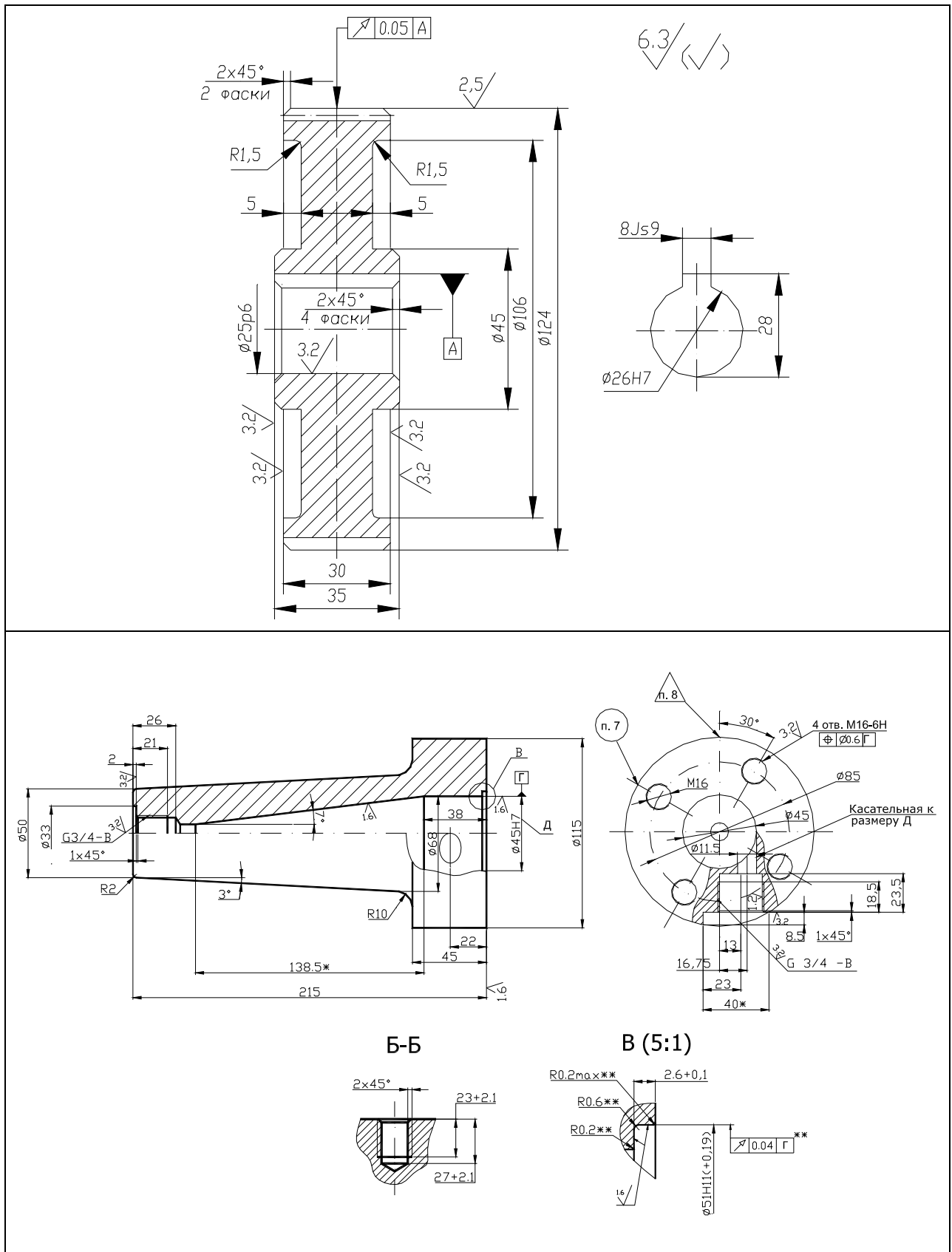


Рис. 18 – Лабораторна робота група ЛП, бригада 5, бригада 6.

