

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных  
производств»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Технология машиностроения

(направленность (профиль) / специализация)

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технологический процесс изготовления корпуса гидравлической помпы

Обучающийся

Е.Ю. Филин

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент В.А. Гуляев

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

канд. экон. наук, доцент Е.Г. Смышляева

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд. физ.-мат. наук, доцент Д.А. Романов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2023

## Аннотация

В выпускной квалификационной работе предлагается новая технология изготовления корпуса гидравлической помпы в объеме годового выпуска 5000 деталей в год и массой одной детали 1,79 килограмм. В работе определяется служебное назначение рассматриваемой детали. Доказывается количественно и качественно технологичность детали. Показывается реальная возможность изготовления детали. Для реализации служебного назначения детали выбирается соответствующий материал. Выбор падает в пользу стали 45Л ГОСТ-977. Химический состав и физико-механические свойства показывают реальную возможность механической обработки выбранного материала. Проводится классификация и систематизация «поверхностей детали и назначается стратегия их обработки. Для выбора наиболее оптимального метода получения заготовки» [13] проводится сравнительный экономический анализ. Проводится табличный расчет припусков на наиболее точную поверхность. Для получения требуемого качества обрабатываемых поверхностей выбираются «средства технологического оснащения в виде необходимого и подходящего оборудования; простых и доступных приспособлений; современного режущего инструмента» [3] и контрольных средств. Проектируются операции. На основе табличных данных [5] определяются режимы резания с учетом материала и характеристик режущего инструмента. Проектируются необходимые при механической обработке заготовки приспособления. Доказывается экономическая целесообразность предлагаемых изменений технологического процесса в сравнении с базовой технологией. Выявляются опасные и вредные производственные факторы. Предлагаются мероприятия по защите, охране труда и окружающей среды. В итоге появляются «рекомендации для реализации представленного нового технологического процесса в производстве в реальном режиме времени» [20].

## Содержание

Введение.....	4
1 Анализ объекта проектирования.....	6
1.1 Анализ технологичности объекта проектирования.....	6
1.2 Формулировка задач работы.....	11
2 Технология изготовления детали.....	13
2.1 Расчет заготовки, выбор методов и средств оснащения.....	13
2.2 Расчет технологической операции.....	25
3 Расчет и проектирование средств оснащения.....	30
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	30
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	33
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	39
5 Экономическая эффективность работы.....	43
Заключение.....	47
Список используемых источников.....	48
Приложение А. Технологическая документация.....	50

## Введение

В современных производственных процессах важную роль играют высокая точность размеров и чистовая обработка поверхности. Точный размер невозможно получить при ручной резке [1]. Станки с ЧПУ используются для автоматизации процесса механической обработки при массовом производстве.

В настоящее время в потреблении станков доминирует Китай, поскольку его производственные мощности продолжают быстро расширяться – для строительства новых заводов требуется гораздо больше станков, чем для обслуживания или реконструкции существующих. Соединенные Штаты являются вторым по величине потребителем, за ними следуют Германия, Япония, Южная Корея, Италия, Мексика, Россия, Тайвань и Индия. Не все национальные системы производят эквивалентные станки, а Китай производит наибольшее количество станков в долларовом эквиваленте, но по-прежнему производит гораздо больше станков с более низкой производительностью, чем любая другая крупная страна, и отстает в экспорте. Вслед за Китаем Япония и Германия производят меньше, но обе производят станки гораздо более высокого качества. За ними следуют Италия, Южная Корея, Соединенные Штаты, Тайвань, Швейцария, Испания и Австрия. Вместе на долю десяти ведущих производителей станков приходится примерно 90% производства. Примечательно, что есть несколько крупных потребителей, которые производят не очень много станков внутри страны, такие как Россия, Мексика, Индия и Таиланд. Числовое программное управление (ЧПУ), а затем и компьютерное числовое управление, были изобретены в США в послевоенные годы, в то время, когда в контексте холодной войны были значительные государственные инвестиции в разработку передовых технологий [13]. Однако с появлением коммерческих станков с ЧПУ в 1970-х годах наряду с относительно открытой торговлей с Западной Германией и Японией американские производители потеряли долю рынка не только на мировых экспортных рынках, но и на внутреннем рынке.

Россия по-прежнему считает станки необходимыми для своей оборонной промышленности, но из-за значительно более высокого качества иностранных станков из США, Европы и Японии оборонные компании предпочитают покупать их за рубежом. Станок с ЧПУ работает с программным обеспечением CAD / CAM и G-кодом для автоматической обработки [15].

На станках с ЧПУ используется соответствующий режущий инструмент. В области механической обработки резец или режущий инструмент обычно представляет собой закаленный металлический инструмент, используемый для резки, придания формы и удаления материала с заготовки с помощью обрабатывающих инструментов и абразивных инструментов путем деформации сдвигом. Режущий инструмент – это клиновидный инструмент с острыми краями, используемый для удаления лишних слоев материала с заготовки путем резки во время механической обработки для получения желаемой формы, размера и точности. Он прочно прикреплен к станку. Относительная скорость между обрабатываемой деталью и режущим инструментом также обеспечивается различными механическими и другими устройствами для движения резания. Большинство из этих инструментов разработаны специально для обработки металла. Существует множество различных типов режущих инструментов с одной кромкой, которые фрезеруются из различных закаленных металлических сплавов в определенные формы для выполнения определенных этапов процесса точения с получением конечной обработанной детали [20]. Режущие инструменты с одной кромкой используются в основном при токарных операциях, выполняемых на токарных станках, и различаются по размеру и составу сплава в зависимости от размера и типа обрабатываемого материала. Эти режущие инструменты удерживаются на месте с помощью так называемой инструментальной стойки, которая управляет инструментом для придания материалу желаемой формы.

В предлагаемой технологии изготовления детали будем использовать станки с ЧПУ и самый современный режущий инструмент.

