

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Сибирский государственный университет геосистем и технологий»  
(СГУГиТ)

П. В. Петров

**РАЗРАБОТКА МАРШРУТНО-  
ОПЕРАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ  
И РЕВОЛЬВЕРНЫЕ ОПЕРАЦИИ СЕРИЙНОГО  
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ**

Методические указания по выполнению практической работы  
для обучающихся по направлению подготовки  
12.03.01 Приборостроение (уровень бакалавриата)

Новосибирск  
СГУГиТ  
2026

УДК 681.7(075)

ПЗ05

Рецензент: кандидат технических наук, доцент, СГУГиТ *С. Л. Шергин*

**Петров, П. В.**

**ПЗ05** Разработка маршрутно-операционной технологии. Технологические процессы и revolverные операции серийного изготовления тел вращения : методические указания по выполнению практической работы. – Новосибирск : СГУГиТ, 2026. – 52 с. – Текст : непосредственный.

Методические указания подготовлены кандидатом технических наук, доцентом П. В. Петровым на кафедре фотоники и приборостроения СГУГиТ.

Систематизированы описания 23 токарно-revolverных операций, выполняемых на ТРС модели 1Г325 в условиях действующего приборостроительного предприятия. В основе данной подборки – иллюстрация основных revolverных работ, которые являются ориентиром для принятия учащимися подобных решений в ходе выполнения данной практической работы. Кроме того, анализ каждого из описаний может являться самостоятельной задачей.

Методические указания предназначены для применения в таких технологических дисциплинах, как «Разработка маршрутно-операционной технологии» и «Технология приборостроения», а также при выполнении выпускных квалификационных работ для обучающихся по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение (уровень бакалавриата).

Рекомендованы к изданию кафедрой фотоники и приборостроения, Ученым советом Института оптики и технологий информационной безопасности СГУГиТ.

Печатаются по решению редакционно-издательского совета СГУГиТ

УДК 681.7(075)

© СГУГиТ, 2026

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Условные обозначения и сокращения.....                                                                                                         | 4  |
| Введение .....                                                                                                                                 | 5  |
| 1. Примеры традиционных токарно-револьверных операций и технологических процессов с применением токарно-револьверного станка модели 1Г325..... | 6  |
| 2. Примеры особых токарно-револьверных операций, выполняемых на станке модели 1Г325.....                                                       | 25 |
| 3. Анализ токарно-револьверных операций на основе технической литературы и условий действующего производства.....                              | 33 |
| 4. Практическая работа. Технологические процессы и револьверные операции серийного изготовления тел вращения.....                              | 41 |
| Контрольные задания.....                                                                                                                       | 43 |
| Заключение.....                                                                                                                                | 44 |
| Библиографический список.....                                                                                                                  | 45 |
| Приложение. Варианты исходных данных.....                                                                                                      | 47 |

## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ТРС – токарно-револьверный станок

РГ – револьверная головка

РИ – режущий инструмент

ЧПУ – числовое программное управление

ЦСП – цанговый самоцентрирующийся патрон

КСП – трехкулачковый самоцентрирующийся патрон

ТП – технологический процесс

СОЖ – смазочно-охлаждающая жидкость

ОТК – отдел технического контроля

$D$  – диаметр обрабатываемой поверхности, мм

$L$  – путь резания, совершаемый режущим инструментом, мм

$t$  – глубина резания, мм

$i$  – число рабочих ходов

$s_o$  – рабочая подача, совершаемая режущим инструментом, мм/об.

$n$  – число оборотов шпинделя станка

$v$  – скорость резания, м/мин

$t_0$  – основное время резания, мин

$t_{всп}$  – вспомогательное время, связанное с выполнением технологического перехода, мин

$N$  – годовой объем выпуска, шт.

## ВВЕДЕНИЕ

«Культура технически грамотного, остроумно скомбинированного процесса может прийти только тогда, когда студент вуза, работник промышленности, мастер, цеховой инженер и работник бюро технологических процессов хорошо будут знать машины, с которыми им приходится оперировать как с точки зрения конструкции всех механизмов, так и наиболее удачно разрешенных примеров настройки» [1]. Данное утверждение можно распространить на токарно-револьверные станки (ТРС), широко применяемые в приборостроении для металлообработки.

Несмотря на то что со времени появления первых ТРС прошло 180 лет, револьверный принцип до сих пор «в строю», постоянно усовершенствуясь. В современных токарных обрабатывающих центрах с ЧПУ увеличивается число револьверных головок (РГ) до четырех; РГ получают дополнительную координату перемещения вдоль вертикальной оси  $Y$ ; посадочные гнезда под инструмент в РГ становятся приводными для выполнения внеосевых и радиальных фрезерных и сверлильных работ [2].

Данное издание помогает разрабатывать технологические процессы (ТП) механообработки изделия типа «тело вращения» с использованием ТРС модели 1Г325. Разработка выполняется путем адресации к технологическим прототипам. В качестве прототипов используются токарно-револьверные операции, выполняемые в механических цехах одного из приборостроительных предприятий города Новосибирска.

В случае необходимости применения другой модели ТРС методика разработки токарно-револьверных операций не изменится. Могут вменяться ограничения на диаметр заготовки, так как у каждой модели ТРС индивидуальные паспортные характеристики.

# **1. ПРИМЕРЫ ТРАДИЦИОННЫХ ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНЫХ ОПЕРАЦИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНОГО СТАНКА МОДЕЛИ 1Г325**

Традиционными токарно-револьверными операциями будем считать технологические операции резания, чаще всего выполняемые на ТРС, которые:

- предусматривают обработку кратных или штучных заготовок только формы «тело вращения» с образованием только концентричных (осевых) поверхностей вращения и торцов, им перпендикулярных;
- предусматривают выполнение следующих работ: точение, растачивание, подрезку торцов, обработку фасок, притупление острых кромок, прорезку канавок, отрезку, накатывание рифлений, сверление, зенкерование, развертывание, нарезание резьб плашками и метчиками, нарезание наружных и внутренних резьб по копиру (резцами или гребенками);
- позволяют изготавливать только «жесткие» детали с соотношением длины ( $L$ ) к диаметру ( $D$ ) детали:  $L/D \leq 4 \div 5$ ;
- предполагают применение только трехкулачкового или цангового самоцентрирующихся патронов для установки заготовок;
- не позволяют изготавливать детали с эксцентриситетом;
- не предусматривают применения специальной оснастки (станочных приспособлений, режущего, вспомогательного и контрольно-измерительного инструментов);
- не предусматривают применения специализированных приспособлений, расширяющих технологические возможности токарно-револьверного станка (перечень таких приспособлений приведен в конце разд. 2 данных методических указаний).

1.1. Описание ТП изготовления детали «Болт» из стали 45.

005 Токарно-револьверная операция (табл. 1).

Приспособление – трехкулачковый самоцентрирующийся патрон.

Исходная заготовка – пруток горячекатаный шестигранный 13 ГОСТ2879-69. СОЖ – Аквол 6.

Операционный эскиз представлен на рис. 1.

**Таблица 1**

| N/<br>N             | Переходы                        | Режущий инструмент                         |
|---------------------|---------------------------------|--------------------------------------------|
| 1                   | Подрезать торец ③               | Револьверный резец фасочный КНТ-16*        |
| 2                   | Точить ①<br>и подрезать торец ④ | Револьверный резец проходной правый КНТ-16 |
| 3                   | Точить фаску ②                  | Револьверный резец фасочный КНТ-16         |
| 4                   | Нарезать резьбу ①               | Плашка круглая правая 9ХС (или Р6М5)       |
| 5                   | Отрезать в размер ⑤             | Револьверный резец отрезной быстрорежущий  |
| Контроль ОТК – 15 % |                                 |                                            |

*Примечание.\** КНТ-16 – марка безвольфрамового твердого сплава на основе Ti(NC), непосредственно участвующего в резании обрабатываемого материала.

010 Токарно-револьверная операция (табл. 2).

Приспособление – механический цанговый самоцентрирующийся патрон для штучной заготовки.

СОЖ – Аквол 6.

Операционный эскиз представлен на рис. 2.

**Таблица 2**

| N/<br>N             | Переходы          | Режущий инструмент                 |
|---------------------|-------------------|------------------------------------|
| 1                   | Подрезать торец ① | Револьверный резец фасочный КНТ-16 |
| 2                   | Точить фаску ②, ③ | Револьверный резец фасочный КНТ-16 |
| Контроль ОТК – 10 % |                   |                                    |

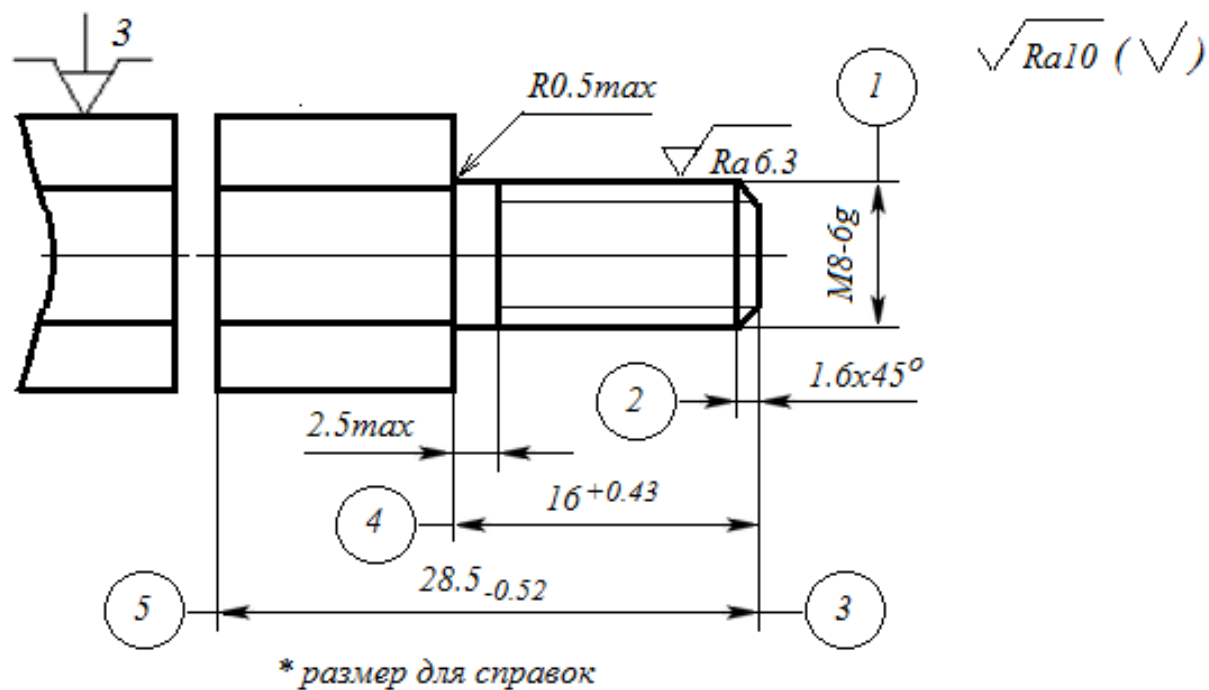


Рис. 1. Операционный эскиз

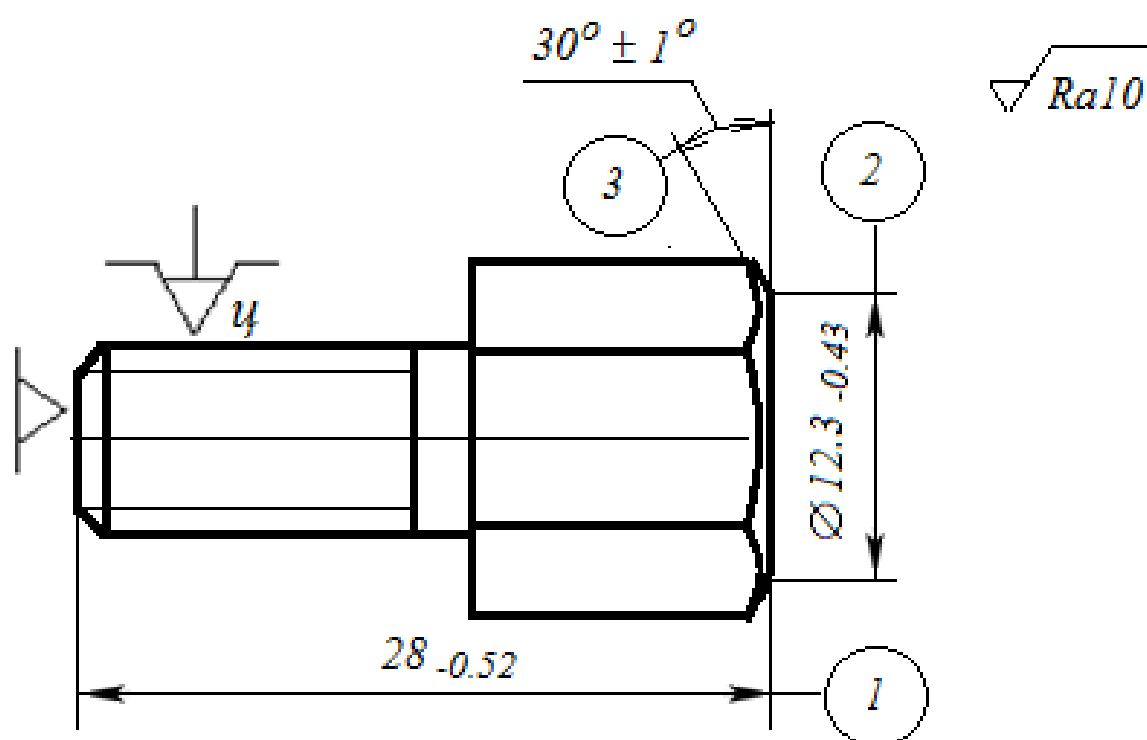


Рис. 2. Операционный эскиз



015 Слесарная операция.

Оборудование – слесарный верстак.

Приспособление – «в руках».

Снять заусенцы, ребра притупить до 0,2 мм напильником 2820-0012.

Контроль ОТК – 5 %.

1.2. Описание ТП изготовления детали «Гайка» из стали А12.

005 Токарно-револьверная операция (табл. 3)

Приспособление – трехкулачковый самоцентрирующийся патрон.

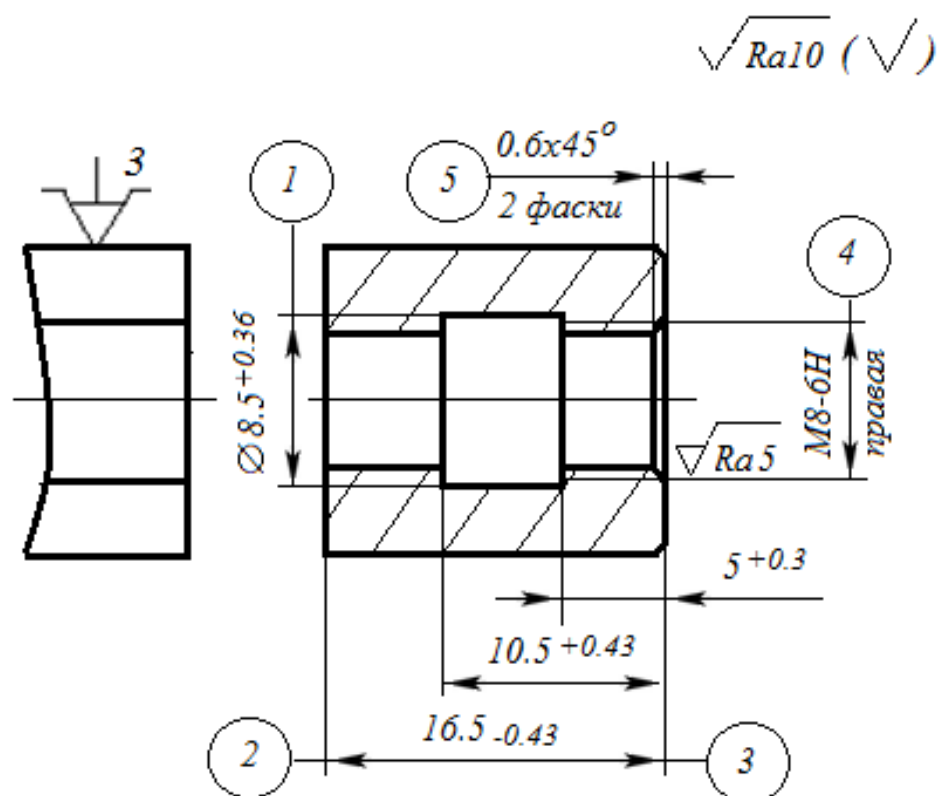
Исходная заготовка – пруток шестигранный 13 × 20 × 1 000.

СОЖ – Аквол 6.

Операционный эскиз представлен на рис. 3

**Таблица 3**

| N/<br>N                  | Переходы                         | Режущий инструмент                                                       | Параметры |     |     |   |                |      |      |
|--------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------|-----|-----|---|----------------|------|------|
|                          |                                  |                                                                          | D         | L   | t   | i | s <sub>o</sub> | n    | v    |
| 1                        | Центровать<br>торец ③            | Сверло<br>центровочное Р6М5                                              | Целевая   |     |     |   |                |      |      |
| 2                        | Подрезать<br>торец ③             | Револьверный резец<br>фасочный<br>твердосплавный                         | 15        | 8,5 | 0,5 | 1 | 0,1            | 1600 | 75   |
| 3                        | Сверлить ④                       | Сверло спиральное<br>правое Р6М5                                         | 6         | 20  | 3   | 1 | 0,16           | 1250 | 22,5 |
| 4                        | Расточить<br>④ до Ø.6,8Н11       | Револьверный резец<br>расточной для<br>глухих отверстий<br>быстрорежущий | 6,8       | 17  | 0,4 | 1 | 0,1            | 1600 | 35,2 |
| 5                        | Расточить<br>канавку ①           | Револьверный резец<br>расточной канавочный<br>быстрорежущий              | Целевая   |     |     |   |                |      |      |
| 6-7                      | Расточить<br>и точить<br>фаски ⑤ | Револьверный резец<br>фасочный<br>твердосплавный                         | Целевая   |     |     |   |                |      |      |
| 8                        | Нарезать<br>резьбу ④             | Метчик машинно-ручной<br>правый Р6М5                                     | 8         | 9   | -   | 2 | 1,25           | 200  | 4,8  |
| 9                        | Отрезать<br>в размер<br>16,5 мм  | Револьверный резец<br>отрезной<br>быстрорежущий                          | 15        | 4   | 3   | 1 | 0,08           | 1000 | 47   |
| Контроль ОТК – не указан |                                  |                                                                          |           |     |     |   |                |      |      |



**Рис. 3.** Операционный эскиз

010 Токарно-револьверная операция (табл. 4).