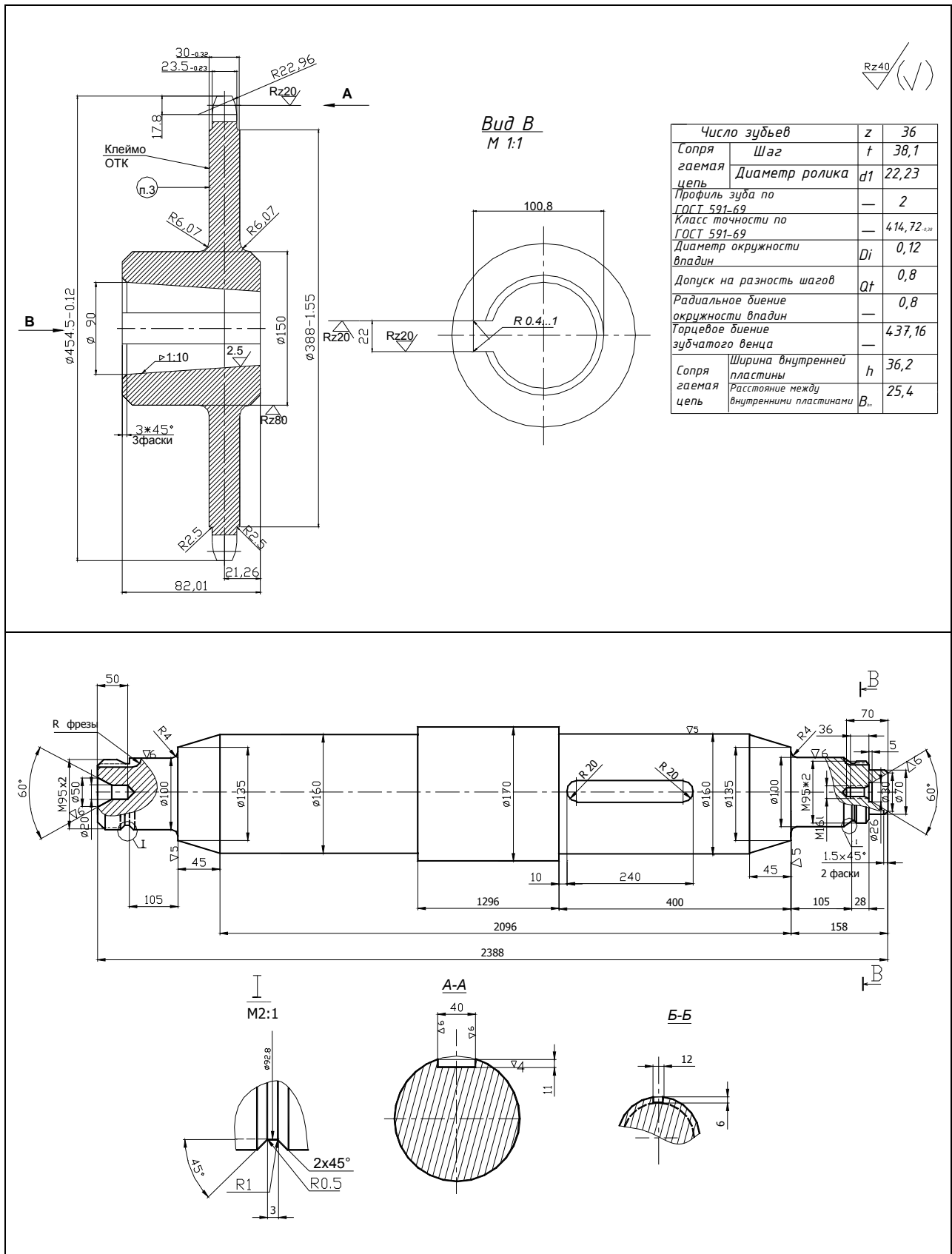


Рис. 19 – Лабораторна робота група ЛП, бригада 7, бригада 8.