## **1 Анализ объекта проектирования**

### **1.1 Анализ технологичности объекта проектирования**

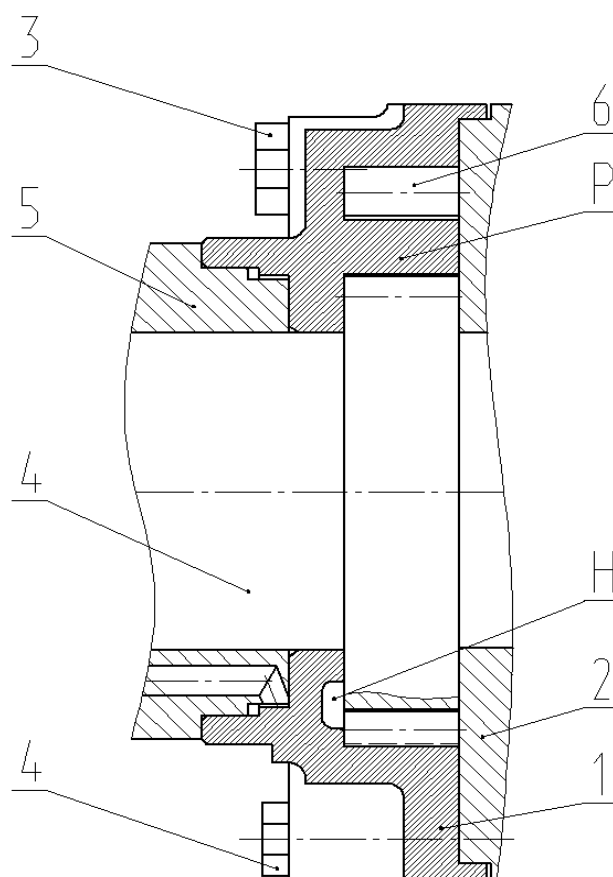
Деталь «Корпус» является основным элементом гидравлической помпы и осуществляет точное позиционирование других функциональных ее составляющих элементов. Фрагмент гидравлической помпы в сборе показаны на рисунке 1. В боковых крышках корпуса гидравлической помпы находятся специальные серпообразные окна, через которые зацепляющимися зубьями шестерен происходит выдавливание рабочей жидкости. Рабочая жидкость, прежде чем попасть в камеру нагнетания, полностью заполняет впадины между зубьями.

При проектировании технологии изготовления детали необходимо обеспечить минимизацию материальных и трудовых затрат при производстве каждой детали из партии. При разработке конструкции детали и подготовке технических требований к процессу изготовления внимание акцентируется, прежде всего, на трудоемкости производства детали.

В соответствии с ГОСТ 14.204-73, к технологическим характеристикам конструкции предъявляются следующие требования:

- конструкция должна либо быть стандартной, либо включать стандартные (унифицированные) детали;
- детали производятся из полученных рациональным методом стандартных заготовок;
- размеры и поверхности детали должны характеризоваться оптимальными показателями точности и шероховатости;
- в соответствии с технологическими требованиями, «определяются механические и физико-химические характеристики материала, форма и параметры детали, а также уровень жесткости;

- точность установки, обработки и контроля обеспечиваются за счёт таких показателей базовой поверхности» [10] детали, как точность и шероховатость;
- конструкция предусматривает возможность использования при производстве детали стандартных (типовых) технологий.



1 – корпус гидравлической помпы; 2 – крышка помпы; 3 и 4 – установочные болты; 4 – вал привода; 5 – втулка; 6 – шестерня внутреннего зацепления; P – серпообразный разделитель; H – камера нагнетания.

Рисунок 1 – Фрагмент помпы

Рассматриваемая деталь относится к категории деталей типа тел вращения; поверхность детали состоит из плоских и торцевых поверхностей вращения простых геометрических форм. Специальные инструменты и оборудование для обработки детали не требуются.

Для дальнейшего описания процесса изготовления детали необходимо проанализировать данную деталь на предмет технологичности. Так как данная деталь представляет собой цилиндрическую форму, то, следовательно для ее изготовления и обработки подойдет любое универсальное оборудование. Примером такого оборудования является токарный станок. По причине того, что шероховатость поверхности детали является достаточно малой и в своей сущности не имеет выраженных уступов, то и обработка такой детали может быть выполнена на любом внутришлифовальном станке, также как и для обработки пазов данной детали вполне подойдет любой фрезерный станок, в котором возможно крепление детали по наружному диаметру, что обуславливается большей жесткостью. На установленную в трех-кулачковом патроне оправку необходимо закрепить деталь, что позволит уменьшить к минимуму погрешности операции и совместить технологическую и конструкторскую базу заготовки. Работоспособность любой машины во многом определяется свойствами деталей, из которых она изготовлена. В свою очередь, эти свойства в значительной мере зависят от «физических, химических, механических, технологических и эксплуатационных свойств материалов, из которых изготовлены» [12] детали. Следовательно, выбор этих материалов – важнейшая составляющая изготовления любой машины. При выборе материала детали учитываем эксплуатационные, технологические и экономические требования, к ним предъявляемые. Эксплуатационные требования к материалу определяются условиями, в которых работает конкретная деталь. Технологические требования к материалу определяются возможностями конкретного производства изготовления детали с оптимальными трудозатратами. Экономические требования к материалу определяются его стоимостью и доступностью. При выборе материала будем стараться учитывать эти свойства в комплексе. «Материалом заготовки выберем сталь 45Л ГОСТ-977, химический состав и физико-механические свойства» [9] которой укажем далее.



В химическом составе выбранного материала для детали присутствуют следующие химические элементы: от 0,42 до 0,50 процента углерода С, 0,04 процента фосфора Р, 0,04 процента серы S, от 0,20 до 0,50 процента кремния Si, 0,30 процента меди Cu, от 0,70 до 1,00 процента хрома Cr и остальное в химическом составе железо Fe. К свойствам выбранного материала относятся: предел пропорциональности или предел текучести  $\sigma_T$  равный при отливке 320 МПа; предел кратковременной прочности  $\sigma_b$  равный при отливке 550 МПа; относительное удлинение при разрыве  $\delta$  равное при отливке 12 процентов; относительное сужение  $\psi$  равное при отливке 20 процентов; ударная вязкость КСУ равная при отливке 29 килоджоулей на квадратный сантиметр и твердостью по Бринеллю НВ равной от 143 до 241 единицы. Сталь 40Л – марка легированной стали с примесью хрома. «Отличается высокой прочностью и устойчивостью» [15] к потенциальной коррозии. «Это свойство обеспечивает примесь хрома, который окисляется при контакте с воздухом образуя оксидную пленку. Она защищает сталь от контакта с кислородом, что не дает ей ржаветь» [15].