Приспособление – трехкулачковый самоцентрирующийся патрон.

СОЖ – Аквол 6.

Операционный эскиз представлен на рис. 4.

**Таблица 4**

| N/<br>N                  | Переходы                         | Режущий инструмент                               | Параметры |   |     |   |                |      |     |
|--------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------|-----------|---|-----|---|----------------|------|-----|
|                          |                                  |                                                  | D         | L | t   | i | s <sub>o</sub> | n    | v   |
| 1                        | Подрезать<br>торец ①             | Револьверный резец<br>фасочный<br>твердосплавный | 15        | 4 | 0,5 | 1 | 0,1            | 1600 | 72  |
| 2-3                      | Расточить<br>и точить<br>фаски ② | Револьверный резец<br>фасочный<br>твердосплавный | Целевая   |   |     |   |                |      |     |
| 4                        | Нарезать<br>резьбу ③             | Метчик машинно-ручной<br>левый Р6М5              | 8         | 9 | –   | 2 | 1,25           | 200  | 4,8 |
| Контроль ОТК – не указан |                                  |                                                  |           |   |     |   |                |      |     |

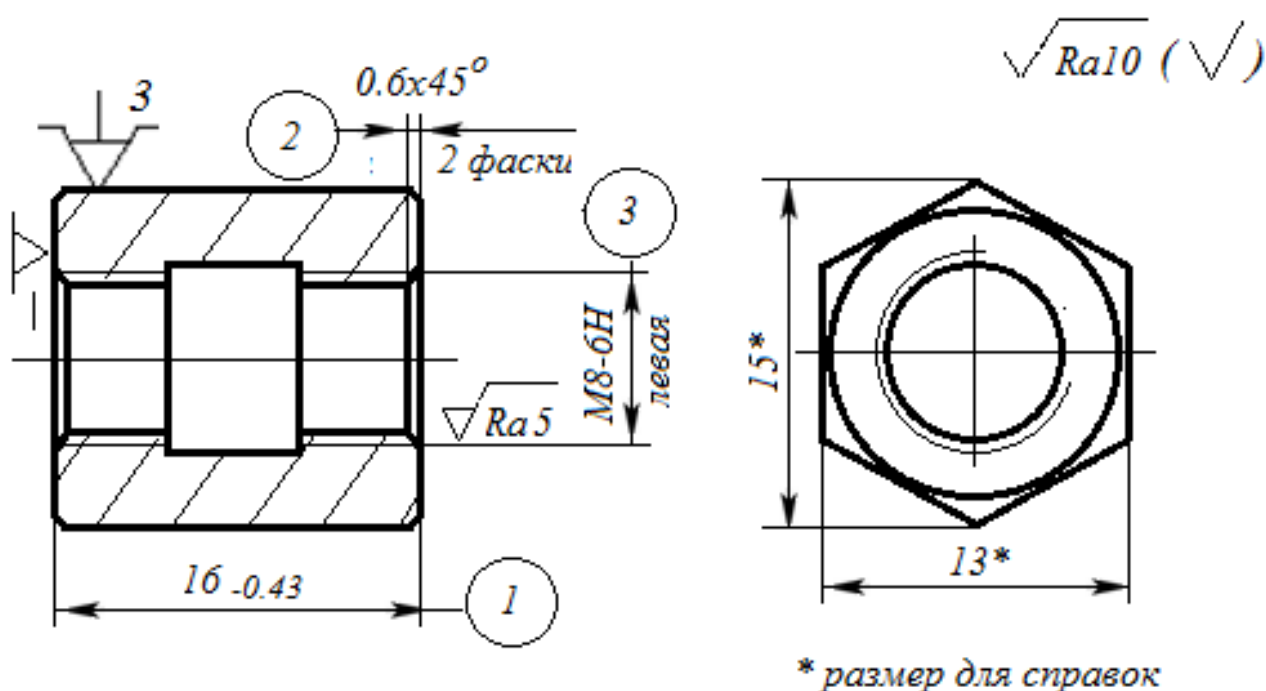


Рис. 4. Операционный эскиз

1.3. Описание токарно-револьверной операции изготовления детали «Трубка» из Д16Т за два установа (табл. 5).

Приспособление – трехкулачковый самоцентрирующий патрон.

Исходная заготовка – штучная  $\varnothing 12 \times 95$  мм.

СОЖ – эмульсия.

Операционный эскиз представлен на рис. 5.

Таблица 5

| 1-й установ |                 | 2-й установ |                                                                            |
|-------------|-----------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------|
| N/N         | Переходы        | N/N         | Переходы                                                                   |
| 1           | Подрезать торец | 1           | Подрезать торец                                                            |
| 2           | Снять заусенцы  | 2           | Центровать                                                                 |
|             |                 | 3           | Сверлить $\varnothing 5,6$ мм                                              |
|             |                 | 4           | Расточить $\varnothing 5,8$ мм на длину 8 мм                               |
|             |                 | 5           | Рассверлить $\varnothing 5,8$ мм пушечным сверлом на всю глубину отверстия |
|             |                 | 6           | Развернуть $\varnothing 6$ мм, предварительно                              |
|             |                 | 7           | Развернуть $\varnothing 6$ мм, окончательно                                |
|             |                 | 8           | Снять заусенцы                                                             |



**Таблица 6**

| N/<br>N                  | Переходы                               | Режущий инструмент                                                | Параметры |          |          |          |                      |          |          |
|--------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------|----------|----------|----------|----------------------|----------|----------|
|                          |                                        |                                                                   | <i>D</i>  | <i>L</i> | <i>t</i> | <i>i</i> | <i>s<sub>o</sub></i> | <i>n</i> | <i>v</i> |
| 1                        | Центровать<br>торец ①                  | Сверло<br>центровочное P6M5                                       | Целевая   |          |          |          |                      |          |          |
| 2                        | Подрезать<br>торец ①                   | Револьверный резец<br>фасочный BK6M                               | 20        | 19       | 1        | 1        | 0,12                 | 1600     | 125      |
| 3                        | Точить ④                               | Револьверный резец<br>проходной правый<br>BK6M                    | 20        | 19       | 3        | 1        | 0,12                 | 1600     | 125      |
| 4                        | Точить<br>канавку ⑤                    | Револьверный резец от-<br>резной BK6M                             | 19        | 4        | 4        | 1        | 0,12                 | 1600     | 95       |
| 5                        | Накатать<br>рифление ③                 | Ролик для прямой<br>накатки 9XC (Y12A)                            | Целевая   |          |          |          |                      |          |          |
| 6                        | Точить<br>фаску ②                      | Револьверный резец<br>фасочный BK6M                               | Целевая   |          |          |          |                      |          |          |
| 7                        | Сверлить ⑥<br>Ø9H14                    | Сверло спиральное<br>правое P6M5                                  | 9         | 21       | 4,5      | 1        | 0,12                 | 2000     | 56,5     |
| 8                        | Расточить ⑥                            | Револьверный резец<br>расточной для<br>сквозных отверстий<br>BK6M | 10        | 19       | 0,5      | 1        | 0,12                 | 1600     | 50       |
| 9                        | Притупить<br>острые ребра<br>до 0,3 мм | Револьверный резец фа-<br>сочный BK6M                             | Целевая   |          |          |          |                      |          |          |
| 10                       | Отрезать<br>в размер ⑦                 | Револьверный резец от-<br>резной BK6M                             | 19        | 6        | 3        | 1        | 0,12                 | 2000     | 119      |
| Контроль ОТК – не указан |                                        |                                                                   |           |          |          |          |                      |          |          |

010 Токарно-револьверная операция.

Приспособление – механический цанговый самоцентрирующийся патрон для штучных заготовок.

1-2. Притупить ребра до 0,3 мм со стороны отрезки револьверным резцом фасочным быстрорежущим.

1.5. Описание ТП изготовления детали «Винт» из стали 40Х.

005 Токарно-револьверная операция (табл. 7).

Приспособление – механический цанговый самоцентрирующийся патрон для кратных заготовок.

Исходная заготовка – прутки Ø14 × 24,5 × 1 000 × 35. СОЖ – Аквол 6.

Операционный эскиз представлен на рис. 7.

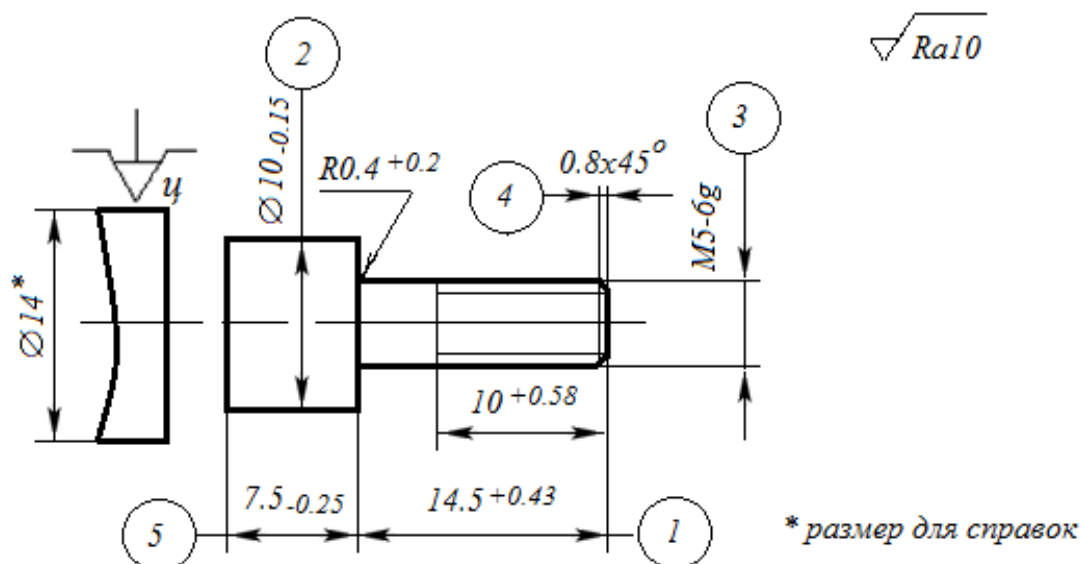


Рис. 7. Операционный эскиз

Таблица 7

| N/<br>N              | Переходы               | Режущий инструмент                              | Параметры |      |      |   |                |      |      |
|----------------------|------------------------|-------------------------------------------------|-----------|------|------|---|----------------|------|------|
|                      |                        |                                                 | D         | L    | t    | i | s <sub>o</sub> | n    | v    |
| 1                    | Подрезать<br>торец ①   | Револьверный резец<br>фасочный T15K6            | 14        | 8    | 0,5  | 1 | 0,05           | 1250 | 45   |
| 2                    | Точить ②               | Револьверный резец<br>проходной правый<br>T15K6 | 14        | 25   | 1    | 1 | 0,05           | 1250 | 45   |
| 3                    | Точить ③               | Револьверный резец<br>проходной правый<br>T15K6 | 10        | 15   | 2,25 | 1 | 0,05           | 1250 | 19   |
| 4                    | Точить<br>фаску ④      | Револьверный резец<br>фасочный<br>быстрорежущий | Целевая   |      |      |   |                |      |      |
| 5                    | Притупить<br>ребра     |                                                 | Целевая   |      |      |   |                |      |      |
| 6                    | Нарезать<br>резьбу ③   | Плешка круглая правая<br>9ХС (или Р6М5)         | 5         | 12,4 | –    | 2 | 0,8            | 125  | 1,97 |
| 7                    | Отрезать<br>в размер ⑤ | Револьверный резец<br>отрезной Р6М5             | 10        | 7    | 2    | 1 | 0,05           | 630  | 20   |
| Контроль ОТК – 100 % |                        |                                                 |           |      |      |   |                |      |      |

010 Токарно-револьверная операция (табл. 8).

Приспособление – механический цанговый самоцентрирующий патрон для штучных заготовок. СОЖ – Аквол 6.

Операционный эскиз представлен на рис. 8.

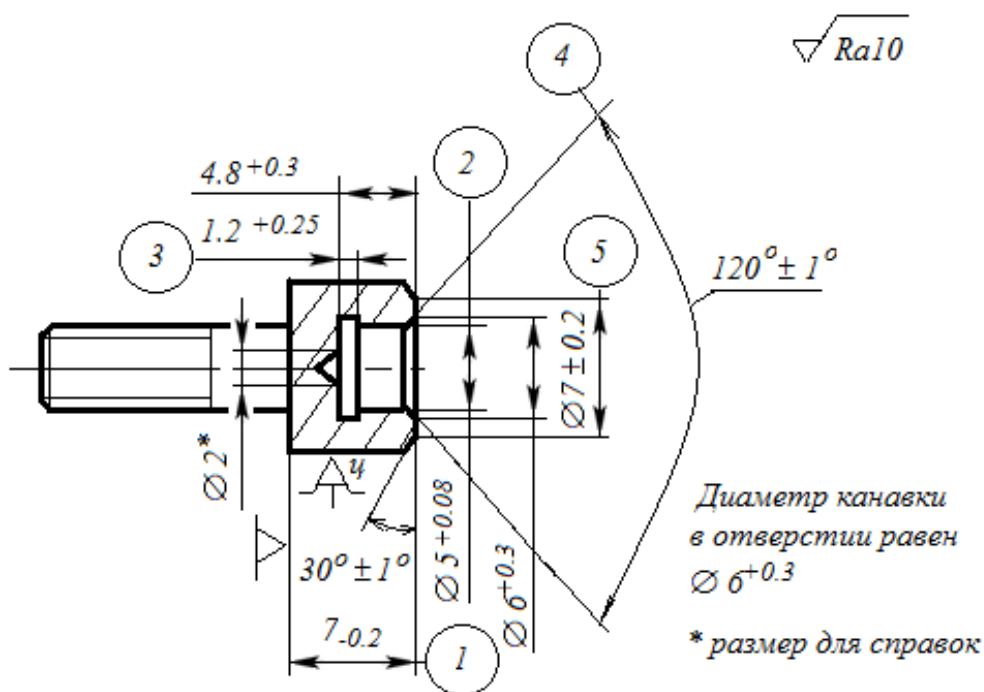


Рис. 8. Операционный эскиз

Таблица 8

| N/<br>N              | Переходы                      | Режущий<br>инструмент                                                    | Параметры |     |      |   |                |      |      |
|----------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------|-----|------|---|----------------|------|------|
|                      |                               |                                                                          | D         | L   | t    | i | s <sub>o</sub> | n    | v    |
| 1                    | Центровать<br>торец ①         | Зенковка<br>центровочная Р6М5                                            | Целевая   |     |      |   |                |      |      |
| 2                    | Подрезать<br>①                | Револьверный резец<br>фасочный Т15К6                                     | 10        | 7   | 0,5  | 1 | 0,05           | 1250 | 39   |
| 3                    | Сверлить ②<br>Ø4,5            | Сверло спиральное<br>правое Р6М5                                         | 4,5       | 6,3 | 2,25 | 1 | 0,05           | 800  | 11,3 |
| 4                    | Расточить<br>② до Ø5          | Револьверный резец<br>расточной для<br>глухих отверстий<br>быстрорежущий | 5         | 6,8 | 0,25 | 1 | 0,05           | 800  | 12,6 |
| 5                    | Расточить<br>канавку ③        | Специальный резец<br>канавочный                                          | Целевая   |     |      |   |                |      |      |
| 6                    | Точить<br>фаску ⑤<br>до Ø7    | Специальный резец                                                        | Целевая   |     |      |   |                |      |      |
| 7                    | Расточить<br>фаску ④<br>до Ø6 | Револьверный резец<br>расточной для сквоз-<br>ных отверстий Т15К6        | Целевая   |     |      |   |                |      |      |
| Контроль ОТК – 100 % |                               |                                                                          |           |     |      |   |                |      |      |

011 Слесарная операция (операционный эскиз – рис. 9).

Оборудование – пресс PVGE 3.15.

Приспособление – специальное.

1. Пробить шестигранник пробойником с контролем калибром К1-5А<sub>5</sub>.

Контроль ОТК – 100 %.