Лабораторна робота для групи ЛУ

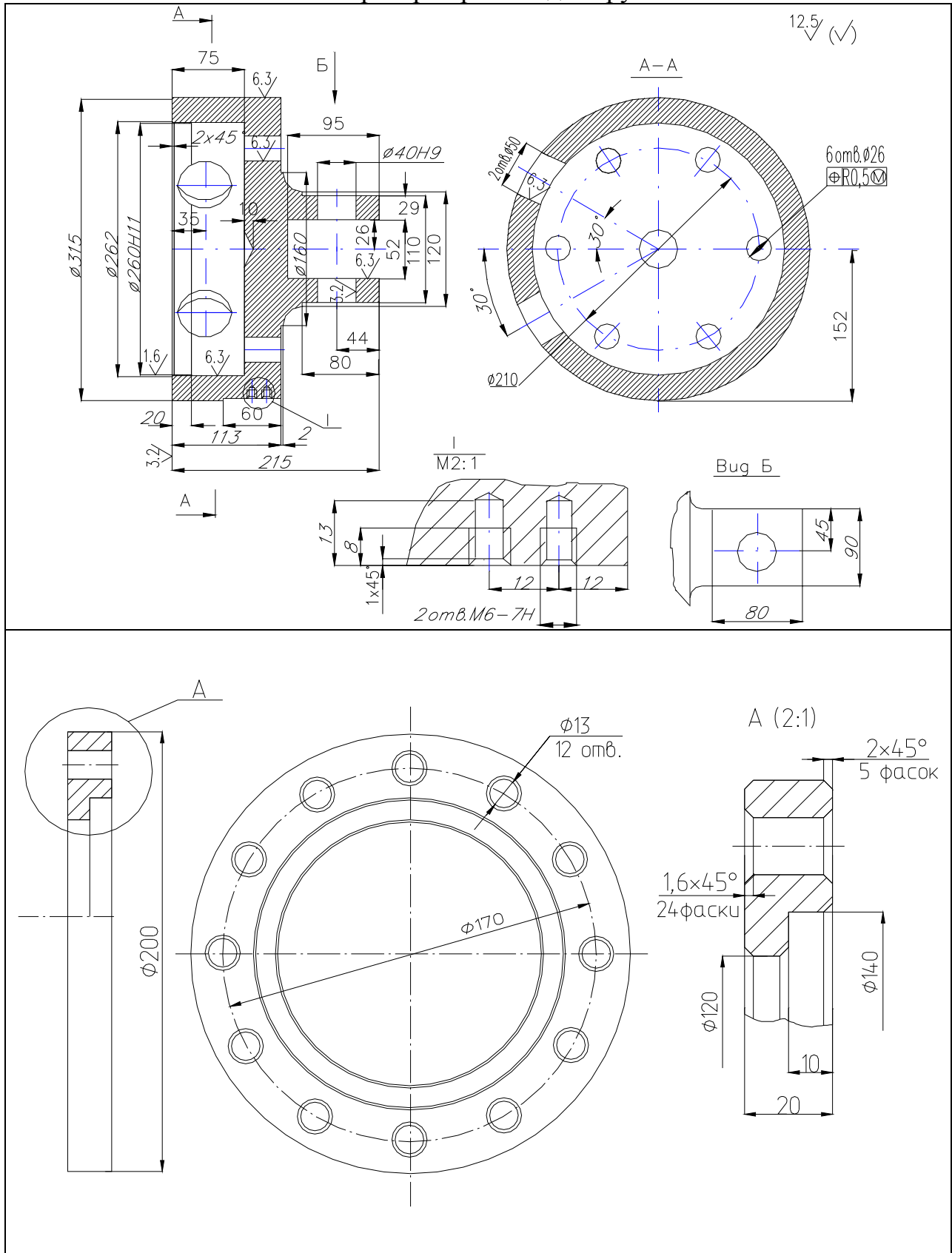


Рис. 21 – Лабораторна робота група ЛУ, бригада 1, бригада 2

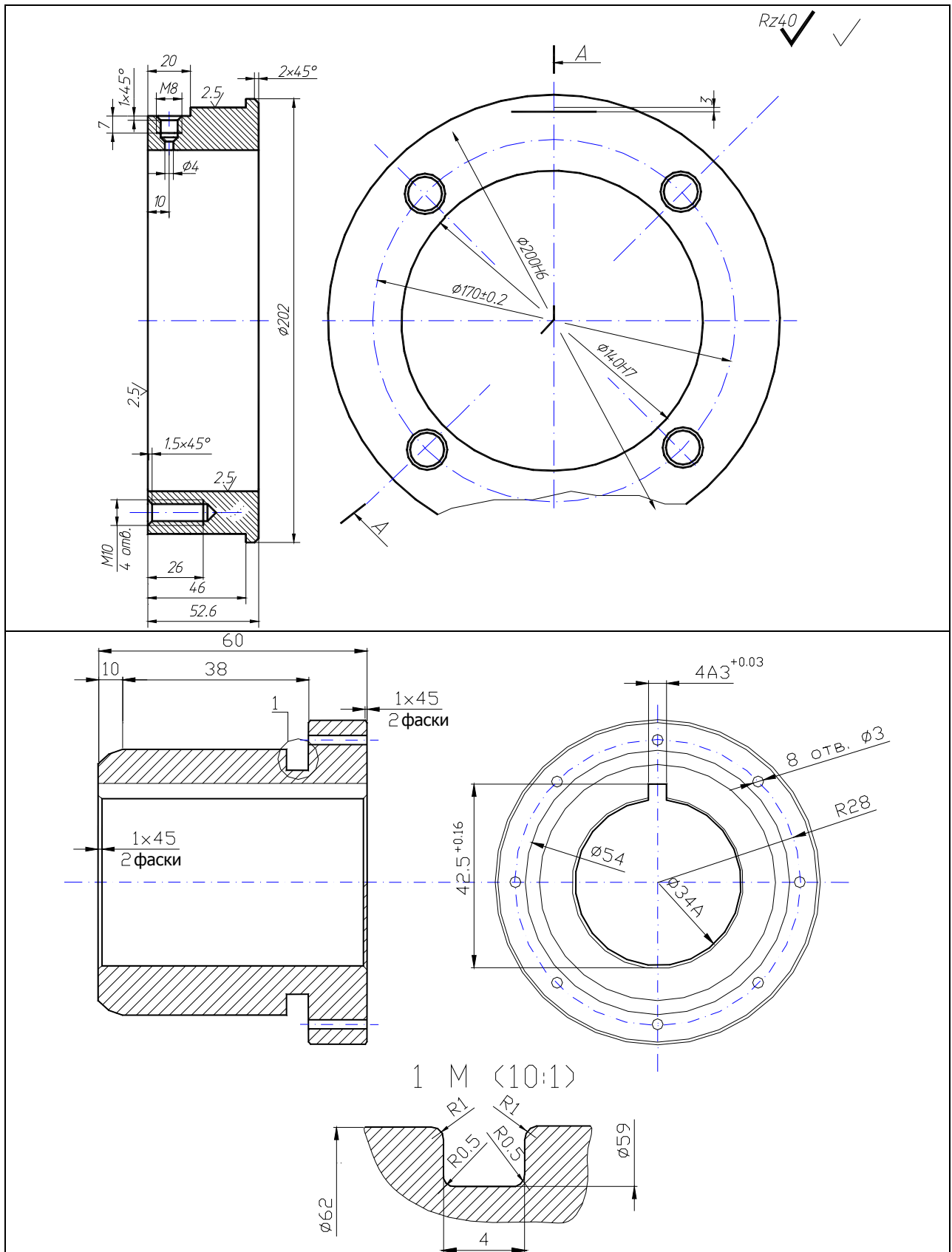


Рис. 22 – Лабораторна робота група ЛУ, бригада 3, бригада 4

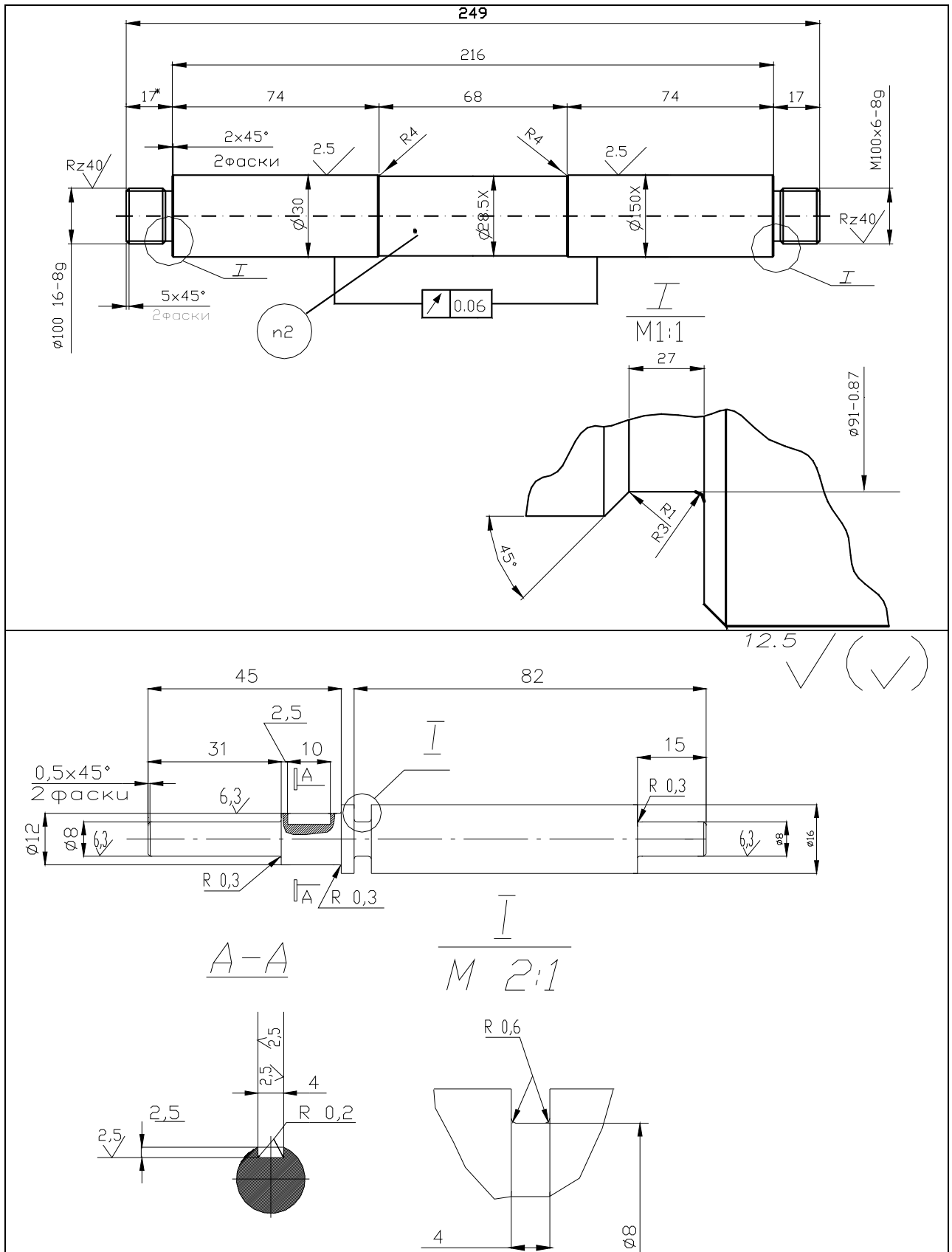


Рис. 23 – Лабораторна робота група ЛУ, бригада 5, бригада 6

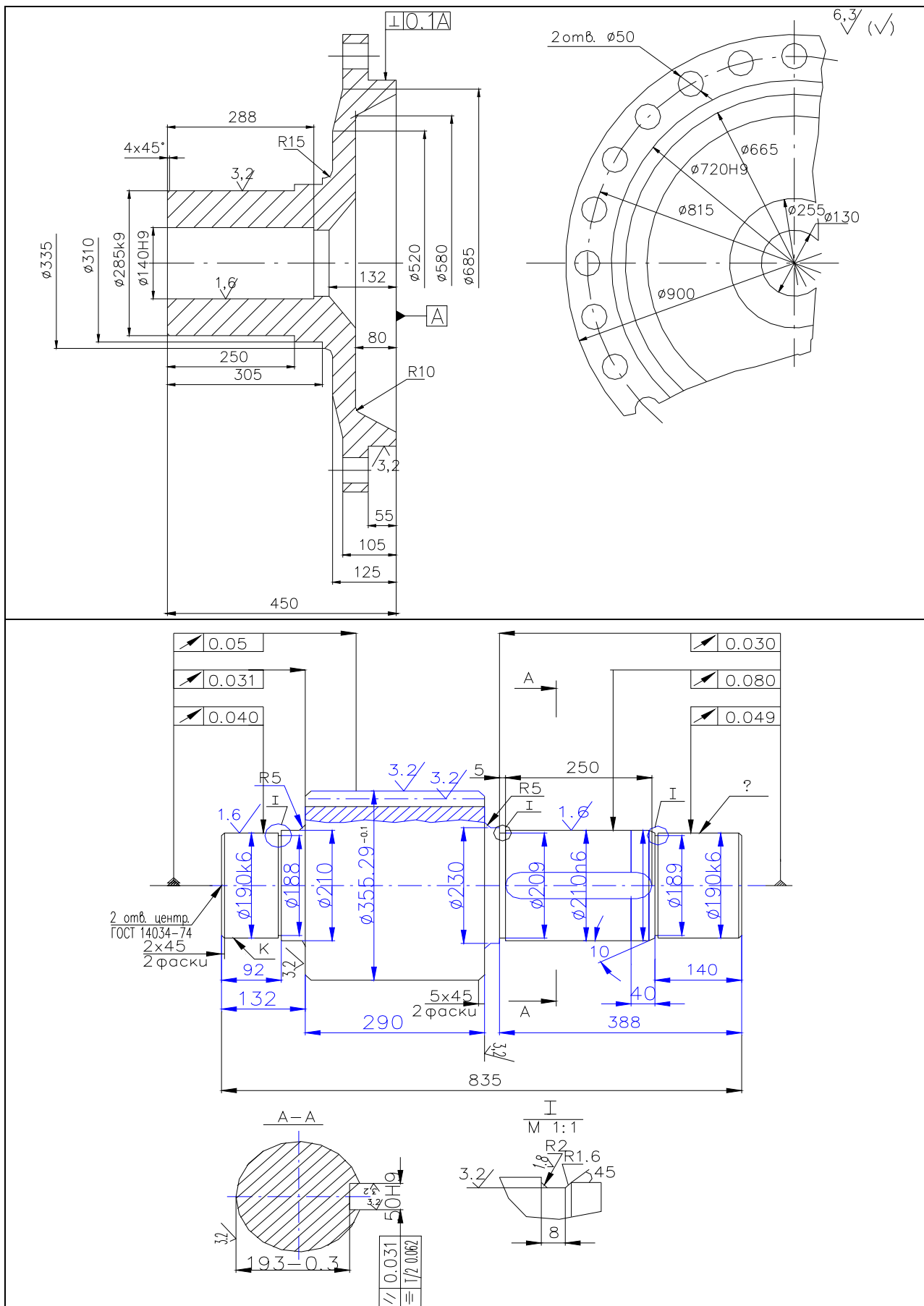


Рис. 24 – Лабораторна робота група ЛУ, бригада 7, бригада 8