«Для определения технических требований на чертеже разделяем поверхности корпуса (рисунок 2) на четыре группы, для чего проведем систематизацию всех поверхностей» [11], исходя из служебного назначения детали. Основными конструкторскими базами определяем поверхности 28, 29, 33, 32, 26 и 51, вспомогательными конструкторскими базами определяем поверхности 45, 42, 43, 40, 41, 30 и 31. Исполнительными поверхностями являются поверхности 1, 8, 11, 12, 18, 19, 22 и 23. Остальные поверхности определяющие контуры детали являются свободными.

При технологическом проектировании механической обработки детали применим определенные принципы и правила, которые способствуют эффективному выполнению процесса.

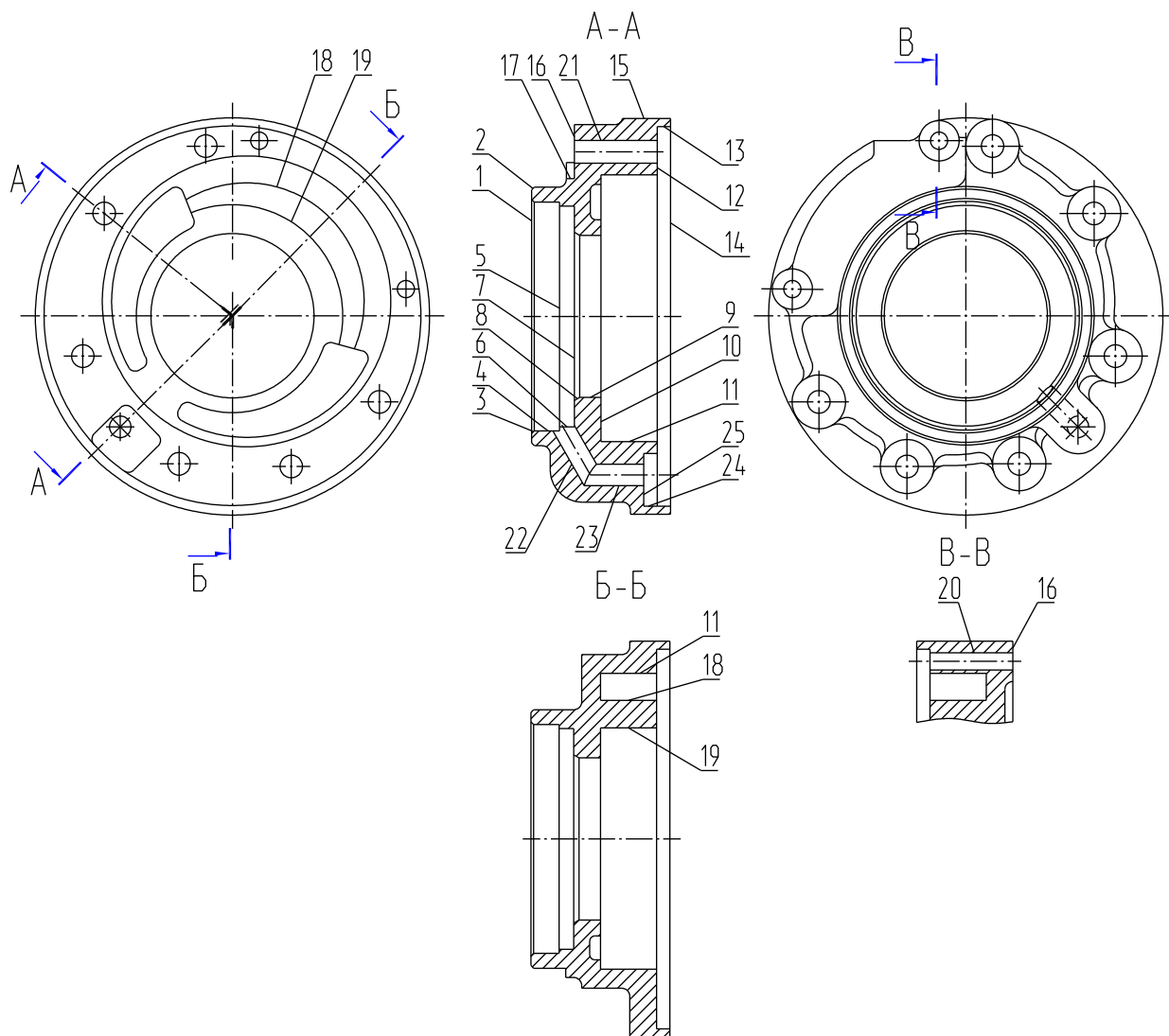


Рисунок 2 – Классификация поверхностей

Применим принципы проектирования. Одним из ключевых принципов является принцип совмещения баз. Это означает, что при разработке технологической схемы необходимо объединить базы, то есть поверхности деталей, которые могут быть использованы в качестве опорных для последующих операций. Важным принципом является также принцип постоянства баз. Это означает, что базы должны иметь постоянное положение и не подвергаться изменениям в процессе обработки деталей. Для оптимизации процесса обработки деталей используем принцип разделения маршрута обработки. Это означает, что весь процесс разбивается на отдельные операции, которые выполняются последовательно. Для достижения требуемой

точности обработки поверхностей детали применим принцип поэтапного достижения. То есть, точность обработки поверхностей улучшается постепенно, с учетом высоких требований к качеству. Принцип дифференциации операций подразумевает, что каждая операция должна быть четко определена и иметь свои конкретные особенности. Применение принципа концентрации операций позволит объединить несколько операций в одну, что сэкономит время и ресурсы. Принцип принятия решения предполагает, что каждая операция должна быть осуществима и эффективна для достижения желаемого результата. Также существуют правила проектирования, которые необходимо соблюдать. Согласно этим правилам, вначале обрабатываются поверхности деталей, которые могут быть использованы в качестве баз для последующих операций. Затем производится обработка поверхностей, относительно которых имеется определенное отношение. Например, размеры или допуски расположения. Конструкция детали технологична, поэтому механическая обработка для ее получения не должна вызвать серьезные затруднения.