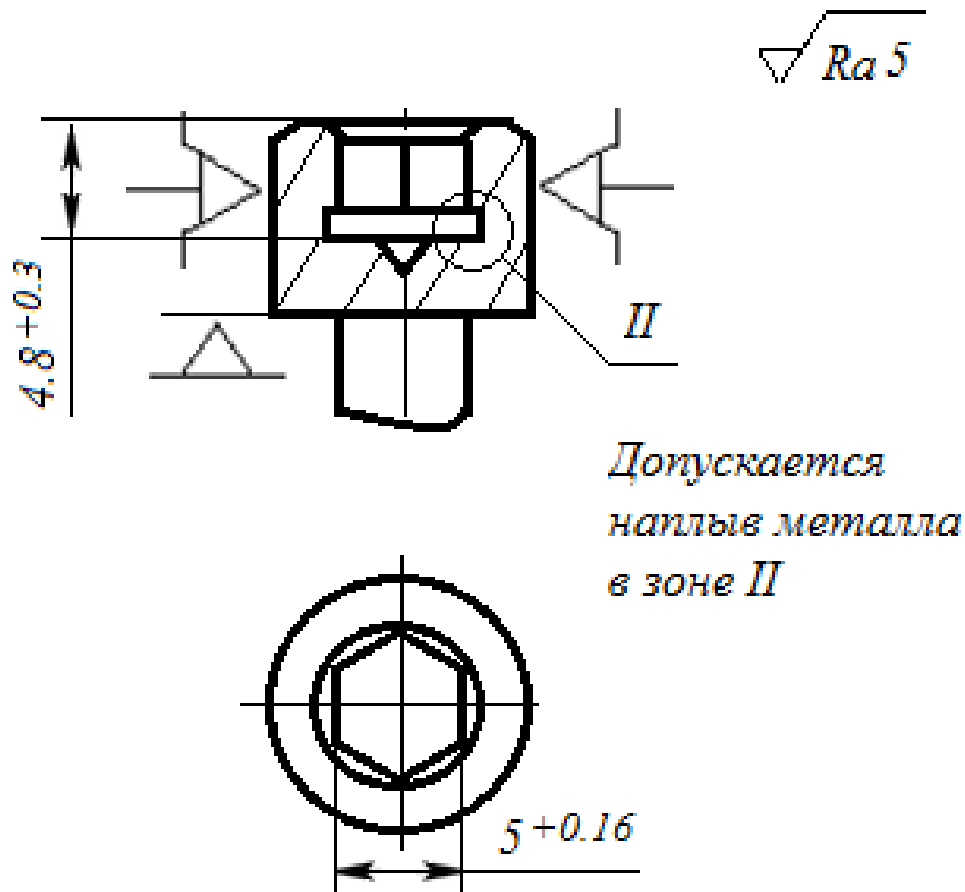


Рис. 9. Операционный эскиз

1.6. Описание фрагмента ТП изготовления детали «Втулка» из латуни ЛС59-1.

005 Токарно-револьверная операция (табл. 9).

Приспособление – гидравлический цанговый самоцентрирующий патрон для кратных заготовок.

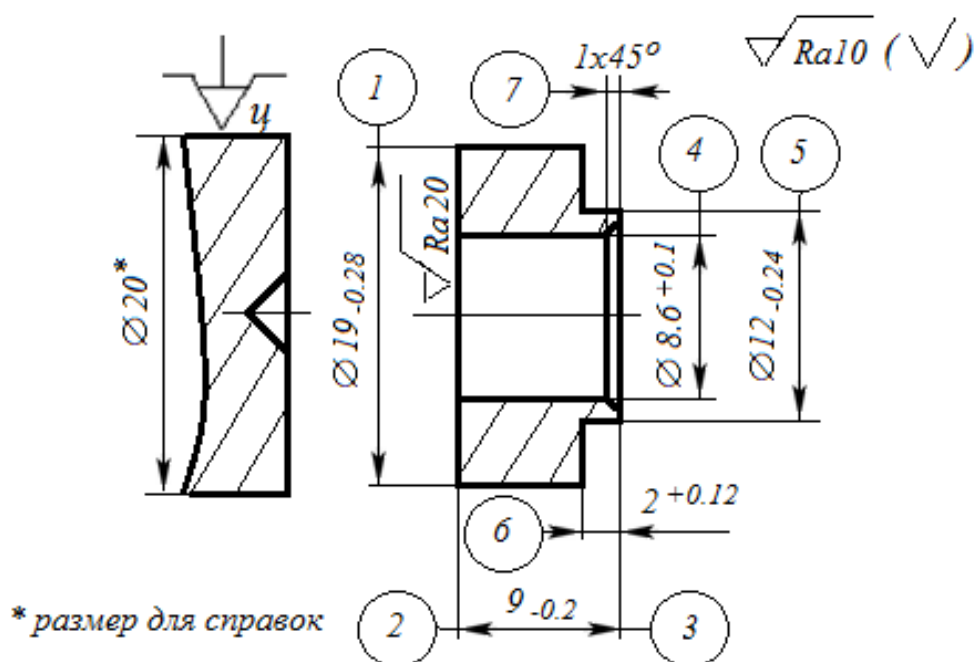
Исходная заготовка – пруток  $\varnothing 20 \times 11,5 \times 1\,000/83$ . СОЖ – Аквол 6.

Операционный эскиз – на рис. 10.



**Таблица 9**

| N/N                 | Переходы                   | Номер гнезда РГ | Режущий инструмент                         | Параметры |     |     |     |       |      |      |
|---------------------|----------------------------|-----------------|--------------------------------------------|-----------|-----|-----|-----|-------|------|------|
|                     |                            |                 |                                            | $D$       | $L$ | $t$ | $i$ | $s_o$ | $n$  | $v$  |
| 1                   | Центровать (3)             | 11              | Сверло центровочное Р6М5                   | Целевая   |     |     |     |       |      |      |
| 2                   | Подрезать торец (3)        | 10              | Револьверный резец фасочный твердосплавный | 20        | 10  | 0,5 | 1   | 0,12  | 1000 | 62,8 |
| 3                   | Сверлить (4)               | 12              | Сверло спиральное правое Р6М5              | 8,6       | 14  | 4,3 | 1   | 0,12  | 1000 | 27   |
| 4                   | Точить (1)                 | 1               | Револьверный резец проходной правый Т15К6  | 20        | 12  | 0,5 | 1   | 0,12  | 1000 | 62,8 |
| 5                   | Точить (5) и подрезать (6) | 3               | Револьверный резец проходной правый Т15К6  | 19        | 12  | 0,5 | 1   | 0,12  | 1000 | 62,8 |
| 6                   | Расточить фаску (7)        | 6               | Револьверный резец фасочный                | Целевая   |     |     |     |       |      |      |
| 7                   | Ребра притупить            | 6               | быстрорежущий                              | Целевая   |     |     |     |       |      |      |
| 8                   | Отрезать в размер (2)      | 9               | Револьверный резец отрезной быстрорежущий  | 20        | 10  | 4   | 1   | 0,05  | 630  | 39,6 |
| Контроль ОТК – 15 % |                            |                 |                                            |           |     |     |     |       |      |      |



**Рис. 10. Операционный эскиз**

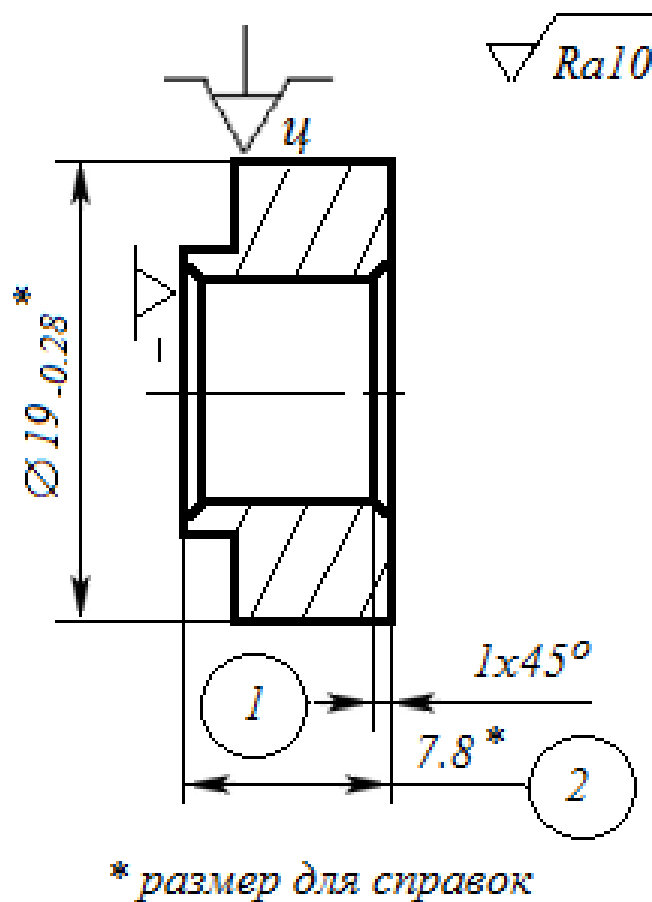
010 Токарно-револьверная операция (табл. 10).

Приспособление – механический цанговый самоцентрирующий патрон для штучных заготовок. СОЖ – Аквол 6.

Операционный эскиз – на рис. 11.

**Таблица 10**

| N/<br>N            | Переходы             | Номер гнез-<br>да РГ | Режущий<br>инструмент                            | Параметры |   |   |   |                |      |    |
|--------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------------------------|-----------|---|---|---|----------------|------|----|
|                    |                      |                      |                                                  | D         | L | t | i | s <sub>o</sub> | n    | v  |
| 1                  | Подрезать<br>торец ② | 3                    | Револьверный<br>резец фасочный<br>твердосплавный | 19        | 6 | 1 | 1 | 0,12           | 1000 | 60 |
| 2                  | Расточить ①          | 10                   | Не указано                                       | Целевая   |   |   |   |                |      |    |
| 3                  | Ребра притупить      | 10                   |                                                  | Целевая   |   |   |   |                |      |    |
| Контроль ОТК – 5 % |                      |                      |                                                  |           |   |   |   |                |      |    |



**Рис. 11. Операционный эскиз**

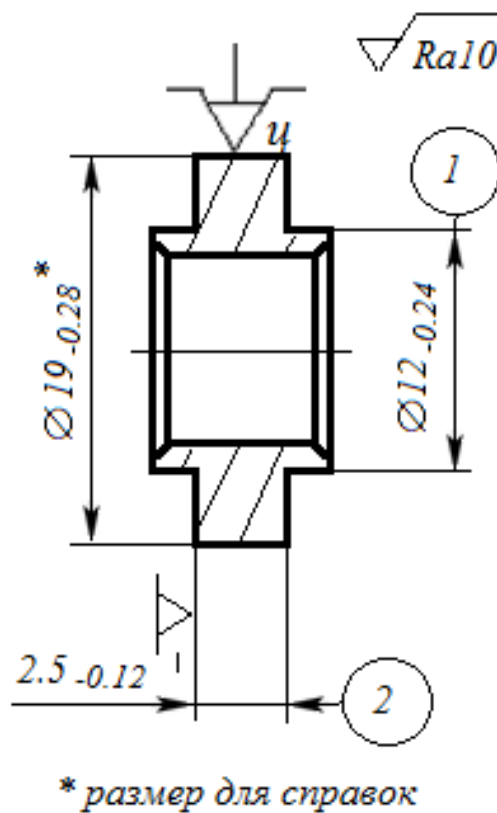
015 Токарно-револьверная операция (табл. 11).

Приспособление – механический цанговый самоцентрирующий патрон для штучных заготовок. СОЖ – Аквол 6.

Операционный эскиз представлен на рис. 12.

**Таблица 11**

| N/<br>N             | Переходы                           | Номер гнез-<br>да РГ | Режущий<br>инструмент                           | Параметры |     |     |   |                |      |    |
|---------------------|------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------|-----------|-----|-----|---|----------------|------|----|
|                     |                                    |                      |                                                 | D         | L   | t   | i | s <sub>o</sub> | n    | v  |
| 1                   | Точить ①<br>и подрезать<br>торец ② | 3                    | Револьверный<br>резец проходной<br>правый Т15К6 | 19        | 4,5 | 3,5 | 1 | 0,12           | 1000 | 60 |
| 2                   | Ребра<br>притупить<br>до 0,3 мм    | 6                    | Револьверный<br>резец фасочный<br>быстрорежущий | Целевая   |     |     |   |                |      |    |
| Контроль ОТК – 10 % |                                    |                      |                                                 |           |     |     |   |                |      |    |



**Рис. 12.** Операционный эскиз

1.7. Описание фрагмента ТП изготовления детали «Втулка» из латуни ЛС59-1.

005 Токарно-револьверная операция (табл. 12).

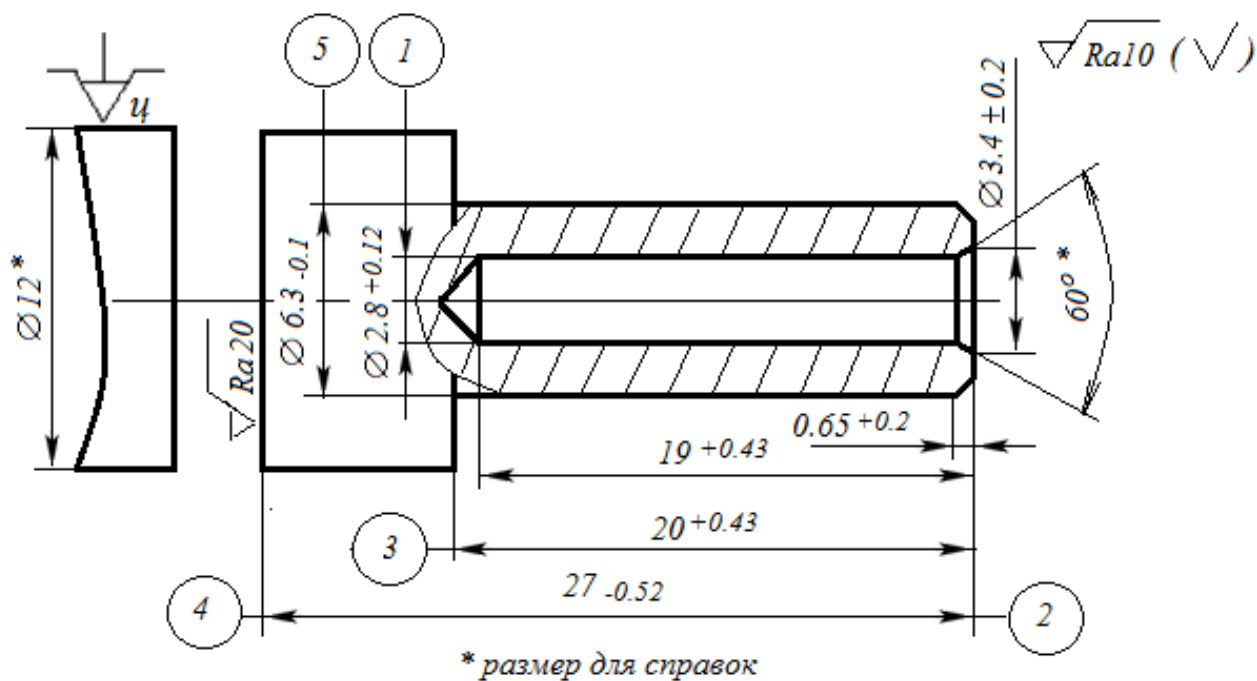
Приспособление – механический цанговый самоцентрирующийся патрон для кратных заготовок. Защитные очки. СОЖ – Аквол 6.

Исходная заготовка – пруток  $\varnothing 12 \times 29 \times 1\,000/33$ .

**Таблица 12**

| N/N                 | Переходы               | Номер гнезда РГ | Режущий инструмент                         | Параметры                          |      |      |     |       |      |     |
|---------------------|------------------------|-----------------|--------------------------------------------|------------------------------------|------|------|-----|-------|------|-----|
|                     |                        |                 |                                            | $D$                                | $L$  | $t$  | $i$ | $s_o$ | $n$  | $v$ |
| 1                   | Подрезать торец        | 12              | Револьверный резец фасочный твердосплавный | 12                                 | 9    | 0,5  | 1   | 0,12  | 1600 | 60  |
|                     |                        |                 |                                            | $t_0 = 0,05, \quad t_{всп} = 0,19$ |      |      |     |       |      |     |
| 2                   | Центровать             | 1               | Зенковка центровочная Р6М5                 | Целевая $t_0 = 0,25$               |      |      |     |       |      |     |
| 3                   | Точить ⑤ и подрезать ③ | 4               | Револьверный резец проходной правый Т15К6  | 12                                 | 26,5 | 2,25 | 1   | 0,12  | 1600 | 55  |
|                     |                        |                 |                                            | 12                                 | 4    | 0,5  | 1   | 0,12  | 1600 | 55  |
| 4                   | Сверлить ①             | 6               | Сверло спиральное правое Р6М5              | 2,8                                | 20,5 | 1,4  | 1   | 0,05  | 1000 | 9   |
| 5                   | Точить фаску 0,65      | 9               | Револьверный резец фасочный твердосплавный | Целевая                            |      |      |     |       |      |     |
| 6                   | Притупить ребра        | 9               |                                            | Целевая                            |      |      |     |       |      |     |
| 7                   | Отрезать в размер ④    | 11              | Револьверный резец отрезной быстрорежущий  | 12                                 | 7,5  | 2    | 1   | 0,05  | 1000 | 35  |
| Контроль ОТК – 10 % |                        |                 |                                            |                                    |      |      |     |       |      |     |

Операционный эскиз – на рис. 13.



**Рис. 13.** Операционный эскиз

010 Токарно-револьверная операция (табл. 13).

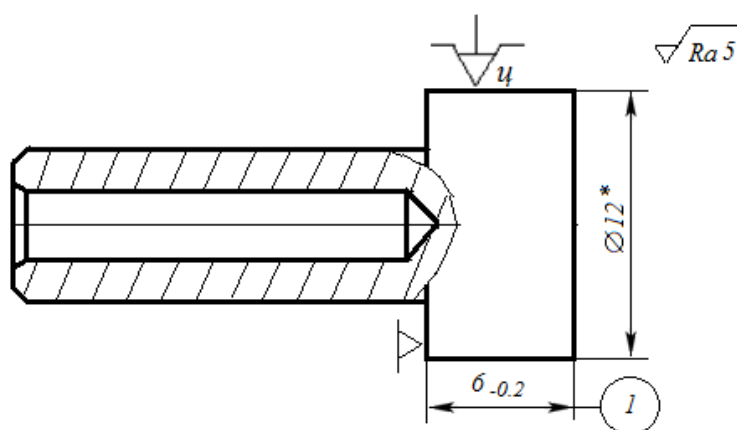
Приспособление – механический цанговый самоцентрирующий патрон для штучных заготовок.

СОЖ – Аквол 6.