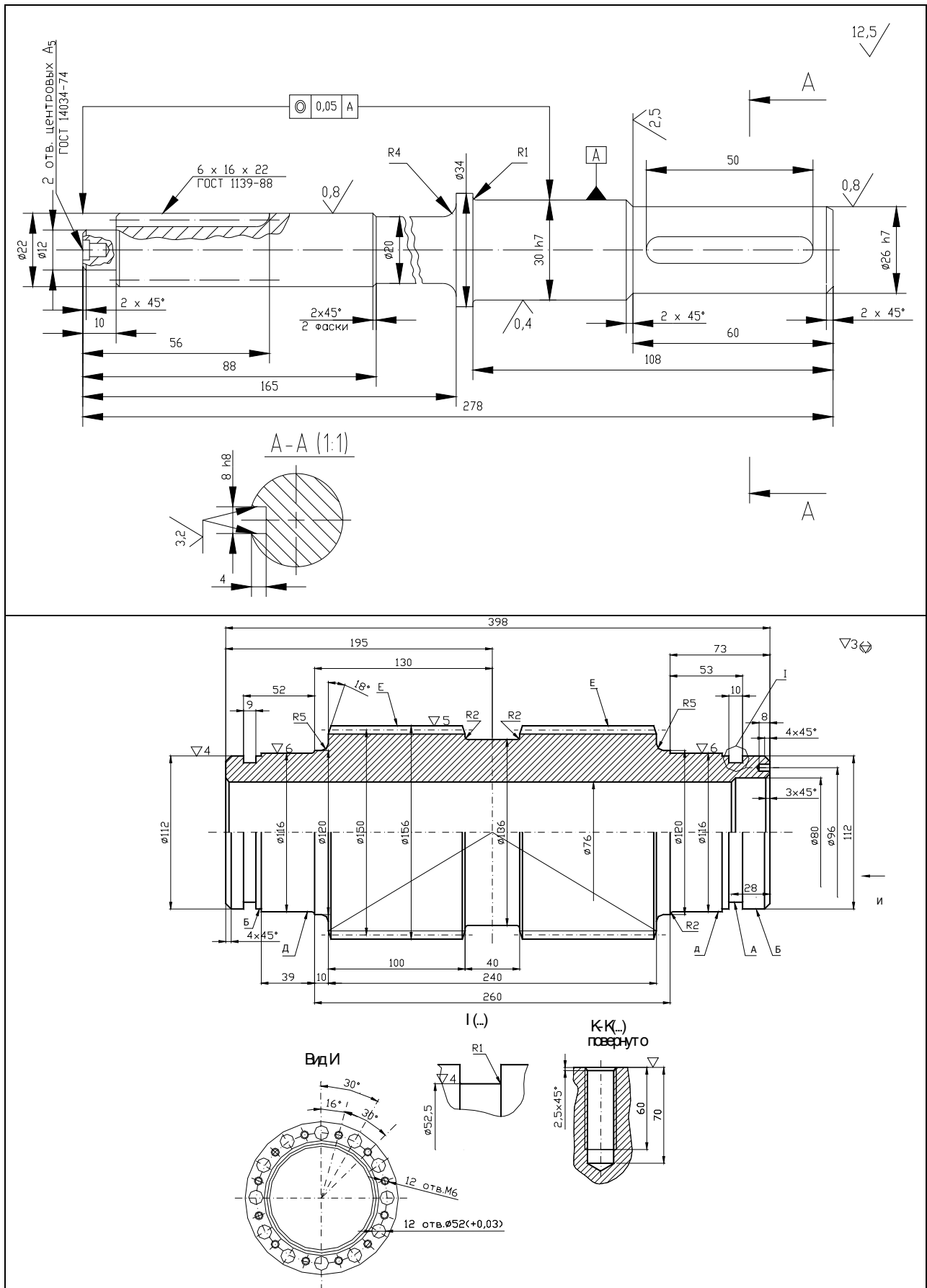


Рис. 25 – Лабораторна робота група ЛУ, бригада 9, бригада 10

ЛІТЕРАТУРА

1. В.Ю. Щербина, О.С. Сахаров, О.В.Гондлях, В.І. Сівецький. / Автоматизація графічно-конструкторських робіт у процесі проектування хімічного устаткування в системі AutoCAD: Навч. посіб./ – К.: ІВЦ „Видавництво „Політехніка”, 2003. – 152с.: іл
2. В.Ю. Щербина, О.С. Сахаров, О.В.Гондлях, В.