Делаем вывод: «деталь для среднесерийного производства является технологичной и разработка технологического процесса ее изготовления возможна для реализации» [13].

## **1.2 Формулировка задач работы**

В выпускной квалификационной работе на основе определенного служебного назначения рассматриваемой детали и доказанной количественно и качественно технологичности детали необходимо в последующих разделах показать реальную возможность изготовления детали. Для реализации служебного назначения детали выбран материал для заготовки. Далее необходимо спроектировать операции. На основе табличных данных определить режимы резания с учетом материала и характеристик режущего инструмента [11], [14]. Спроектировать необходимые при механической

обработке заготовки приспособления. По методике [2] определить тип производства и его стратегию по методике [19]; используя методику [14], спроектировать заготовку; используя методику [19] и [7], спроектировать техпроцесс; используя методику [3], [4], [8] и [18], спроектировать операции и определить необходимую оснастку. На следующем этапе, используя методику [8], [10] и [14] спроектировать оснастку и режущий инструмент. Доказать экономическую целесообразность предлагаемых изменений технологического процесса в сравнении с базовой технологией. Выявить опасные и вредные производственные факторы. Предложить мероприятия по защите, охране труда и окружающей среды. Используя методику, представленную в [5], решить основные задачи обеспечения безопасности техпроцесса. Задача по определению показателей экономической эффективности решается по методике, представленной в [16]. Выполнять поставленные задачи необходимо именно в предлагаемой последовательности.

В разделе показана технологичность конструкции детали для чего определено служебное назначение. Доказана технологичность как количественно, так и качественно. Предложены мероприятия для изготовления рассматриваемой детали при выборе в последующих разделах маршрута и последовательности обработки, для чего намечены подходы выбора средств технологического оснащения. В последующих разделах будут показаны результаты решения поставленных задач.

## 2 Технология изготовления детали

### 2.1 Расчет заготовки, выбор методов и средств обработки

По заданию имеем исходные данные для получения заготовки: масса детали 1,79 килограмма и годовая программа выпуска 5000 штук. В предыдущем разделе было показано, что конструкция детали такова, что в ней отсутствуют труднодоступные для обрабатываемости и измерения поверхности. Имеются специальные канавки для выхода режущего инструмента. Имеются центровые отверстия для возможности обработки этой детали типа тел вращения в центрах. Таким образом, можно сделать заключение о достаточно хорошей технологичности конструкции детали. Поэтому логичнее получать заготовку с помощью литья. Но для доказательства этого утверждения и уточнения проведем сравнение двух методов получения – выберем литье в кокиль и литье в кокиль под низким давлением. Проведем экономическое сравнение возможных вариантов.

Определять «массу заготовки  $M_3$  будем по эмпирической зависимости:

$$M_3 = M_D \cdot K_P, \quad (1)$$

где  $M_D$  – масса детали, кг;

$K_P$  равен 1,4 для обычного литья в кокиль» [18].

$$\langle M_{31} = 1,79 \cdot 1,4 = 2,51 \text{ кг.}$$

При  $K_P$  равном 1,3 имеем литье под низким давлением в кокиль:

$$M_{32} = 1,79 \cdot 1,3 = 2,33 \text{ кг} \rangle [18].$$

Проведем расчет «минимальной себестоимости двух способов:

$$C_D = C_3 + C_{MO} - C_{ОТХ}, \quad (2)$$

где стоимость  $C_3$  – заготовки;

$C_{MO}$  – механической обработки;

$C_{OTX}$  – стружки» [6].

«Стоимость заготовки будем определять с помощью выражения:

$$C_3 = C_B \cdot M_3 \cdot K_T \cdot K_{СЛ} \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{П}, \quad (3)$$

где  $C_B$  – цена 1 кг заготовки, руб./кг;

$M_3$  – масса заготовки, кг;

далее коэффициенты, учитывающие:

$K_T$  – точность;

$K_{СЛ}$  – сложность;

$K_B$  – массу;

$K_M$  – материал;

$K_{П}$  – серийность» [6].

В нашем случае «будем считать  $C_B$  равным 0,4 руб./кг,  $K_T$  равным 1,0,  $K_{СЛ}$  равным 0,83,  $K_B$  равным 1,0,  $K_M$  равным 1,21 и  $K_{П}$  равным 1,0.

Получим минимальную себестоимость двух способов:

$$C_{31} = 0,29 \cdot 1,0 \cdot 0,83 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,21 \cdot 1,0 = 0,291 \text{ руб.}$$

$$C_{32} = 0,36 \cdot 1,06 \cdot 0,83 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,21 \cdot 1,0 = 0,383 \text{ руб.}$$

Расчет стоимости обработки будем определять с помощью выражения:

$$C_T = C_3 \cdot M_3 + C_M \cdot (M_3 - M_D) - C_O \cdot (M_3 - M_D), \quad (4)$$

где  $C_O$  – расходы на стружку, руб./кг» [6].

Получим «стоимость обработки, исходя из двух способов:

$$\begin{aligned} C_{T1} &= 0,291 \cdot 2,51 + 0,713 \cdot (2,51 - 1,79) - 0,0144 \cdot (2,51 - 1,79) = \\ &= 1,269 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{T2} &= 0,383 \cdot 2,51 + 0,713 \cdot (2,33 - 1,79) - 0,0144 \cdot (2,33 - 1,79) = \\ &= 1,233 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Отдельно можно показать итоги проведенных расчетов:

$$M_{31} = 2,51 \text{ кг.}$$

$$M_{32} = 2,33 \text{ кг.}$$

$$C_{31} = 0,291 \text{ руб.}$$

$$C_{32} = 0,383 \text{ руб.}$$

$$C_{T1} = 1,269 \text{ руб.}$$

$$C_{T2} = 1,233 \text{ руб.} \text{» [6].}$$

«Разницу стоимости получения заготовки обоими способами рассчитаем с помощью эмпирической зависимости:

$$\mathcal{E}_Г = (C_{T1} - C_{T2}) \cdot N_Г \cdot K \quad (5)$$

где  $C_{T1}$  – себестоимость по первому способу;

$C_{T2}$  – себестоимость по второму способу;

$K$  – коэффициент приведения к 2022 году» [6].