**Таблица 13**

| N/<br>N            | Переходы             | Номер гнез-<br>да РГ | Режущий<br>инструмент                             | Параметры                                      |     |   |   |                |      |    |
|--------------------|----------------------|----------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----|---|---|----------------|------|----|
|                    |                      |                      |                                                   | D                                              | L   | t | i | s <sub>o</sub> | n    | v  |
| 1                  | Подрезать<br>торец ① | 4                    | Револьверный резец<br>фасочный<br>твердосплавный  | 12                                             | 7,5 | 1 | 1 | 0,12           | 1600 | 55 |
|                    |                      |                      |                                                   | t <sub>0</sub> = 0,04, t <sub>всп</sub> = 0,19 |     |   |   |                |      |    |
| 2                  | Притупить<br>ребра   | 9                    | Револьверный резец фа-<br>сочный<br>быстрорежущий | Целевая                                        |     |   |   |                |      |    |
| Контроль ОТК – 5 % |                      |                      |                                                   |                                                |     |   |   |                |      |    |

Операционный эскиз представлен на рис. 14.



\* размер для справок

**Рис. 14.** Операционный эскиз

1.8. Описание ТП изготовления детали «Втулка» из стали А12.

005 Токарно-револьверная операция (табл. 14).

Приспособление – механический цанговый самоцентрирующийся патрон для кратных заготовок. СОЖ – Аквол 6.

Исходная заготовка – пруток  $\varnothing 14 \times 41 \times 1\,000$ .

Операционный эскиз представлен на рис. 15.

**Таблица 14**

| N/N                 | Переходы            | Режущий инструмент                           | Параметры |    |      |   |                |      |    |
|---------------------|---------------------|----------------------------------------------|-----------|----|------|---|----------------|------|----|
|                     |                     |                                              | D         | L  | t    | i | s <sub>o</sub> | n    | v  |
| 1                   | Центровать ②        | Сверло центровочное Р6М5                     | Целевая   |    |      |   |                |      |    |
| 2                   | Сверлить ①          | Сверло спиральное правое Р6М5                | 9,4       | 50 | 4,7  | 1 | 0,12           | 800  | 24 |
| 3                   | Расточить ①         | Револьверный резец расточной Р6М5            | 9,8       | 48 | 0,2  | 1 | 0,05           | 1250 | 38 |
| 4                   | Подрезать торец ②   | Револьверный резец фасочный Т30К4            | 14        | 3  | 1    | 1 | 0,05           | 2000 | 86 |
| 5                   | Притупить ребра     | Револьверный резец фасочный Т30К4            | Целевая   |    |      |   |                |      |    |
| 6-7                 | Развернуть ①        | Развертка машинная Р6М5, черновая и чистовая | 10        | 48 | 0,05 | 2 | 0,3            | 125  | 4  |
| 8                   | Отрезать в размер ③ | Револьверный резец отрезной Т15К6            | 14        | 3  | 3    | 1 | 0,05           | 800  | 35 |
| Контроль ОТК – 15 % |                     |                                              |           |    |      |   |                |      |    |

010 Токарно-револьверная операция.

Приспособление – механический цанговый самоцентрирующий патрон для штучных заготовок.

1. Притупить ребра до 0,3 мм револьверным резцом фасочным Т30К4. Контроль ОТК – 5 %.

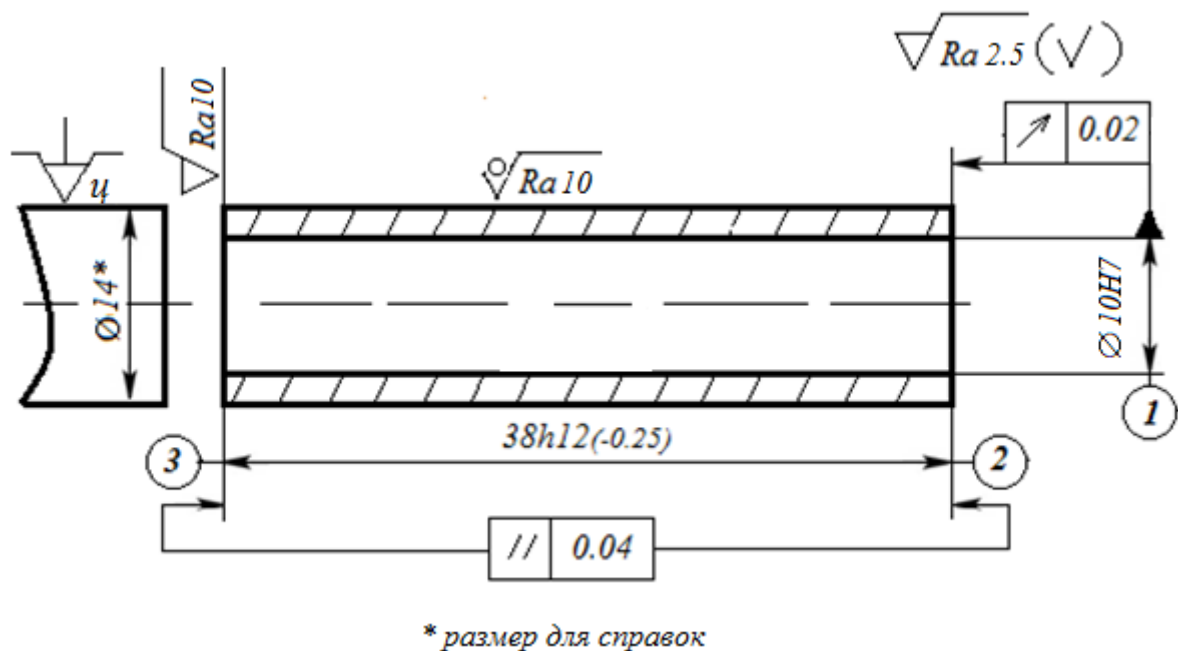


Рис. 15. Операционный эскиз

1.9. Описание револьверной операции изготовления детали «Ось» из латуни ЛС59-1 (табл. 15).

Приспособления – механический цанговый самоцентрирующий патрон для штучных заготовок; ограждение, защитные очки.

СОЖ – Аквол 6.

Исходная заготовка – штучная из прутка  $\varnothing 8 \times 14,5 \times 1\,000/63$ .

Таблица 15

| N/<br>N | Переходы               | Режущий<br>инструмент                 | Параметры |     |     |   |                |      |    |
|---------|------------------------|---------------------------------------|-----------|-----|-----|---|----------------|------|----|
|         |                        |                                       | D         | L   | t   | i | s <sub>o</sub> | n    | v  |
| 1       | Центровать<br>(2)      | Сверло<br>центровочное Р6М5           | Целевая   |     |     |   |                |      |    |
| 2       | Подрезать<br>торец (2) | Револьверный резец фа-<br>сочный ВК6М | 6,3       | 5,6 | 0,5 | 1 | 0,12           | 2000 | 40 |
| 3       | Сверлить (1),<br>(4)   | Сверло спиральное<br>правое Р6М5      | 2         | 4   | 1   | 1 | 0,12           | 2000 | 13 |

Окончание табл. 15

| N/<br>N            | Переходы                        | Режущий<br>инструмент                               | Параметры |     |      |     |       |      |     |
|--------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------|-----|------|-----|-------|------|-----|
|                    |                                 |                                                     | $D$       | $L$ | $t$  | $i$ | $s_o$ | $n$  | $v$ |
| 4                  | Расточить ①<br>и подрезать<br>④ | Револьверный резец<br>проходной и<br>расточной ВК6М | 2,9       | 5,5 | 0,45 | 1   | 0,12  | 2000 | 18  |
| 5                  | Точить фаску<br>③               | Револьверный резец<br>фасочный ВК6М                 | Целевая   |     |      |     |       |      |     |
| 6                  | Притупить<br>ребра<br>до 0,3 мм | Револьверный резец<br>фасочный ВК6М                 | Целевая   |     |      |     |       |      |     |
| 7                  | Развернуть ①<br>однократно      | Развертка ручная<br>9ХС                             | 3         | 3   | 0,05 | 1   | 0,05  | 400  | 3,8 |
| Контроль ОТК – 5 % |                                 |                                                     |           |     |      |     |       |      |     |

Операционный эскиз представлен на рис. 16.

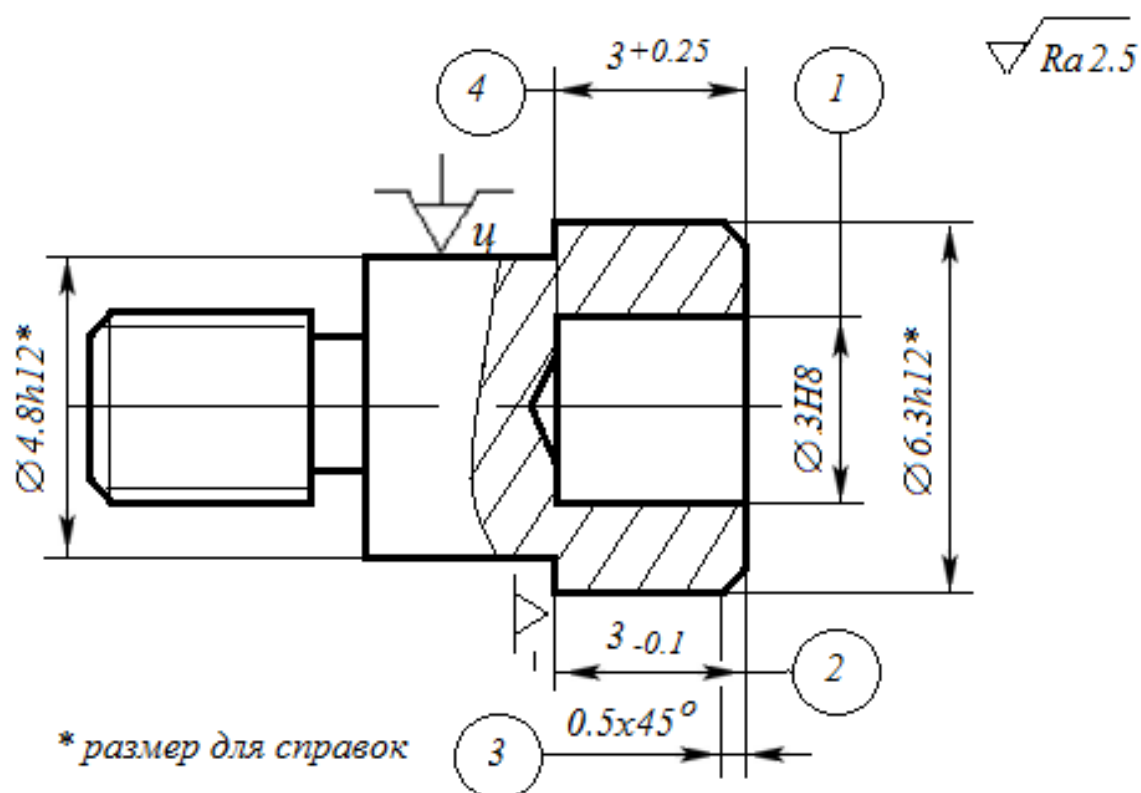


Рис. 16. Операционный эскиз



## 2. ПРИМЕРЫ ОСОБЫХ ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНЫХ ОПЕРАЦИЙ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ НА СТАНКЕ МОДЕЛИ 1Г325

Особыми токарно-револьверными операциями будем считать технологические операции резания, нечасто выполняемые на токарно-револьверных станках, которые:

- предусматривают обработку кратных или штучных заготовок формы «не тело вращения» с образованием не только традиционных поверхностей, но и расположенных внеосевым и радиальным образом;

- позволяют изготавливать «нежесткие» детали с соотношением длины ( $L$ ) к диаметру ( $D$ ) детали:  $L/D > 4 \div 5$ ;

- предполагают применение, например, специальной оправки, цангового самоцентрирующегося патрона для обработки эксцентриковых поверхностей, двухкулачкового самоцентрирующегося патрона, универсально-сборного приспособления;

- позволяют изготавливать детали с эксцентриситетом;

- предусматривают применение специализированных приспособлений, расширяющих технологические возможности ТРС [1–9], например:

- 1) съемные револьверные головки;

- 2) копирные приспособления для обработки конических, фасонных и резьбовых поверхностей;

- 3) устройство для шлицевания прорези на торце тела вращения;

- 4) устройство для прошивки шестигранного отверстия на торце тела вращения;

- 5) устройство для одновременного фрезерования четырех углублений одинакового радиуса;

- 6) устройство для одновременного сверления двух внеосевых отверстий одного или разных диаметров на торце тела вращения.

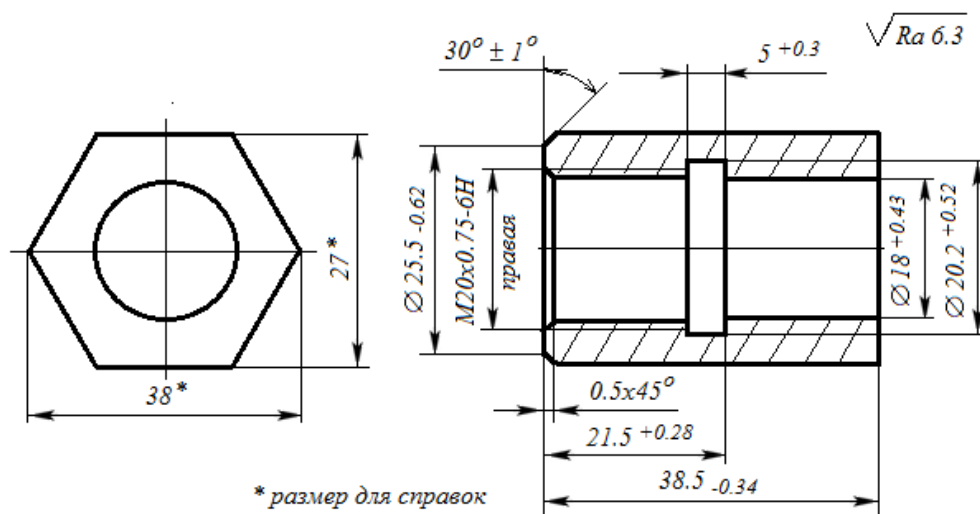
2.1. Описание токарно-револьверной операции изготовления детали «Муфта» из стали А12 с применением специальной оправки и самоцентрирующегося патрона (табл. 16).

Вначале штучная предварительно обработанная шестигранная заготовка, поступающая на операцию (рис. 17), размещается на цилиндрической резьбовой оправке с упором по торцу. Затем оправка с заготовкой устанавливается в самоцентрирующийся патрон (не показано).

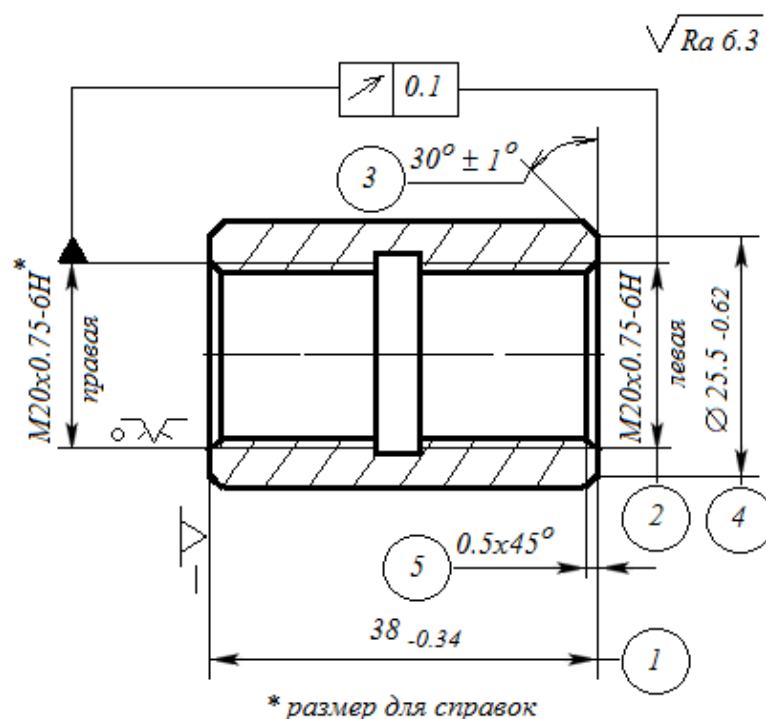
Операционный эскиз показан на рис. 18.

**Таблица 16**

| N/<br>N             | Переходы                          | Режущий<br>инструмент                                                 | Параметры |      |      |     |       |      |     |
|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------|------|------|-----|-------|------|-----|
|                     |                                   |                                                                       | $D$       | $L$  | $t$  | $i$ | $s_o$ | $n$  | $v$ |
| 1                   | Подрезать<br>торец ①              | Револьверный<br>резец фасочный<br>твердосплавный                      | 38        | 6,5  | 0,5  | 1   | 0,1   | 1000 | 131 |
| 2                   | Расточить<br>② $\varnothing 19.2$ | Токарный резец<br>расточной для<br>глухих отверстий<br>твердосплавный | 19,2      | 18,5 | 0,63 | 1   | 0,1   | 1100 | 67  |
| 3                   | Точить<br>конус ③④                | Резец со специальной<br>заточкой                                      | 25,5      | 2,5  | 3,25 | 1   | 0,1   | 950  | 94  |
| 4                   | Расточить<br>фаску ⑤              | Револьверный<br>резец фасочный<br>твердосплавный                      | Целевая   |      |      |     |       |      |     |
| 5                   | Ребра приту-<br>пить до 0,2 мм    |                                                                       | Целевая   |      |      |     |       |      |     |
| 6                   | Нарезать<br>резьбу ②              | Гребенка с левой<br>резьбой Р6М5                                      | 20        | 18   | —    | 12  | 0,75  | 200  | 7,6 |
| Контроль ОТК – 40 % |                                   |                                                                       |           |      |      |     |       |      |     |



**Рис. 17. Эскиз заготовки перед операцией**

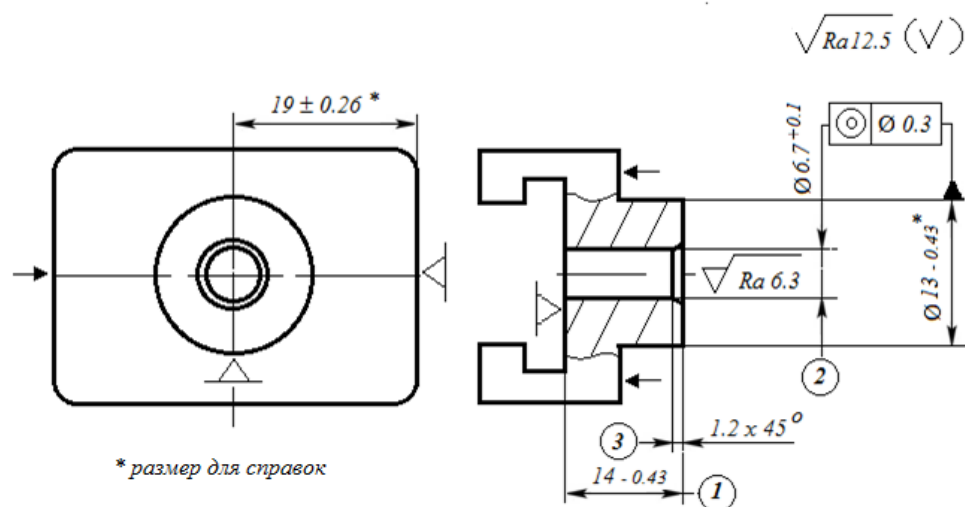


**Рис. 18.** Операционный эскиз

2.2. Описание токарно-револьверной операции изготовления детали «Держатель наобника» из стали 45Л с применением универсально-сборного приспособления (табл. 17).