І. Сівецький. / САПР. Автоматизоване конструкторське та техноло-гічне проектування з використанням AutoLISP: Навч. посіб. – К.: «ЕКМО», 2008. – 208с.: іл
3. Гельмерих Р., Швиндт П. Введение в автоматизированное проектирование: Пер. с нем. - М.:Машиностроение, 1990. -176 с.
4. В.Ю. Щербина, О.С. Сахаров, О.В.Гондлях, В.І. Сівецький. / САПР. Програмування на функціональній мові AutoLISP при проектуванні технологічного обладнання – К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 154с.: іл.
5. Гардан И., Люка М. Машинная графика и автоматизация конструирования: Пер. с франц. - М.:Машиностроение, 1987. -270 с.
6. Автоматизация конструирования с использованием системы AutoCAD / Бугрименко Г.А., Лямке В.Н., Шейбокене Э.-К.С. - М.:Машиностроение, 1993. - 336 с
7. С.И.Ростков, Л.В.Широкова М. / Автоматизированное проектирование В.С.Полозов, О.А.Буденнов, :Машиностроение, 1983. -280 с.
8. САПР. Програмування на функціональній мові AutoLISP при проектуванні технологічного обладнання /В.Ю.Щербина, О.С.Сахаров, О.В.Гондлях, В.І.Сівецький. – К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 154с.: іл.
9. Э.Хювенен.,Й.Сеппянен. Мир Лиспа. Т1: Введение в мир Лиспа и функциональное программирование. - М.: Мир, 1990. -447 с.
10. Э.Хювенен.,Й.Сеппянен. Мир Лиспа. Т2: Методы и системы программирования. - М.: Мир, 1990. -319 с.