«Тогда

$$\mathcal{E}_Г = (1,269 - 1,233) \cdot 5000 \cdot 200 = 36000 \text{ руб.}$$

Показатель условной экономии присутствует» [6].

Покажем последовательность и методы обработки заготовки поочередно всех составляющих деталь поверхностей.

При обработке плоской поверхности 1 для получения необходимого качества с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 2,5 микрометра и восьмым качеством  $IT$  в технологическом процессе предлагается осуществить следующий порядок проведения технологических переходов: точение начерно с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 12,5 микрометра и тринадцатым качеством  $IT$ ; точение начисто с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 6,3 микрометра и десятым качеством  $IT$ ; шлифование начисто с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 2,5 микрометра и восьмым качеством  $IT$ .

При обработке цилиндрической поверхности 2 для получения необходимого качества с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 12,5 микрометра и одиннадцатым качеством  $IT$  в технологическом процессе предлагается осуществить следующий порядок проведения технологических переходов: точение чистовое с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 12,5 микрометра и одиннадцатым качеством  $IT$ .

При обработке цилиндрической поверхности 3 для получения необходимого качества с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 12,5 микрометра и одиннадцатым качеством  $IT$  в технологическом процессе предлагается осуществить следующий порядок проведения технологических переходов: растачивание чистовое с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 12,5 микрометра и одиннадцатым качеством  $IT$ .

При обработке цилиндрической поверхности 4 для получения необходимого качества с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 2,5 микрометра и восьмым качеством  $IT$  в технологическом процессе предлагается осуществить следующий порядок проведения технологических переходов: растачивание черновое с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 12,5 микрометра и тринадцатым качеством  $IT$ ; растачивание чистовое с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 6,3 микрометра и десятым качеством  $IT$ ; шлифование чистовое с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 2,5 микрометра и восьмым качеством  $IT$ .

При обработке плоской поверхности 5 для получения необходимого качества с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 6,3 микрометра и десятым качеством  $IT$  в технологическом процессе предлагается осуществить следующий порядок проведения технологических переходов: растачивание черновое с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 12,5 микрометра и тринадцатым качеством  $IT$ ;



расточивание чистовое с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 6,3 микрометра и десятым квалитетом  $IT$ .

При обработке цилиндрической поверхности 6 для получения необходимого качества с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 2,5 микрометра и девятым квалитетом  $IT$  в технологическом процессе предлагается осуществить следующий порядок проведения технологических переходов: растачивание черновое с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 12,5 микрометра и тринадцатым квалитетом  $IT$ ; растачивание чистовое с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 6,3 микрометра и десятым квалитетом  $IT$ ; шлифование чистовое с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 2,5 микрометра и девятым квалитетом  $IT$ .

При обработке плоской поверхности 7 для получения необходимого качества с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 2,5 микрометра и восьмым квалитетом  $IT$  в технологическом процессе предлагается осуществить следующий порядок проведения технологических переходов: растачивание черновое с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 12,5 микрометра и тринадцатым квалитетом  $IT$ ; растачивание чистовое с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 6,3 микрометра и десятым квалитетом  $IT$ ; шлифование чистовое с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 2,5 микрометра и восьмым квалитетом  $IT$ .

При обработке цилиндрической поверхности 8 для получения необходимого качества с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 6,3 микрометра и одиннадцатым квалитетом  $IT$  в технологическом процессе предлагается осуществить следующий порядок проведения технологических переходов: растачивание чистовое с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 6,3 микрометра и одиннадцатым квалитетом  $IT$ .

При обработке цилиндрической поверхности 9 для получения необходимого качества с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 2,5 микрометра и девятым квалитетом  $IT$  в технологическом процессе предлагается осуществить следующий порядок проведения технологических переходов: растачивание черновое с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 12,5 микрометра и тринадцатым квалитетом  $IT$ ; растачивание чистовое с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 6,3 микрометра и десятым квалитетом  $IT$ ; шлифование чистовое с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 2,5 микрометра и девятым квалитетом  $IT$ .

При обработке плоской поверхности 10 для получения необходимого качества с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 2,5 микрометра и шестым квалитетом  $IT$  в технологическом процессе предлагается осуществить следующий порядок проведения технологических переходов: растачивание черновое с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 12,5 микрометра и тринадцатым квалитетом  $IT$ ; растачивание чистовое с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 6,3 микрометра и десятым квалитетом  $IT$ ; шлифование чистовое с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 2,5 микрометра и шестым квалитетом  $IT$ .

При обработке цилиндрической поверхности 11 для получения необходимого качества с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 2,5 микрометра и девятым квалитетом  $IT$  в технологическом процессе предлагается осуществить следующий порядок проведения технологических переходов: растачивание черновое с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 12,5 микрометра и тринадцатым квалитетом  $IT$ ; растачивание чистовое с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 6,3 микрометра и десятым квалитетом  $IT$ ; шлифование чистовое с

техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 2,5 микрометра и девятым квалитетом  $IT$ .

При обработке цилиндрической поверхности 12 для получения необходимого качества с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 1,25 микрометра и шестым квалитетом  $IT$  в технологическом процессе предлагается осуществить следующий порядок проведения технологических переходов: растачивание черновое с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 12,5 микрометра и тринадцатым квалитетом  $IT$ ; растачивание чистовое с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 6,3 микрометра и десятым квалитетом  $IT$ ; шлифование чистовое с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 1,25 микрометра и шестым квалитетом  $IT$ .

При обработке цилиндрической поверхности 13 для получения необходимого качества с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 2,5 микрометра и восьмым квалитетом  $IT$  в технологическом процессе предлагается осуществить следующий порядок проведения технологических переходов: растачивание черновое с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 12,5 микрометра и тринадцатым квалитетом  $IT$ ; растачивание чистовое с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 6,3 микрометра и десятым квалитетом  $IT$ ; шлифование чистовое с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 2,5 микрометра и восьмым квалитетом  $IT$ .