Заготовка, поступающая на револьверную операцию, предварительно обработана фрезерованием из отливки по выплавляемым моделям.

Операционный эскиз представлен на рис. 19.



**Рис. 19.** Операционный эскиз

**Таблица 17**

| N/<br>N             | Переходы                   | Режущий<br>инструмент                            | Параметры |      |      |   |                |      |      |
|---------------------|----------------------------|--------------------------------------------------|-----------|------|------|---|----------------|------|------|
|                     |                            |                                                  | D         | L    | t    | i | s <sub>o</sub> | n    | v    |
| 1                   | Подрезать<br>торец ①       | Револьверный<br>резец фасочный<br>твердосплавный | 13        | 7    | 0,5  | 1 | 0,12           | 1000 | 41   |
| 2                   | Центровать                 | Сверло<br>центровочное Р6М5                      | Целевая   |      |      |   |                |      |      |
| 3                   | Сверлить ②<br>Ø 5          | Сверло спиральное<br>Р6М5                        | 5         | 16,5 | 2,5  | 1 | 0,12           | 1000 | 15,7 |
| 4                   | Расточить<br>②<br>до Ø 6,7 | Револьверный<br>резец расточной<br>быстрорежущий | 6,7       | 14   | 0,85 | 1 | 0,12           | 1000 | 21   |
| 5                   | Расточить<br>фаску ③       | Револьверный<br>резец фасочный<br>твердосплавный | Целевая   |      |      |   |                |      |      |
| Контроль ОТК – 10 % |                            |                                                  |           |      |      |   |                |      |      |

2.3. Описание токарно-револьверной операции изготовления детали «Букса» из стали 45Л с применением двухкулачкового самоцентрирующегося патрона и специальных кулачков (табл. 18).

Заготовка, поступающая на револьверную операцию, предварительно обработана фрезерованием из отливки точного литья.

Операционный эскиз представлен на рис. 20.

**Таблица 18**

| N/<br>N                  | Переходы                                               | Режущий<br>инструмент                                    | Параметры |     |      |   |                |      |     |
|--------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------|-----|------|---|----------------|------|-----|
|                          |                                                        |                                                          | D         | L   | t    | i | s <sub>o</sub> | n    | v   |
| 1                        | Точить ① за два<br>рабочих хода, под-<br>резая торец ② | Револьверный<br>резец проходной правый<br>твердосплавный | 17,5      | 15  | 0,75 | 2 | 0,05           | 630  | 35  |
| 2                        | Подрезать торец<br>в размер ③                          | Револьверный<br>резец проходной правый<br>твердосплавный | 9         | 5,3 | 0,1  | 1 | 0,06           | 1250 | 35  |
| 3                        | Центровать                                             | Сверло центровочное Р6М5                                 | Целевая   |     |      |   |                |      |     |
| 4                        | Сверлить ④ Ø4,3                                        | Сверло спиральное Р6М5                                   | 4,3       | 7,5 | 2,15 | 1 | 0,05           | 630  | 8,5 |
| 5                        | Расточить ④<br>до Ø4,5                                 | Специальный резец                                        | 4,5       | 7   | 0,1  | 1 | 0,1            | 1250 | 9   |
| 6                        | Притупить ребра<br>до 0,2 мм                           | Револьверный резец фасоч-<br>ный твердосплавный          | Целевая   |     |      |   |                |      |     |
| Контроль ОТК – не указан |                                                        |                                                          |           |     |      |   |                |      |     |

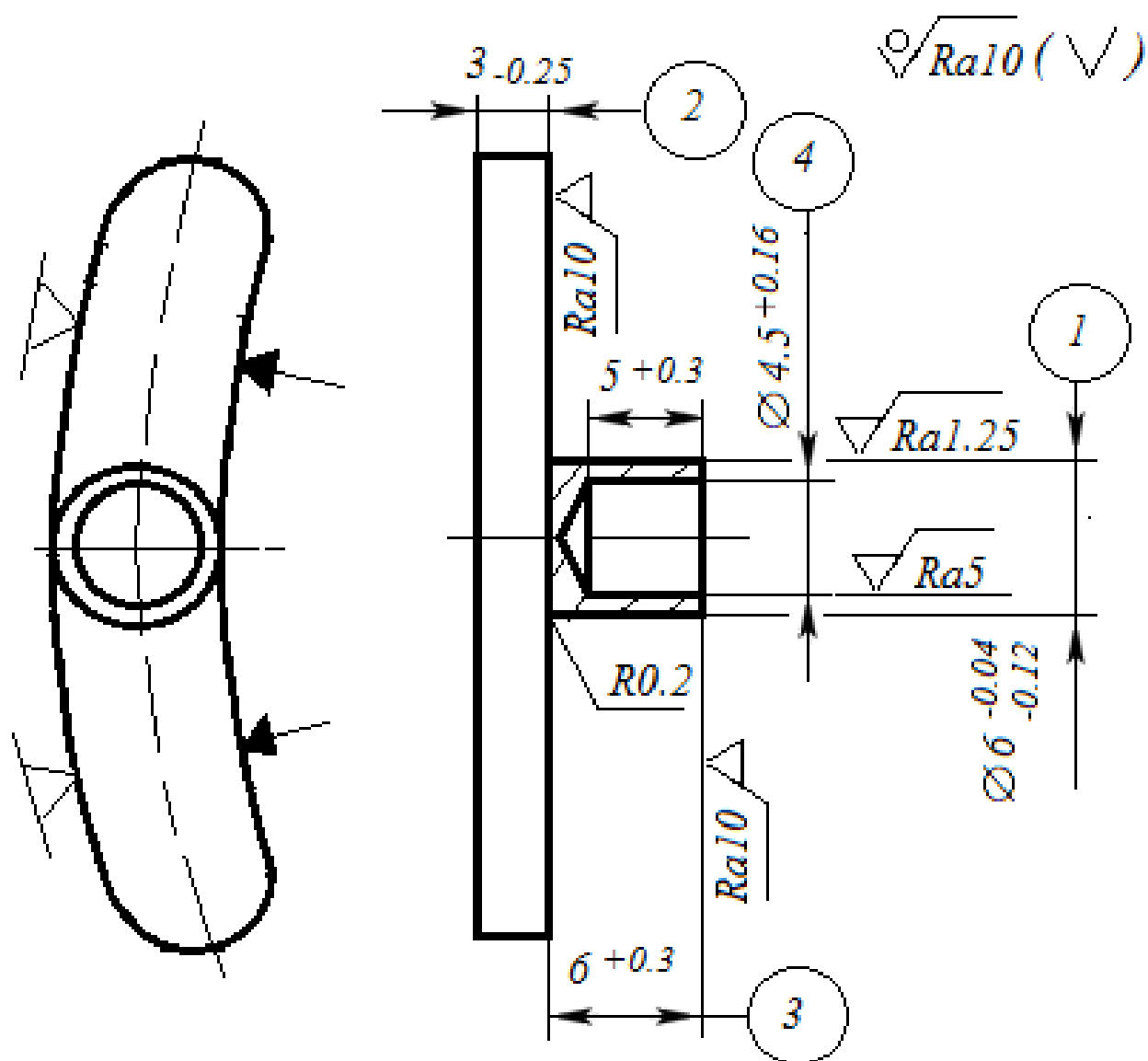


Рис. 20. Операционный эскиз

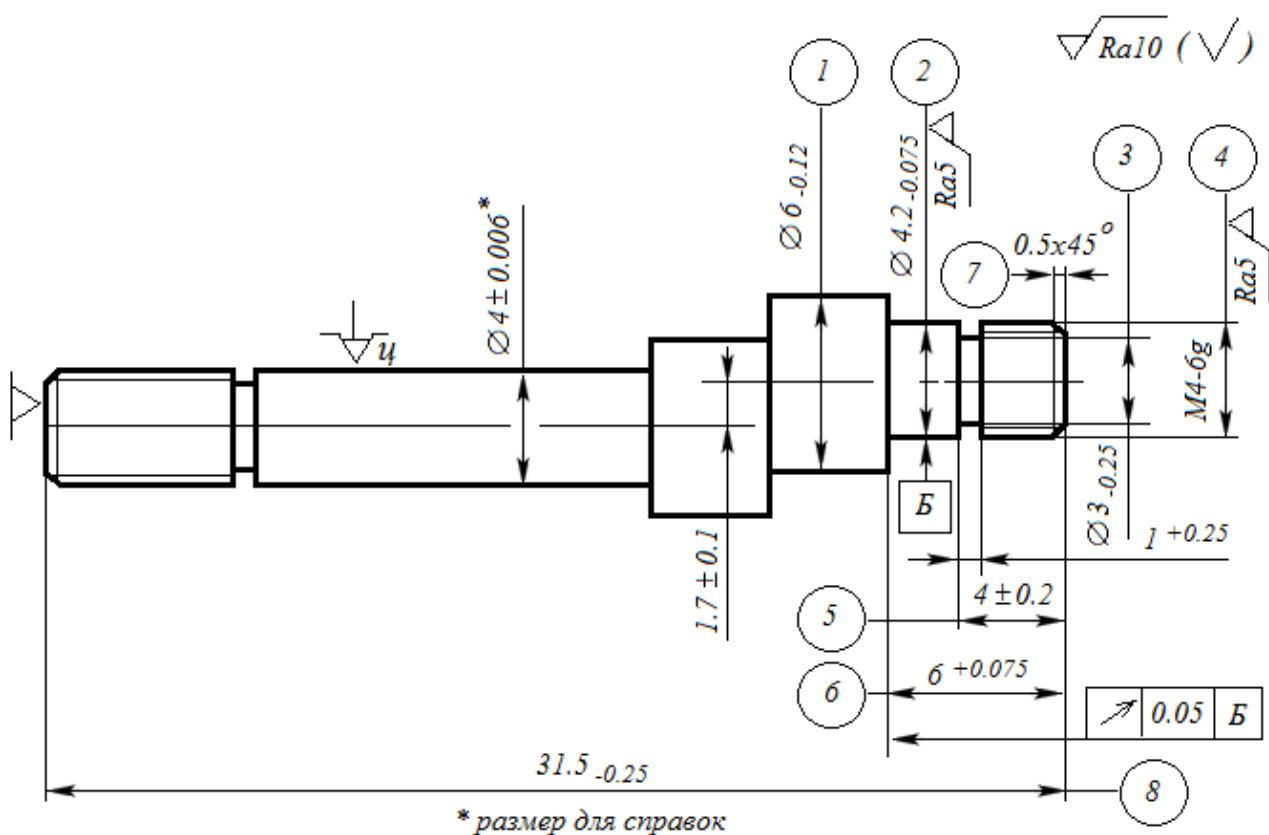
2.4. Описание токарно-револьверной операции изготовления детали «Ось» из стали 40X с применением цангового самоцентрирующегося патрона для обработки эксцентричных изделий [3] (табл. 19).

Заготовка, поступающая на данную токарно-револьверную операцию, предварительно получена из прутка  $\varnothing 12 \times 1\,000 \times 36/26$  в предыдущей токарно-револьверной операции.

Операционный эскиз представлен на рис. 21.

**Таблица 19**

| N/<br>N             | Переходы                                              | Режущий<br>инструмент                                | Параметры |     |       |     |       |      |     |
|---------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------|-----|-------|-----|-------|------|-----|
|                     |                                                       |                                                      | $D$       | $L$ | $t$   | $i$ | $s_o$ | $n$  | $v$ |
| 1                   | Точить<br>поверхность<br>①                            | Револьверный резец<br>проходной правый<br>Т30К4      | 10        | 13  | 2     | 1   | 0,12  | 2000 | 63  |
| 2                   | Подрезать<br>торец ⑧                                  | Револьверный резец<br>фасочный Т30К4                 | 10        | 7   | 1,5   | 1   | 0,12  | 2000 | 63  |
| 3                   | Точить ②<br>и подрезать<br>торец ⑥                    | Револьверный<br>резец проходной пра-<br>вый Т30К4    | 6         | 13  | 2     | 1   | 0,12  | 2000 | 38  |
|                     |                                                       |                                                      | 6         | 2   | 0,5   | 1   | 0,12  | 2000 | 38  |
| 4                   | Точить ④<br>Ø3,93<br>и канавку ③                      | Револьверный<br>резец канавочный<br>под резьбу Т14К8 | 4,2       | 4   | 0,185 | 1   | 0,12  | 2000 | 26  |
| 5-6                 | Точить фаску<br>⑦ и приту-<br>пить ребра<br>до 0,3 мм | Револьверный<br>резец фасочный<br>Т30К4              | Целевая   |     |       |     |       |      |     |
| 7                   | Нарезать<br>резьбу ④                                  | Резец резьбовой<br>Т14К8                             | 4         | 9,3 | —     | 2   | 0,7   | 200  | 3   |
| Контроль ОТК – 10 % |                                                       |                                                      |           |     |       |     |       |      |     |



**Рис. 21. Операционный эскиз**

## 2.5. Описание фрагмента ТП изготовления детали «Вал» из стали 45.

Особенности изготовления данной детали заключаются в следующем:

- установка в первой токарно-револьверной операции не кратной, а штучной заготовки;
- заготовка получена из горячекатаного проката (ГОСТ 2590–2006) и должна устанавливаться в трехкулачковый самоцентрирующийся патрон для неточных заготовок, но по факту устанавливается в цанговый самоцентрирующийся патрон, который применяют для точных заготовок;
- обрабатывается каждая ступенчатая поверхность отдельно, начиная с диаметра  $D$ , равного 10 мм (табл. 20, 21).

005 Токарно-револьверная операция (см. табл. 20).

Приспособление – механический цанговый самоцентрирующийся патрон для штучных заготовок. СОЖ – Аквол 6.

Заготовка, поступающая на токарно-револьверную операцию, получена разрезанием прутка на штучные заготовки ( $\varnothing 10 \times 63$ ) в предыдущей заготовительной операции (001).

**Таблица 20**

| N/<br>N            | Переходы                           | Режущий<br>инструмент                           | Параметры |     |     |   |                |      |    |
|--------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------|-----|-----|---|----------------|------|----|
|                    |                                    |                                                 | D         | L   | t   | i | s <sub>o</sub> | n    | v  |
| 1                  | Подрезать<br>торец ①               | Револьверный<br>резец фасочный Т30К4            | 10        | 5   | 1   | 1 | 0,05           | 2000 | 63 |
| 2                  | Центровать<br>торец ①              | Сверло<br>центровочное Р6М5                     | Целевая   |     |     |   |                |      |    |
| 3                  | Точить ③<br>и подрезать<br>торец ④ | Револьверный<br>резец проходной<br>правый Т30К4 | 10        | 8   | 2,5 | 2 | 0,12           | 2000 | 63 |
|                    |                                    |                                                 | 10        | 5,5 | 0,5 | 1 | 0,12           | 2000 | 6  |
| 4                  | Точить ⑤<br>и подрезать<br>торец ⑧ | Револьверный<br>резец проходной<br>правый Т30К4 | 10        | 35  | 2,5 | 2 | 0,12           | 2000 | 63 |
|                    |                                    |                                                 | 10        | 5,5 | 0,5 | 1 | 0,12           | 2000 | 63 |
| 5                  | Точить<br>фаску ⑦                  | Револьверный<br>резец фасочный Т30К4            | Целевая   |     |     |   |                |      |    |
| 6                  | Притупить<br>ребра до 0,2 мм       |                                                 | Целевая   |     |     |   |                |      |    |
| Контроль ОТК – 2 % |                                    |                                                 |           |     |     |   |                |      |    |

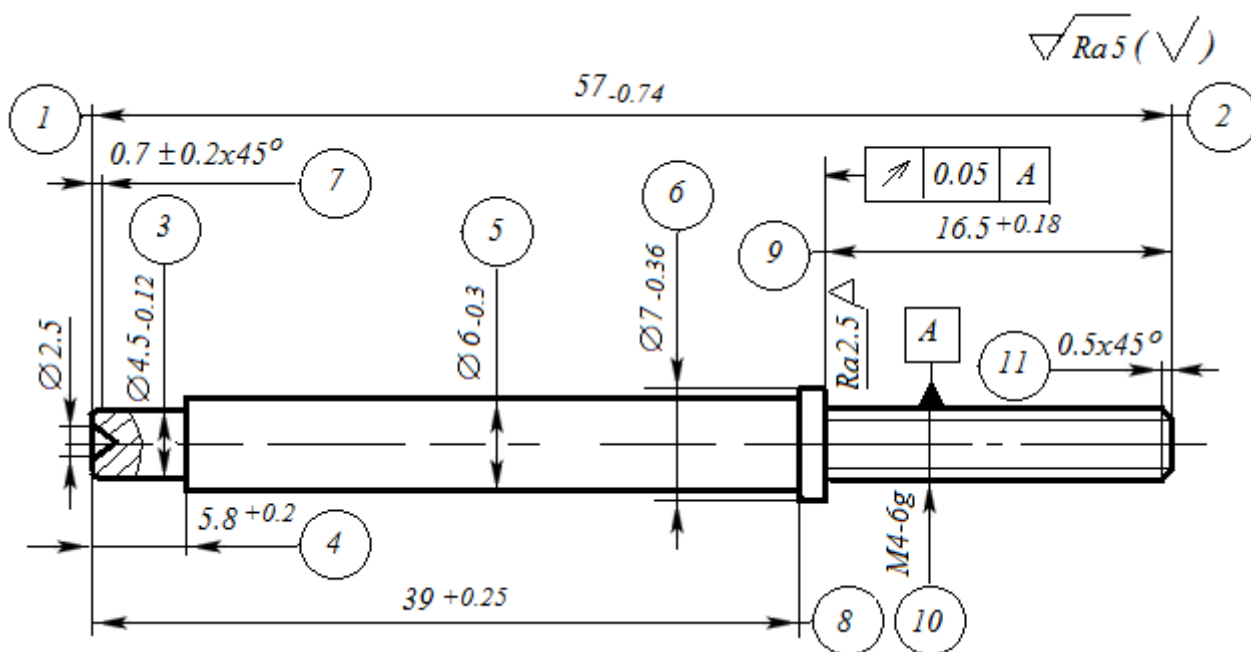
010 Револьверная операция (см. табл. 21).

Приспособление – механический цанговый самоцентрирующийся патрон для штучных заготовок. СОЖ – Аквол 6.

Операционные эскизы объединены в один рис. 22.

**Таблица 21**

| N/<br>N            | Переходы                                | Режущий<br>инструмент                           | Параметры |      |     |     |       |      |     |
|--------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------|------|-----|-----|-------|------|-----|
|                    |                                         |                                                 | $D$       | $L$  | $t$ | $i$ | $s_o$ | $n$  | $v$ |
| 1                  | Подрезать<br>торец (2)                  | Револьверный резец<br>фасочный Т30К4            | 10        | 5,5  | 1   | 1   | 0,05  | 2000 | 63  |
| 2                  | Точить (10)<br>и подрезать<br>торец (9) | Револьверный резец<br>проходной правый<br>Т30К4 | 10        | 19   | 2,5 | 2   | 0,12  | 2000 | 63  |
|                    |                                         |                                                 | 10        | 5    | 0,5 | 1   | 0,12  | 2000 | 63  |
| 3                  | Точить (6)                              | Револьверный резец<br>проходной правый<br>Т30К4 | 10        | 3,5  | 1,3 | 1   | 0,12  | 2000 | 26  |
| 4                  | Точить<br>фаску (11)                    | Револьверный резец<br>фасочный Т30К4            | Целевая   |      |     |     |       |      |     |
| 5                  | Притупить<br>ребра д<br>о 0,2 мм        |                                                 | Целевая   |      |     |     |       |      |     |
| 6                  | Нарезать<br>резьбу (10)                 | Плашка круглая правая<br>9ХС (или Р6М5)         | 4         | 18,5 | –   | 2   | 0,3   | 200  | 2,5 |
| Контроль ОТК – 2 % |                                         |                                                 |           |      |     |     |       |      |     |



**Рис. 22.** Общий операционный эскиз



### **3. АНАЛИЗ ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНЫХ ОПЕРАЦИЙ НА ОСНОВЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И УСЛОВИЙ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА**

#### ***Основная часть***

В ходе разработки ТП и операций с применением ТРС модели 1Г325 необходимо учесть основные особенности револьверных работ. По результатам анализа специализированной технической литературы, посвященной токарно-револьверным станкам [1–16], а также анализа описаний более 40 револьверных операций, выполняемых на ТРС модели 1Г325 в условиях приборостроительного завода, была систематизирована ниже-следующая информация.

Токарно-револьверный станок модели 1Г325 с ручным и механическим управлением (рис. 23) предназначен для обработки, как правило, концентричных (соосных) поверхностей при изготовлении деталей из кратных и штучных заготовок в серийном производстве.

#### **О станочных приспособлениях и заготовках**

Для закрепления на токарно-револьверном станке холоднотянутых и калиброванных кратных заготовок (прутков, труб) применяют цанговые самоцентрирующиеся патроны (ЦСП) с двумя цангами: подающей и зажимающей. Наибольший диаметр прутка (трубы) круглого поперечного сечения, устанавливаемого в ЦСП, равен 25 мм. Наибольший диаметр прутка шестигранного (квадратного) поперечного сечения, устанавливаемого в ЦСП, равен 22 (17) мм.

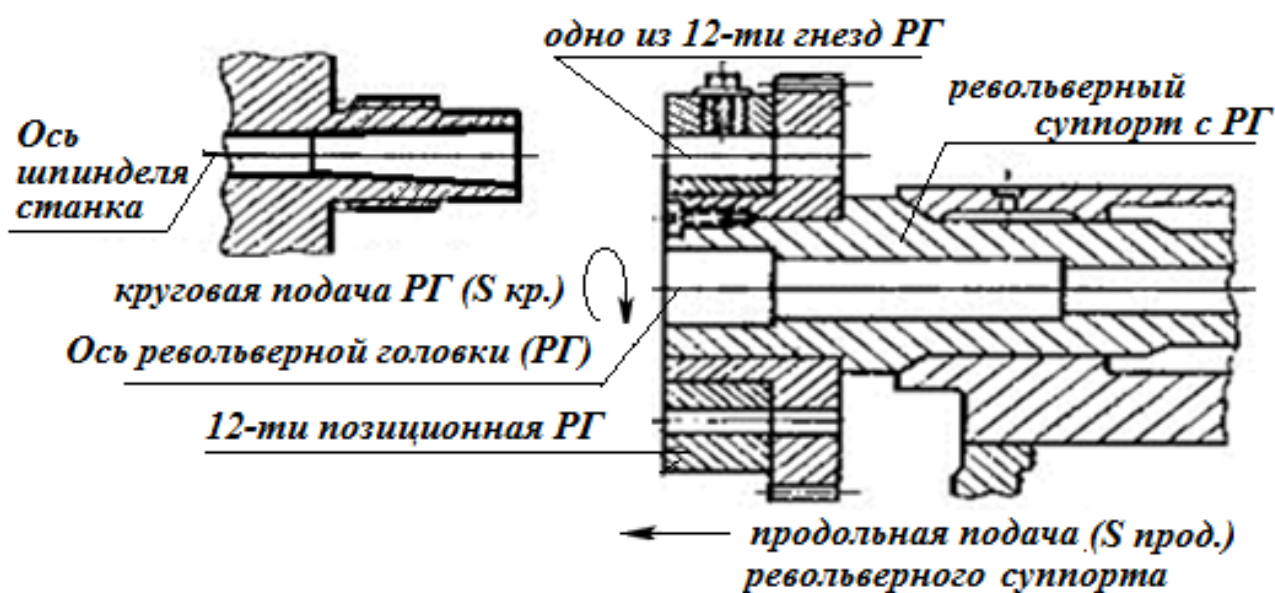
Для установки штучных заготовок типа «тело вращения» по обработанным поверхностям применяют ЦСП с одной зажимающей цангой (вместо подающей цанги устанавливаются упор). Примем, что диаметр такой заготовки не должен превышать 40 мм.

Для закрепления горячекатаных круглых прутков (диаметром не более 25 мм) и неточных штучных заготовок (отливок, поковок) с наиболь-

шим диаметром не более 320 мм служат трехкулачковые самоцентрирующие патроны (КСП).



а)



б)

**Рис. 23.** ТРС модель 1Г325: а) общий вид;  
б) фрагмент компоновки станка на виде спереди

## О последовательности обработки

Начальной стороной обработки изделия в токарно-револьверной операции примем ту, с которой доступно для резания наибольшее число обрабатываемых поверхностей этого изделия.

При сверлении ступенчатых отверстий необходимо сначала высверлить отверстие большего диаметра, а затем уже меньшего. Это сокращает время резания.

Рекомендации по выбору режущего инструмента при разработке токарно-револьверных операций на ТРС модели 1Г325 сведены в табл. 22.

**Таблица 22**

| N/<br>N | Револьверные работы (технологические переходы)        | Режущий инструмент (РИ)                                   | Условие (допущение) применения РИ                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1       | Подрезать торец                                       | Револьверный резец фасочный* T15K6                        | Чаще выполняется однократно в самом начале операции, реже – после центrovания                                                                                                                                                                                                  |
| 2       | Точить наружную поверхность (гладкую или ступенчатую) | Револьверный резец проходной T15K6 (правый или левый)     | Выполняется «от большей ступени к меньшей». Обеспечивает точность диаметров не лучше 10–11 квалитетов. Припуск до 3,5 мм на сторону снимается за один рабочий ход (один резец); до 6 мм – за два рабочих хода (два резца); до 8 мм – за три рабочих хода (три резца в наладке) |
| 3       | Точить наружную канавку                               | Револьверный резец канавочный T15K6                       | Выполняется после точения поверхности, на которой нужно получить канавку                                                                                                                                                                                                       |
| 4       | Точить торцовую (кольцевую) канавку                   | Револьверный резец канавочный торцовый T15K6              | Альтернативный вариант канавочному резцу – специальный зенкер                                                                                                                                                                                                                  |
| 5       | Точить (расточить) фаску, притупить острую кромку     | Револьверный резец фасочный P6M5                          | Выполняется в конце операции перед отрезанием                                                                                                                                                                                                                                  |
| 6       | Расточить глухое отверстие                            | Револьверный резец расточной для глухих отверстий T15K6   | Рекомендуется после сверления, так как исправляет искривление оси отверстия, возникающее из-за увода сверла. Наименьший диаметр растачиваемого отверстия 3–4** мм с шероховатостью не лучше 5 мкм по Ra и точностью диаметра не лучше 10–11 квалитетов                         |
| 7       | Расточить сквозное отверстие                          | Револьверный резец расточной для сквозных отверстий T15K6 |                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 8       | Расточить внутреннюю канавку                          | Револьверный резец канавочный T15K6                       | Выполняется после растачивания отверстия, в котором нужно получить канавку                                                                                                                                                                                                     |

## Окончание табл. 22

| N/<br>N | Револьверные<br>работы (технологические переходы) | Режущий<br>инструмент (РИ)            | Условие (допущение)<br>применения РИ                                                                                                                                                                                                           |
|---------|---------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9       | Отрезать                                          | Резец отрезной Р6М5                   | С шероховатостью на торце 20 мкм по Ra и точностью линейного размера не лучше 12–14 квалитета                                                                                                                                                  |
| 10      | Накатать рифление                                 | Накатный ролик Р6М5                   | Требует предварительного однократного точения (расточивания) поверхности под накатку                                                                                                                                                           |
| 11      | Центровать торец                                  | Сверло центровочное Р6М5              | Применяется либо до, либо после подрезки крайнего правого торца. Чаще – для разметки будущего отверстия, реже – для установки центрах на шлифовальном станке                                                                                   |
| 12      | Сверлить                                          | Сверло спиральное Р6М5                | Применяется после центrovания торца. Обеспечивает шероховатость не лучше 10 мкм по Ra и точностью диаметра не лучше 12 квалитета                                                                                                               |
| 13      | Зенкеровать отверстие однократно                  | Зенкер Т15К6                          | Применяется после сверления до развертывания. Альтернатива растачиванию, но применяется крайне редко***. Обеспечивает шероховатость не лучше 5 мкм по Ra и точностью диаметра не лучше 10–11 квалитета                                         |
| 14      | Развернуть однократно (окончательно)              | Развертка чистовая Т15К6              | Применяется для обработки отверстия после растачивания (реже после сверления, рассверливания или зенкерования), с образованием шероховатости по Ra в пределах 2,5–5 мкм и точностью диаметра по 8–9 квалитету                                  |
| 15      | Развернуть предварительно                         | Развертка черновая (изношенная) Т15К6 | Применяется перед окончательным развертыванием для обработки отверстия после растачивания (реже после сверления, рассверливания или зенкерования), с образованием шероховатости по Ra в пределах 2,5–5 мкм и точностью диаметра по 8 квалитету |
| 16      | Развернуть окончательно                           | Развертка чистовая Т15К6              | Применяется для обработки отверстия после предварительного (чернового) развертывания, с образованием шероховатости по Ra в пределах 1,25–2,5 мкм и точностью диаметра по 7 квалитету                                                           |
| 17      | Наружное<br>резьбонарезание                       | Плашка (правая или левая)             | Применяется после точения для нарезания наружной резьбы диаметром не более 20 мм с классом точности не лучше 6 h (6g)                                                                                                                          |
| 18      |                                                   | Резец, гребенка (правая или левая)    | Применяется после точения для нарезания наружной резьбы диаметром свыше 20 мм с классом точности не лучше 6h (6g)                                                                                                                              |
| 19      | Резьбонарезание в отверстии                       | Метчик (правый или левый)             | Применяется после сверления (расточивания) для нарезания резьбы в отверстии диаметром не более 20 мм с классом точности не лучше 6H                                                                                                            |
| 20      | Резьбонарезание в отверстии                       | Резец, гребенка (правая или левая)    | Применяется после сверления (расточивания) для нарезания резьбы в отверстии диаметром свыше 20 мм с классом точности не лучше 6H                                                                                                               |

*Примечания.*

\* на новосибирском предприятии N для подрезки торцов на ТРС применяются только фасочные резцы.

**\*\*** минимальный диаметр растачивания установлен на новосибирском предприятии N.

**\*\*\*** ни в одной из 40 револьверных операций зенкерование не применялось.

### ***Дополнительная часть***

#### **О станочных приспособлениях**

Применение цанговых самоцентрирующихся патронов в сравнении с трехкулачковыми дает лучшую шероховатость и лучшую геометрическую форму (овальность, конусность) обрабатываемых поверхностей [10]. Каждая из сменных цанг (гильз) ЦСП рассчитана на закрепление заготовки одного определенного диаметра; допустимые отклонения диаметра очень малы. КСП в этом смысле более неприхотливы и универсальны.

Если заготовка кратная, то в первом гнезде РГ устанавливается упор для обеспечения рационального «вылета» заготовки (выдвижения кратной заготовки на расчетную длину для достижения точных линейных размеров от одной базы). Часто вместо упора используется державка режущего инструмента в РГ (для высвобождения гнезда РГ для режущего инструмента).

Для установки на револьверных станках «не тел вращений» применяют двухкулачковые самоцентрирующиеся патроны и универсально-сборные приспособления на основе планшайб. При изготовлении «нежестких тел вращения» ( $L/D = 8 \div 10$ ) применяют подвижный роликовый люнет [11]. При изготовлении горячекатаных круглых прутков и неточных штучных заготовок могут применяться самонастраивающиеся цанговые патроны [14].

#### **О последовательности обработки: сверление или подрезка?**

Для сокращения основного времени и возможности неточной установки резца по оси центров «подрезку торца следует производить после сверления отверстия». Но есть и противоположное мнение, тоже логичное

и в том же издании [3]: во избежание увода сверла рекомендуется «сверлить отверстие после подрезки торца и центрования».

В ряде изданий [3, 8] утверждается, что «не всегда целесообразно начинать обработку отверстия с его зацентровки. Например, при сверлении неглубоких отверстий в стали ( $L/D \leq 3$ ) или в цветных металлах ( $L/D \leq 5$ ) сверлом свыше 10 мм можно обойтись и без предварительной центровки». Проверка цитируемого утверждения была выполнена автором данных методических указаний на основе анализа описаний более 40 заводских револьверных операций. Данная «рекомендация» не получила подтверждения. В тоже время были выявлены случаи отсутствия зацентровки для операций, в которых зацентровка рекомендуется.

Такое разночтение объясняется скорее всего традициями и спецификой конкретного производства, а также отсутствием единой теории станочной металлообработки.

При сверлении глубоких отверстий небольшого диаметра, особенно в вязких материалах, сверление следует производить с перерывами и выводом сверла из отверстия (т. е. за несколько рабочих ходов) во избежание заедания и поломки сверла, а также лучшего охлаждения.

### **О наладке режущего инструмента**

Удаление большого припуска на обработку одним резцом за несколько рабочих ходов выполняется только в том случае, когда число гнезд РГ недостаточно для размещения всего комплекта режущих инструментов. Обычно припуск распределяют на несколько резцов, каждый из которых закреплен в отдельном гнезде РГ.

Если в РГ не устанавливаются все необходимые для обработки инструменты, то применяют патроны для быстросменного крепления инструмента. Когда в РГ используется только часть гнезд, целесообразно устанавливать несколько одинаковых комплектов инструментов, что дает возможность обрабатывать несколько деталей за период одного полного поворота РГ.

Установку инструмента следует производить по продольным и поперечным упорам.

При наличии специальных державок можно в одном гнезде РГ установить несколько режущих инструментов для совмещения переходов, например, для точения и сверления, точения и растачивания, подрезки торца и снятия фаски. Такой прием сокращает число переходов и время обработки.

Режущие инструменты совершают продольную или круговую подачи вместе с РГ (поперечной подачи нет).