При обработке плоской поверхности 14 для получения необходимого качества с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 6,3 микрометра и десятым квалитетом  $IT$  в технологическом процессе предлагается осуществить следующий порядок проведения технологических переходов: точение черновое с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 12,5 микрометра и тринадцатым квалитетом  $IT$ ; точение чистовое с

техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 6,3 микрометра и десятым квалитетом  $IT$ .

При обработке цилиндрической поверхности 15 для получения необходимого качества с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 12,5 микрометра и десятым квалитетом  $IT$  в технологическом процессе предлагается осуществить следующий порядок проведения технологических переходов: точение черновое с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 12,5 микрометра и тринадцатым квалитетом  $IT$ ; точение чистовое с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 12,5 микрометра и десятым квалитетом  $IT$ .

При обработке плоской поверхности 16 для получения необходимого качества с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 12,5 микрометра и тринадцатым квалитетом  $IT$  в технологическом процессе предлагается осуществить следующий порядок проведения технологических переходов: фрезерование с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 12,5 микрометра и тринадцатым квалитетом  $IT$ .

При обработке плоской поверхности 17 для получения необходимого качества с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 12,5 микрометра и тринадцатым квалитетом  $IT$  в технологическом процессе предлагается осуществить следующий порядок проведения технологических переходов: фрезерование с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 12,5 микрометра и тринадцатым квалитетом  $IT$ .

При обработке цилиндрической поверхности 18 для получения необходимого качества с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 2,5 микрометра и девятым квалитетом  $IT$  в технологическом процессе предлагается осуществить следующий порядок проведения технологических переходов: растачивание черновое с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 12,5 микрометра и тринадцатым квалитетом  $IT$ ; растачивание чистовое с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 6,3 микрометра и десятым квалитетом  $IT$ ; шлифование чистовое с

техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 2,5 микрометра и девятым квалитетом  $IT$ .

При обработке цилиндрической поверхности 19 для получения необходимого качества с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 2,5 микрометра и девятым квалитетом  $IT$  в технологическом процессе предлагается осуществить следующий порядок проведения технологических переходов: растачивание черновое с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 12,5 микрометра и тринадцатым квалитетом  $IT$ ; растачивание чистовое с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 6,3 микрометра и десятым квалитетом  $IT$ ; шлифование чистовое с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 2,5 микрометра и девятым квалитетом  $IT$ .

При обработке цилиндрической поверхности 20 для получения необходимого качества с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 12,5 микрометра и девятым квалитетом  $IT$  в технологическом процессе предлагается осуществить следующий порядок проведения технологических переходов: сверление с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 12,5 микрометра и тринадцатым квалитетом  $IT$ ; зенкерование с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 12,5 микрометра и девятым квалитетом  $IT$ .

При обработке цилиндрической поверхности 21 для получения необходимого качества с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 6,3 микрометра и тринадцатым квалитетом  $IT$  в технологическом процессе предлагается осуществить следующий порядок проведения технологических переходов: сверление с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 6,3 микрометра и тринадцатым квалитетом  $IT$ .

При обработке цилиндрической поверхности 22 для получения необходимого качества с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 12,5 микрометра и тринадцатым квалитетом  $IT$  в технологическом процессе предлагается осуществить следующий порядок проведения

технологических переходов: сверление с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 12,5 микрометра и тринадцатым качеством  $IT$ .

При обработке цилиндрической поверхности 23 для получения необходимого качества с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 12,5 микрометра и тринадцатым качеством  $IT$  в технологическом процессе предлагается осуществить следующий порядок проведения технологических переходов: сверление с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 12,5 микрометра и тринадцатым качеством  $IT$ .

При обработке цилиндрической поверхности 24 для получения необходимого качества с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 12,5 микрометра и тринадцатым качеством  $IT$  в технологическом процессе предлагается осуществить следующий порядок проведения технологических переходов: сверление с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 12,5 микрометра и тринадцатым качеством  $IT$ .

При обработке плоской поверхности 25 для получения необходимого качества с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 12,5 микрометра и тринадцатым качеством  $IT$  в технологическом процессе предлагается осуществить следующий порядок проведения технологических переходов: сверление с техническими требованиями по шероховатости  $R_a$  равной 12,5 микрометра и тринадцатым качеством  $IT$ .

В таблице 1 покажем технологические операции и оборудование.

Таблица 1 – Операции технологического процесса

«Номер	Название	Оборудование
005	токарная черновая	16Б16Т1 с ЧПУ
010		
015		
020	токарная чистовая	
025	координатно-расточная	Полуавтомат 3Б153Т
030		S500 с ЧПУ
050	координатно-шлифовальная	3284СФ4 с ЧПУ» [4]
055		

Применим расчетно-аналитический метод [18] для определения припусков на точные поверхности. В таблице 2 покажем припуски на самую точную цилиндрическую поверхность с диаметральным размером 60,2Н9 мм.

Таблица 2 – Припуски

«Переходы»	Элементы, мкм			2Z min	Td/IT	Размеры, мм		Припуск» [2]	
	«Rz <sup>i-1</sup>	ε <sub>уст</sub> <sup>i-1</sup>	ρ <sup>i-1</sup>			d <sup>i</sup> min	d <sup>i</sup> max	2Z min	2Z max
	первый» [1]	0,200	-			0,16	-	1,20 8	56,380
«второй	0,040	0,500	0,05	-	0,46 H13	59,219	59,679	2,099	2,839
третий	0,025	0,100	0,02	2,254	0,12 H10	59,947	60,067	0,388	0,728
четвертый» [1]	0,010	0,050	0,01	0,397	0,074 H9	60,200	60,274	0,207	0,253

Припуски покажем на рисунке 3, а эскиз заготовки на рисунке 4.