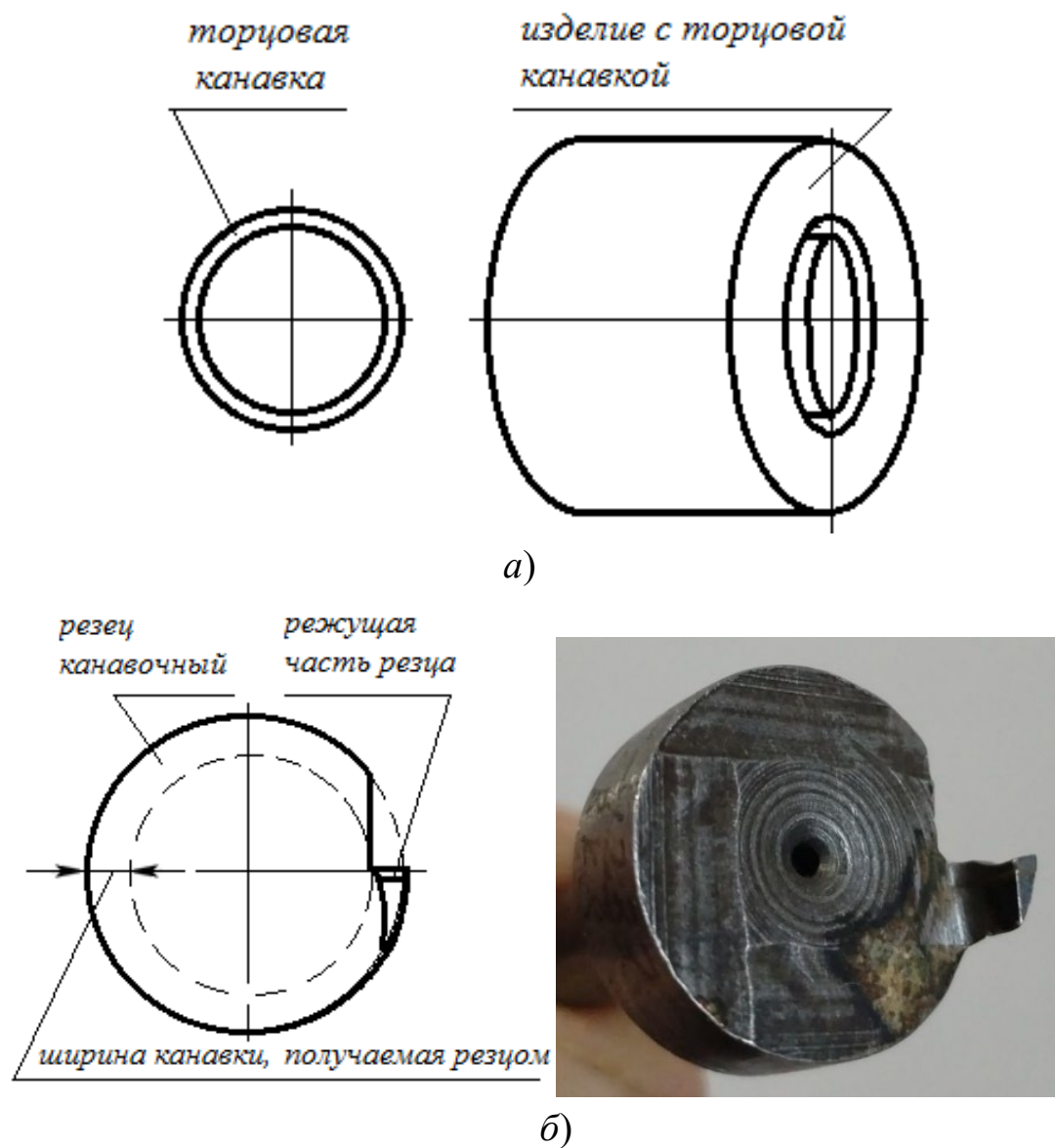
РГ при последовательном вступлении инструмента в работу поворачивается только в одну сторону, «на себя».

Инструмент при нарезании резьбы резцом или гребенкой с помощью приклона получает подачу, равную шагу резьбы.

При повороте РГ с одной рабочей позиции на другую автоматически переключаются число оборотов шпинделя и величина подач.

### **О вырезании кольцевых канавок на торцах тела вращения**

Вырезание кольцевых торцовых канавок с помощью токарно-револьверных станков встречается нередко, но в технической литературе описание этой работы не обнаружено. Анализ токарно-револьверных операций, выполняемых на производстве, выявил два способа образования кольцевых торцовых канавок: с помощью специальных канавочных резцов (рис. 24) либо зенкерами специальных трубчатых конструкций.



**Рис. 24.** Пример для вырезания торцовых круговых канавок на токарно-револьверных станках: *а)* торцовая канавка; *б)* общий вид резца



#### **4. Практическая работа**

### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И РЕВОЛЬВЕРНЫЕ ОПЕРАЦИИ СЕРИЙНОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ**

**Цель работы:** получить навыки разработки и оценки технологического процесса изготовления тела вращения на ТРС модели 1Г325 в условиях заданной организации производства.

#### **Задание**

1. Отработать на технологичность исходный эскиз детали.
2. Разработать ТП изготовления исходной детали с обязательным применением ТРС модели 1Г325 и с учетом заданной разновидности организации производства.
3. Рассчитать штучную трудоемкость и себестоимость изготовления исходной детали по разработанному ТП.

*Примечание.* Преподаватель может менять размерность задания, упрощая или исключая, например, п. 3 задания.

#### **Исходные данные**

1. Эскиз, материал и годовой объем ( $N$ ) выпуска детали (прил.).
2. Разновидность организации производства детали, например:
  - выполнение токарно-револьверных операций (далее – операций) последовательно на одном рабочем месте;
  - выполнение каждой из операций на двух рабочих местах одновременно;
  - выполнение каждой из операций на «своем» рабочем месте;
  - выполнение операций с перекрытием по времени (еще не закончилась первая операция на одном рабочем месте, уже начинается вторая операция на другом рабочем месте).

## Порядок выполнения работы

1. Получить исходные данные.

2. Отработать на технологичность исходный эскиз детали в следующем порядке:

- определить, каких размеров не хватает на эскизе для изготовления детали на ТРС модели 1Г325;

- добавить в эскиз недостающие размеры (величины размеров определить исходя из пропорций с другими размерами на эскизе; точность принять среднюю);

- определить по эскизу, какие из поверхностей детали не могут быть получены на ТРС модели 1Г325 при традиционном выполнении токарно-револьверных операций;

- отредактировать исходный эскиз детали с учетом добавленных размеров и устраненных поверхностей, невозможных для получения на ТРС (в электронном виде).

3. Разработать ТП изготовления исходной детали с обязательным применением ТРС модели 1Г325 в следующем порядке:

- определить число и последовательность технологических операций;

- по каждой операции построить операционный эскиз;

- определить состав и последовательность переходов в каждой операции с выбором режущего инструмента по каждому технологическому переходу (порядок размещения инструмента в гнездах РГ не указывать).

В ходе разработки ТП необходимо обратиться к разд. 1 и основной части разд. 3 данных методических указаний.

4. Рассчитать штучную трудоемкость и себестоимость изготовления исходной детали по разработанному ТП. Расчеты выполнять с использованием соответствующих методических указаний [17].

*Примечание.* В данных методических указаниях отсутствует пример выполнения практической работы. Сделано это сознательно, чтобы обучающиеся 4-го курса при выполнении этой работы могли проявить творческую инициативу и самостоятельность, а не стремились механически продублировать пример.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

1. С помощью [17] выбрать параметры  $D$ ,  $L$ ,  $t$ ,  $i$ ,  $S$  и  $V$  по одному из переходов токарно-револьверной операции из разд. 1 данных методических указаний. Сравнить выбранные параметры с теми, что были в описании операции.

2. Выполнить анализ правильности схемы установки на операционном эскизе одной из токарно-револьверных операций из разд. 1 данных методических указаний. В ходе анализа можно использовать методические указания [18].

3. Выполнить отработку на технологичность операционного эскиза одной из токарно-револьверных операций из разд. 1 данных методических указаний. В ходе анализа следует обратить внимание на правильность указания шероховатости, точности размеров, пространственных отклонений, наличия или отсутствия размеров, в том числе справочных размеров, разрезов и записи «\*размер для справок».

4. Анализ описания одной из токарно-револьверных операций из разд. 1, 2 данных методических указаний с точки зрения обоснования правильности назначения станка, станочного приспособления, режущего инструмента, режимов и построения операционного эскиза.

5. Назначить контрольно-измерительный инструмент по технологическим переходам одной из токарно-револьверных операций, представленных в разд. 1, 2 данных методических указаний.

6. Предложить меры усовершенствования одной из токарно-револьверных операций, представленных в разд. 1, 2 данных методических указаний. Например, за счет совмещения технологических переходов, замены марки режущей части инструмента, реорганизации производства.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Данное учебное издание является первым, но не последним в истории методических разработок по направлению 12.03.01 Приборостроение, которое включает в себя систему описаний фрагментов ТП резания, выполняемых в механических цехах действующего приборостроительного предприятия. В общей сложности собраны описания 23 токарно-револьверных операций, выполняемых на ТРС модели 1Г325. В основе данной подборки иллюстрация основных револьверных работ, которые являются ориентиром для принятия обучающимися подобных решений в ходе выполнения данной практической работы.

Описания всех 23 операций были отредактированы автором. Из описаний сознательно исключены сведения о вспомогательном и контрольно-измерительном инструменте. Кроме того, анализ каждого из описаний может являться самостоятельной задачей.

Рекомендации по выбору режущего инструмента (см. табл. 19) носят однозначный характер только в пределах данного учебного издания для удобства выполнения практической работы. В общем случае эти рекомендации имеют погрешность, так как не учитывают обрабатываемый материал, режимы резания, профессионализм станочника и традиции производства.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мерчанский Д. П., Якобсон М. О. Револьверные станки. Конструкции и основы работы на них. – Л.-М. : ГосНТИ, 1934. – 319 с.
2. Гавриченко Н. Е., Петров П. В. Анализ и классификация обрабатывающих центров для изготовления деталей механической части оптических приборов // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XVI Междунар. науч. конгр., 18 июня – 8 июля 2020 г., Новосибирск : сб. материалов в 8 т. Т. 6 : Магистерская научная сессия «Первые шаги в науке». – Новосибирск : СГУГиТ, 2020. – С. 91–98.
3. Митрофанов С. П., Гутнер Н. Г. Револьверные станки и их рациональное использование. – М.-Л. : Машгиз, 1962. – 350 с.
4. Митрофанов С. П. Групповая технология машиностроительного производства. В 2-х т. Т 2. Проектирование и использование технологической оснастки металлорежущих станков. – Л. : Маш., 1983. – 376 с.
5. Пешков Е. О. Работа на токарно-револьверных станках – М. : Высшая школа, 1970. – 304 с.
6. Шепсенвол А. И. Вспомогательный инструмент в приборостроении. – М.-Л. : Машгиз, 1962. – 180 с.
7. Драгун А. П. Вспомогательный инструмент для токарно-револьверных станков. – Л. : Машиностроение, ЛО., 1979. – 192 с.
8. Малов А. Н., Законников В. П. Обработка деталей оптических приборов. – М. : Машиностроение, 1976. – 304 с.
9. Серебrenицкий П. П. Пособие для станочников (вспомогательный инструмент для металлорежущих станков). – Л. : Лениздат, 1978. – 319 с.
10. Немченко Л. Н. Качество поверхностей при револьверных работах // Вопросы технологии приборостроения. – Вып. 6. – Л. : ЛИТМО, 1951. – С. 22–36.
11. Немченко Л. Н. О некоторых технологических особенностях револьверной обработки // Технология приборостроения : сб. статей. – М.-Л. : Машгиз, 1954. – С. 9–15.

12. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. Т. 1 / под ред. Косиловой А. Г. и Р. К. Мещерякова. – М. : Маш., 1985. – 656 с.
13. Справочник технолога-приборостроителя. В 2-х т. Т. 1 / под ред. П. В. Сыроватченко – М. : Маш., 1980. – 607 с.
14. Кузнецов Ю. Н. Новые цанговые зажимные и подающие механизмы : учеб. пособие. – М. : Маш., 1989. – 55 с.
15. Технология конструкционных материалов : учеб. / А. М. Дальский, Т. М. Барсукова, А. Ф. Вязов [и др.]. – М. : Машиностроение, 2005. – 592 с.
16. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 1 / под ред. А. М. Дальского, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова, А. Г. Сулова. – М. : Маш., 2003. – 912 с.
17. Петров П. В., Кутенкова Е. Ю. Сравнение технологических процессов резания на механизированных станках : метод. указ. – Новосибирск : СГУГиТ, 2022. – 54 с.
18. Петров П. В., Кутенкова Е. Ю. Основы проектирования технологической оснастки. Построение и анализ схем установки : метод. указ. – Новосибирск : СГУГиТ, 2020. – 42 с.

## ВАРИАНТЫ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

**Вариант 1.** Эскиз детали «Штуцер» (рис. П.1), материал – 45,  $N = 3\,000$  деталей, одна из разновидностей организации производства.

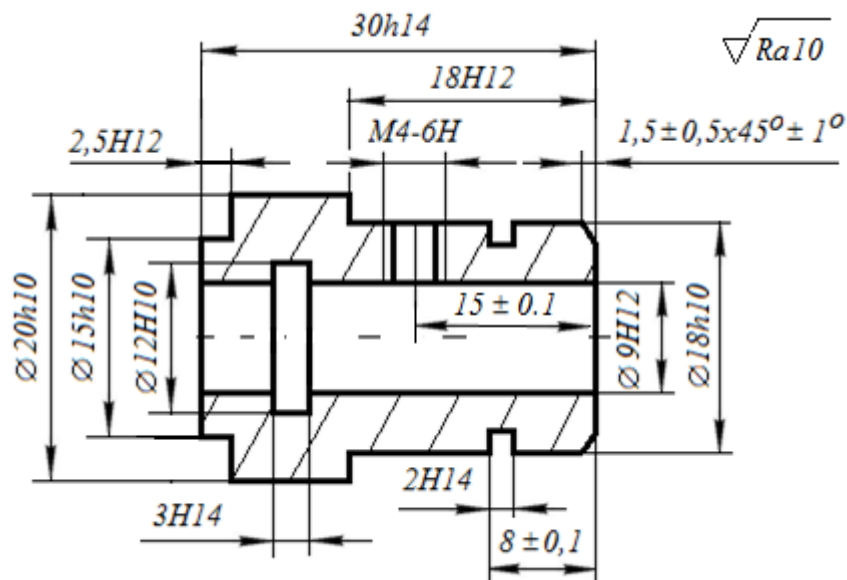


Рис. П.1. Эскиз детали «Штуцер»

**Вариант 2.** Эскиз детали «Подпятник» (рис. П.2), материал – БРАЖ9-4,  $N = 5\,000$  деталей, одна из разновидностей организации производства.

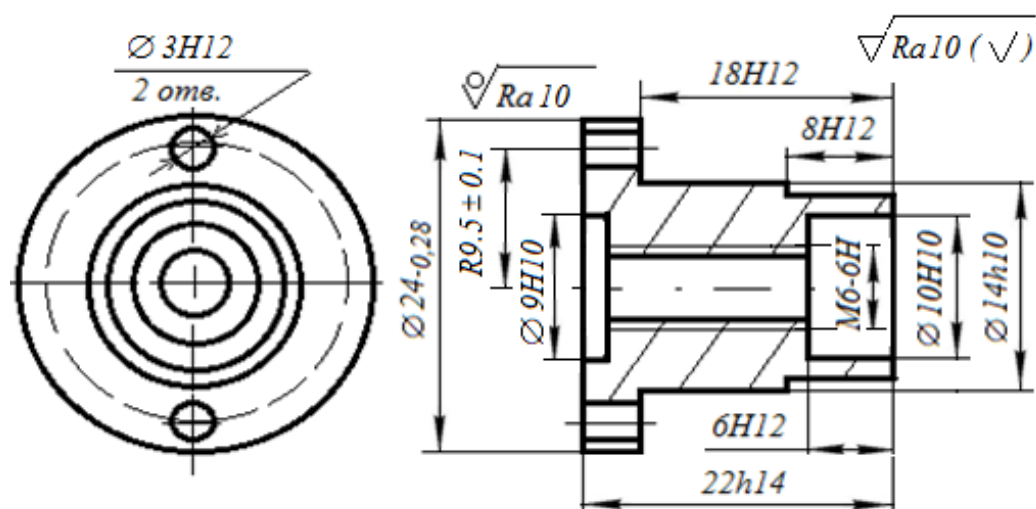
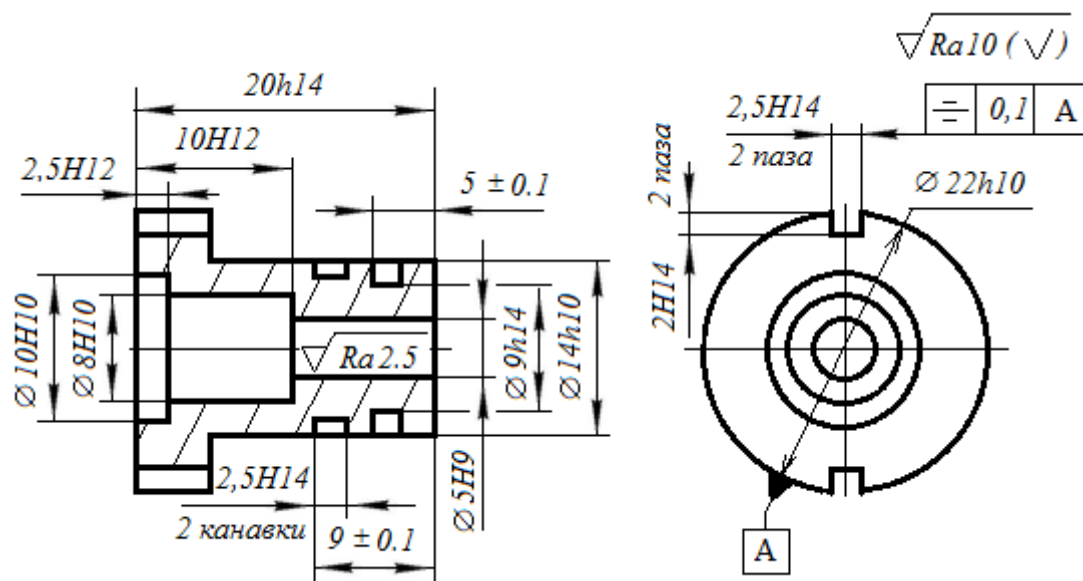


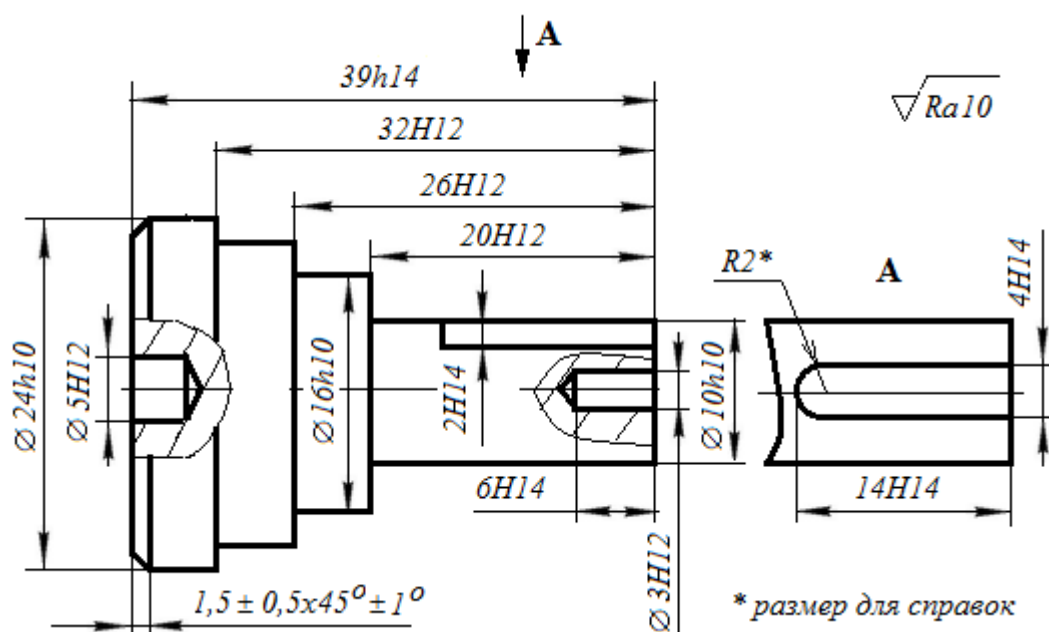
Рис. П.2. Эскиз детали «Подпятник»

**Вариант 3.** Эскиз детали «Уплотнитель» (рис. П.3), материал – Д16,  $N = 2\,000$  деталей, одна из разновидностей организации производства.