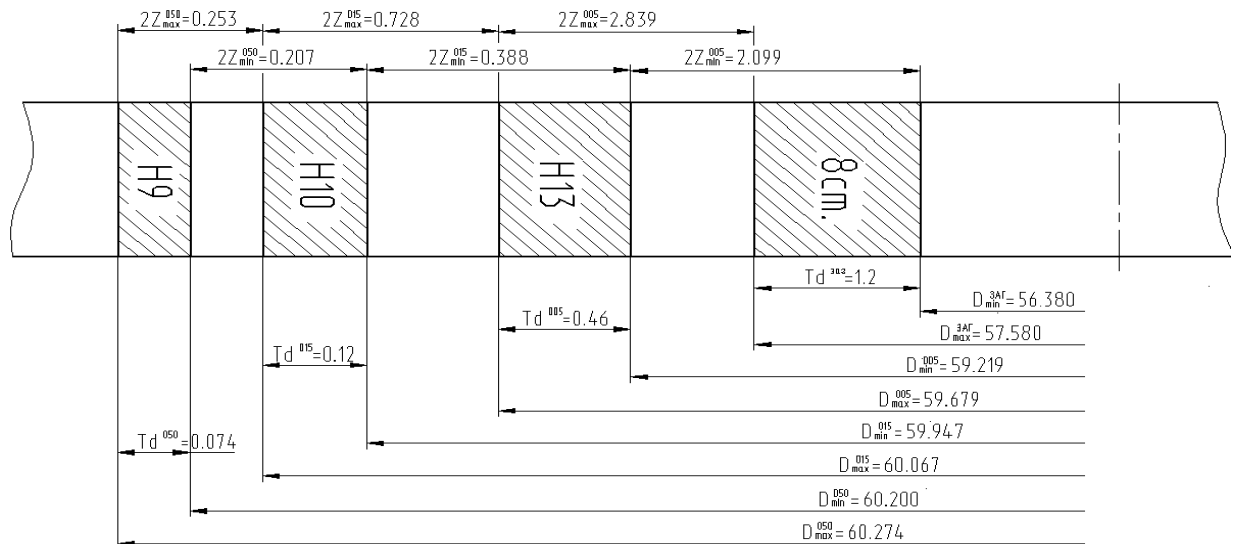


Рисунок 3 – Схема припусков на размер 60,2Н9

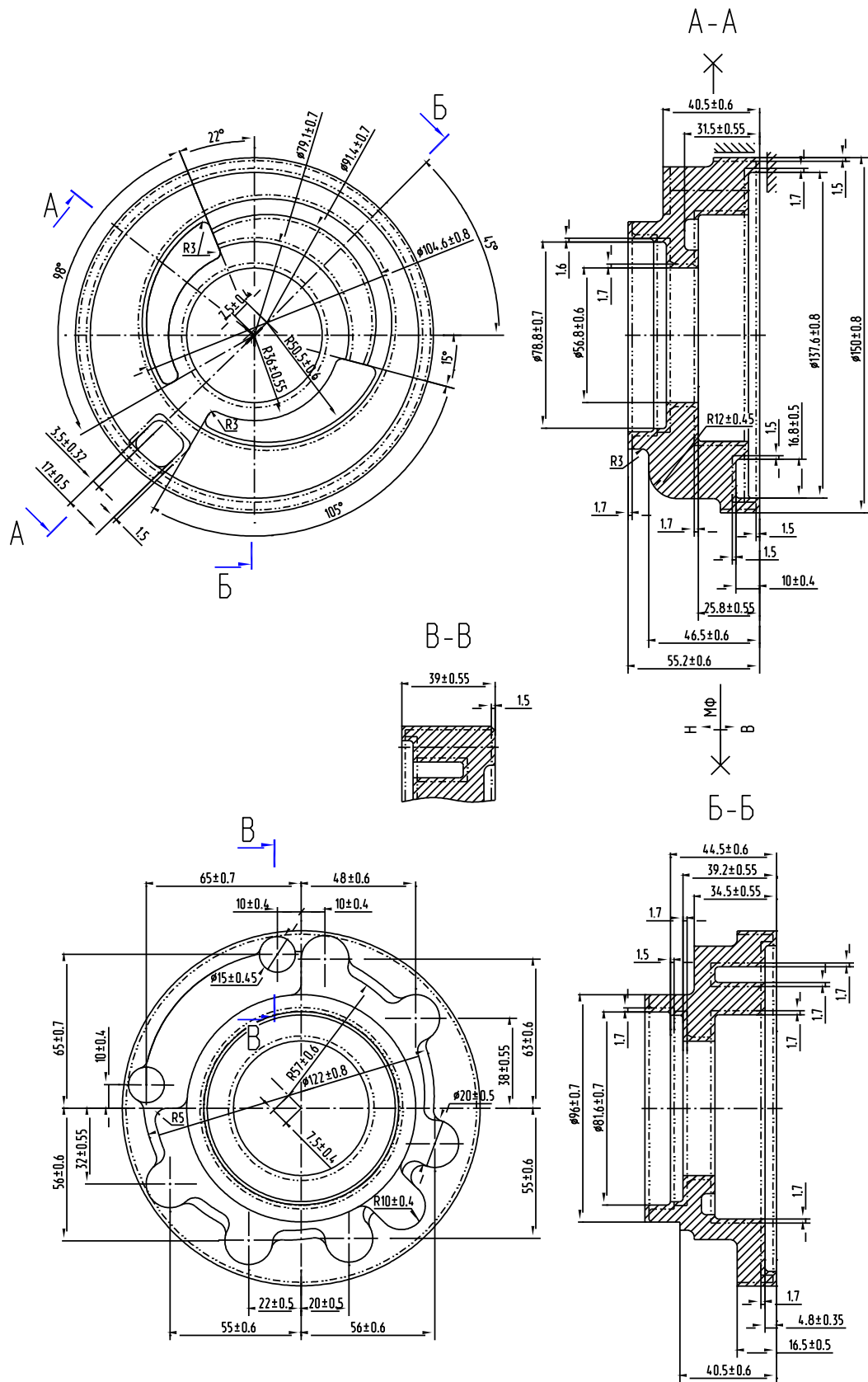


Рисунок 4 – Эскиз заготовки



Приспособления, режущий инструмент и средства контроля покажем в таблице 3.