**Рис. П.3.** Эскиз детали «Уплотнитель»

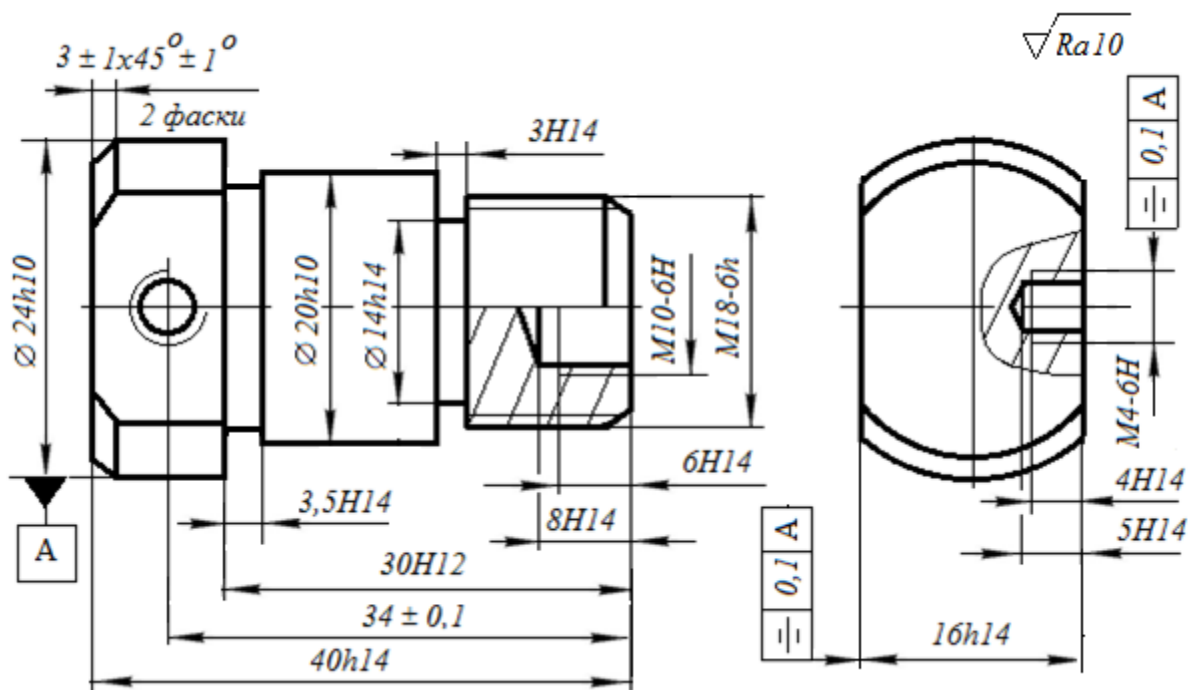
**Вариант 4.** Эскиз детали «Держатель» (рис. П.4), материал – Л63,  $N = 4\,000$  деталей, одна из разновидностей организации производства.



**Рис. П.4.** Эскиз детали «Держатель»

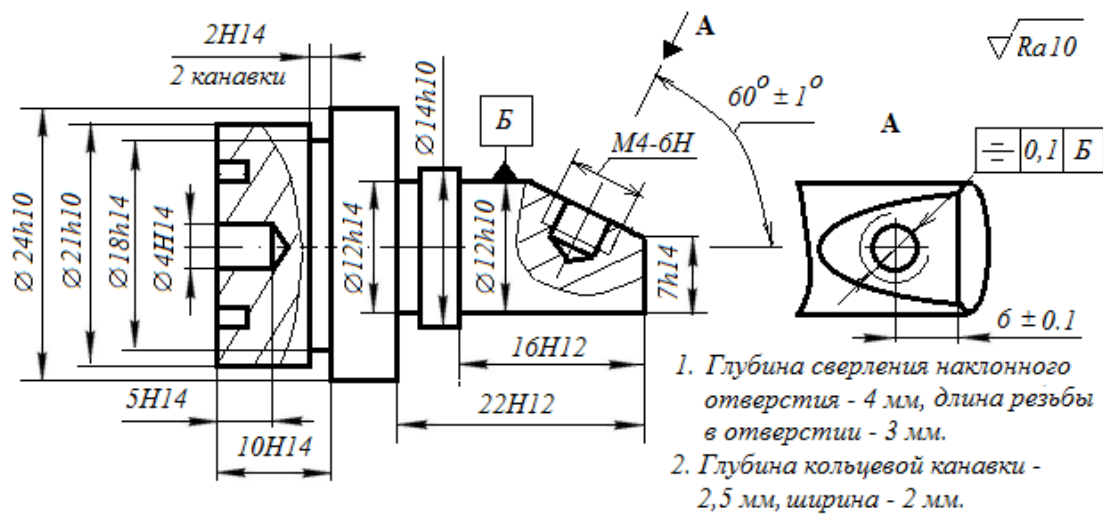


**Вариант 5.** Эскиз детали «Пробка» (рис. П.5), материал – А12,  $N = 6\,000$  деталей, одна из разновидностей организации производства.



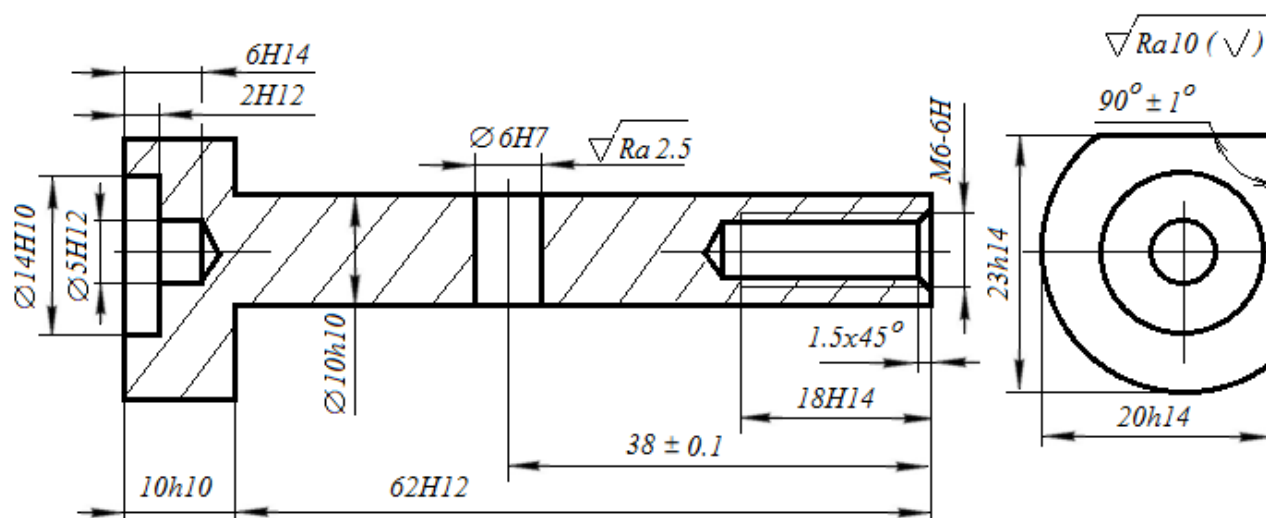
**Рис. П.5. Эскиз детали «Пробка»**

**Вариант 6.** Эскиз детали «Палец» (рис. П.6), материал – 40Х,  $N = 1\,000$  деталей, одна из разновидностей организации производства.



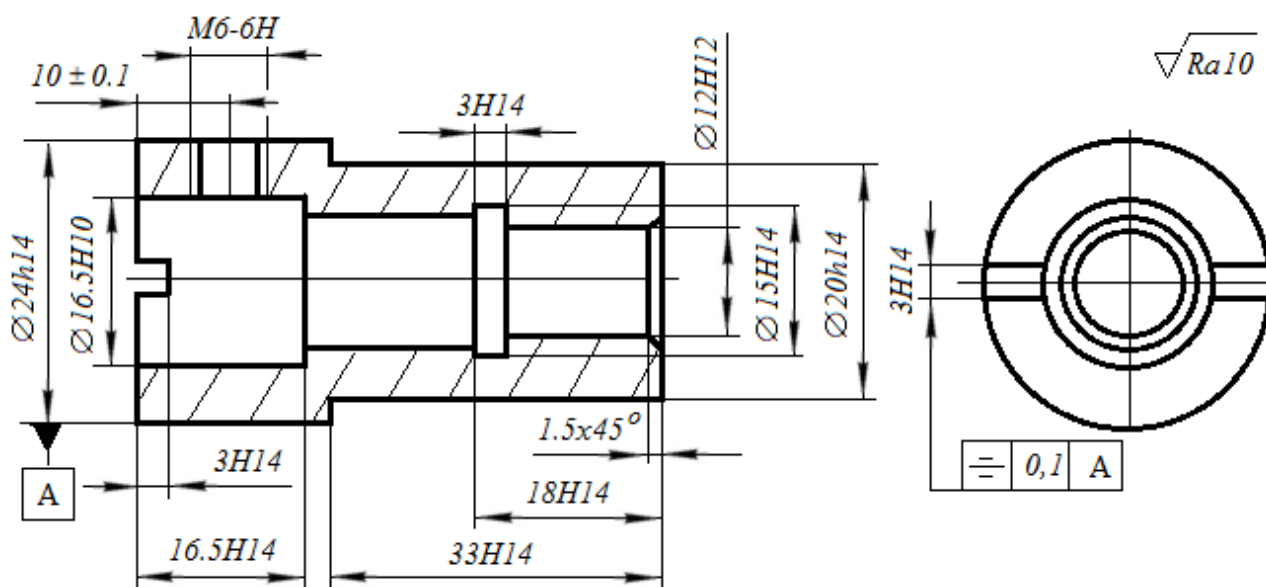
**Рис. П.6. Эскиз детали «Палец»**

**Вариант 7.** Эскиз детали «Клапан» (рис. П.7), материал – Д1,  
 $N = 7\,000$  деталей, одна из разновидностей организации производства.



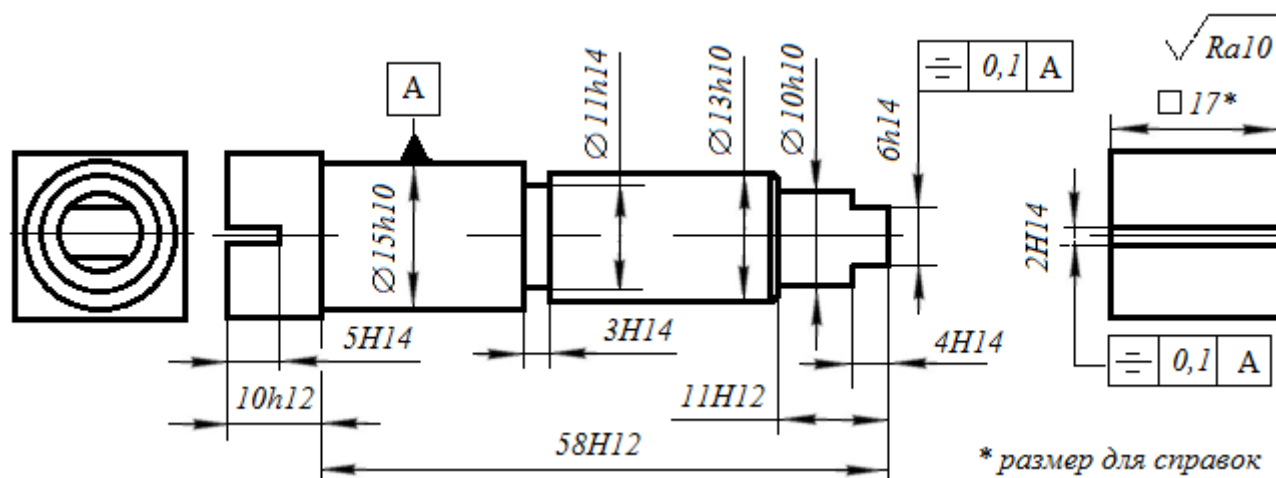
**Рис. П.7.** Эскиз детали «Клапан»

**Вариант 8.** Эскиз детали «Втулка» (рис. П.8), материал – А40Г,  
 $N = 8\,000$  деталей, одна из разновидностей организации производства.



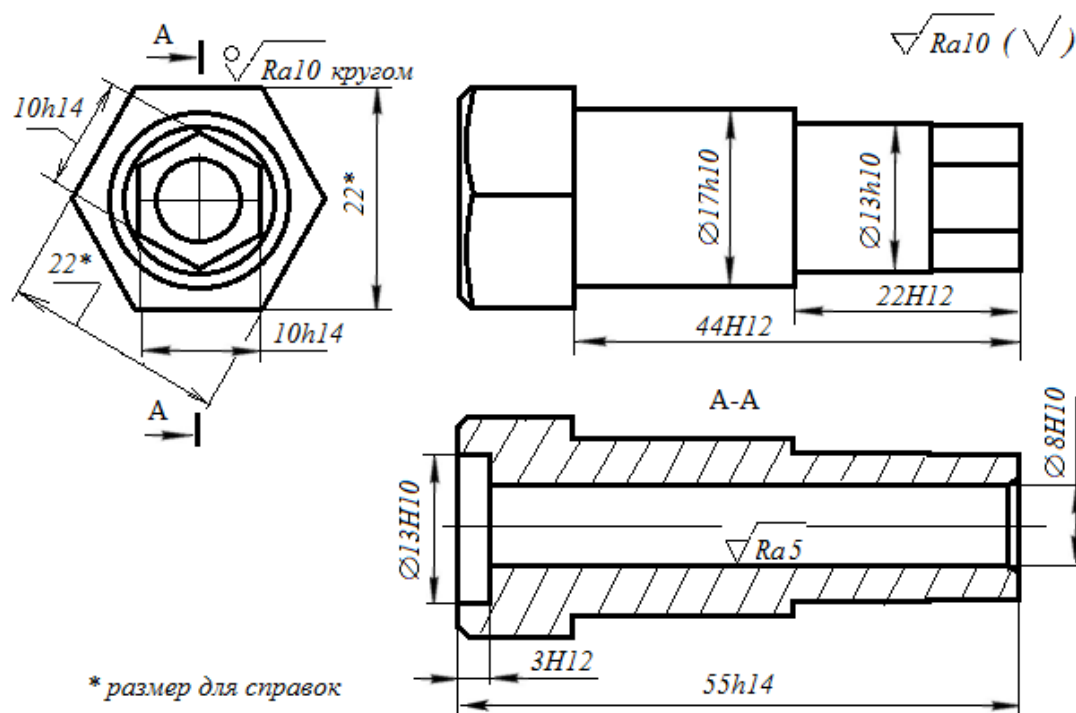
**Рис. П.8.** Эскиз детали «Втулка».

**Вариант 9.** Эскиз детали «Ключ» (рис. П.9), материал – Л80,  
 $N = 9\,000$  деталей, одна из разновидностей организации производства.



**Рис. П.9.** Эскиз детали «Ключ»

**Вариант 10.** Эскиз детали «Многогранник» (рис. П.10), материал – 60Г,  
 $N = 10\,000$  деталей, одна из разновидностей организации производства.



**Рис. П.10.** Эскиз детали «Многогранник»

*Учебное издание*

**Петров Павел Вадимович**

**РАЗРАБОТКА МАРШРУТНО-  
ОПЕРАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ  
И РЕВОЛЬВЕРНЫЕ ОПЕРАЦИИ СЕРИЙНОГО  
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ**

Редактор *О. В. Георгиевская*

Компьютерная верстка *Я. А. Лесных*

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.

Подписано в печать 22.06.2026. Формат 60 × 84 1/16.

Усл. печ. л. 3,02. Тираж 50 экз. Заказ 115.

Гигиеническое заключение

№ 54.НК.05.953.П.000147.12.02. от 10.12.2002.

Издательско-полиграфический центр СГУГиТ  
630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 10.

Отпечатано в издательско-полиграфическом центре СГУГиТ  
630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 8.