Таблица 3 – СТО

Операция	Приспособление	«Режущий инструмент	Мерительный инструмент» [9]
005, 010, 015, 020	«патрон токарный.	проходной резец DCLNL 2525M 12 пластина Т5К10 ОСТ 2И.10.1-83. расточной резец. расточная пластина	калибр-скоба ГОСТ 18355-73. шаблон ГОСТ 2534-79.
025	патрон мембранный ОСТ 3-3443-76.	расточная борштанга Dandrea. расточная пластина. концевая фреза Р6М5К5 ГОСТ 17026-71. спиральное сверло ГОСТ 10903-77. цельный зенкер Р6М5К5 ГОСТ 12489-71.	калибр-скоба ГОСТ18355-73. шаблон ГОСТ 2534-79. мерительное приспособление с индикатором.
030	СП ГОСТ 12195-66	концевая фреза Р6М5К5 ГОСТ 17026-71.	шаблон ГОСТ 2534-79.
050, 055		шлифовальный круг ГОСТ Р 52781-2007» [14].	калибр-пробка ГОСТ 14827-69

## 2.2 Расчет технологической операции

На «015 токарной операции применяется оборудование – станок модели 16Б16Т1 токарный. Инструмент выбираем из таблицы 8 – проходной резец с механическим креплением ОСТ 2.И.10.1-83, пластина Т5К10. Припуск – 0,35 мм. Перемещение инструмента – 0,25 мм/об. Тогда скорость резания будем рассчитывать по формуле:

$$V = \frac{C_U}{T^{m \cdot t \cdot x \cdot y}} \cdot K_U, \quad (6)$$

где выберем базовую величину  $C_U$  равную 420;

время работы одной пластины  $T$  равное 60 мин;

табличные величины степеней:  $m$  равно 0,2,  $x$  равно 0,15,  $y$  равно 0,35;

коэффициент, обеспечивающий условия обработки  $K_U$  примем равным 1,36» [18].

«Первый переход:

$$V_T = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,35^{0,15} \cdot 0,25^{0,2}} \cdot 1,36 = 390,0 \text{ м/мин.}$$

Второй переход:

$$V_P = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,35^{0,15} \cdot 0,25^{0,2}} \cdot 1,36 \cdot 0,9 = 351,0 \text{ м/мин.}$$

$$\ll n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}. \quad (7) \gg [9]$$

Первый переход – подрезка торца диаметром 96 мм:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 390}{3,14 \cdot 96} = 1294 \text{ мин}^{-1}.$$

Первый переход – растачивание поверхности диаметром 84,7 мм:

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 351}{3,14 \cdot 84,7} = 1320 \text{ мин}^{-1}.$$

Второй переход – растачивание поверхности диаметром 59,9 мм:

$$n_3 = \frac{1000 \cdot 351}{3,14 \cdot 59,9} = 1866 \text{ мин}^{-1} \gg [18].$$

«После корректировки частоты получим скорость резания при обработке поверхности диаметром 96 мм равную 1294 м/мин, при обработке поверхности диаметром 84,7 мм – 1320 м/мин, а для второго перехода при обработке поверхности диаметром 59,9 мм – 1866 м/мин.

Определим составляющие силы резания по формуле:

$$P_Z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P, \quad (8)$$

где  $C_P$  – коэффициент обработки равный 300;

$x, y, n$  – табличные значения соответственно равные 1,0, 0,75, 0,15;

$K_P$  – коэффициент коррекции.

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} \quad (9)$$

где  $K_{MP}$ ,  $K_{\phi P}$ ,  $K_{\gamma P}$ ,  $K_{\lambda P}$  и  $K_{rP}$  равны 0,79, 0,89, 1,0, 1,0 и 1,0» [18].

«Получим:

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 0,35^{1,0} \cdot 0,25^{0,75} \cdot 390^{-0,15} \cdot 0,79 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = \\ = 107 \text{ Н.}$$

Определим требуемую мощность по формуле:

$$N = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (10)$$

Получим:

$$N = \frac{107 \cdot 390}{1020 \cdot 60} = 0,68 \text{ кВт.}$$

Для выбора приемлемых параметров режимов резания необходимо сравнить полученные результаты выше с паспортными данными и техническими характеристиками выбранного оборудования. Скорость резания на первом переходе – 390,0 м/мин, а на втором – 351,0 м/мин требует от обрабатывающего оборудования силу резания – 107 Н. Это может быть достигнуто, если выбранное оборудование будет развивать обороты при подрезке на первом переходе, расточке на первом переходе и расточке на втором переходе соответственно равные 1294 мин<sup>-1</sup>, 1320 мин<sup>-1</sup> и 1866 мин<sup>-1</sup>. При обработке поверхности диаметром 96 мм равную 1294 м/мин, при обработке поверхности диаметром 84,7 мм – 1320 м/мин, а для второго перехода при обработке поверхности диаметром 59,9 мм – 1866 м/мин. Эти параметры могут установиться при обработке при минимальной мощности 0,68 кВт. У станка 16Б16Т1 мощность намного выше и равна 7,5 кВт, то есть использование возможно» [18]. «На остальные операции режимы резания представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Режимы резания

Операция	Переход	t, мм	S, мм/об.	V <sub>т</sub> , м/мин	n <sub>т</sub> , об./мин	n <sub>пр</sub> об./мин	V <sub>пр</sub> м/мин
005	подрезать торец до Ø96	1,2	0,5	169,6	563	563	169,6
	расточить Ø84	1,2	0,5	152,6	578	578	152,6
	расточить Ø59,2» [18]	1,2	0,5	152,6	820	820	152,6
010	«точить Ø147,7	1,2	0,5	169,6	366	366	169,6
	расточить Ø140	1,2	0,5	152,6	347	347	152,6
015	подрезать торец до Ø96	0,35	0,25	390,0	1294	1294	390,0
	точить Ø84,7	0,35	0,25	351,0	1320	1320	351,0
	точить Ø59,9	0,35	0,25	351,0	1866	1866	351,0
020	точить Ø147	0,35	0,25	390,0	845	845	390,0
	расточить Ø140,7	0,35	0,25	351,0	794	794	351,0
025	расточить Ø107	1,2	0,4	150	446	446	150
	расточить Ø89	1,2	0,4	150	536	536	150
	расточить Ø81,5	1,2	0,4	150	586	586	150
	расточить Ø107,7	0,35	0,15	360	1064	1064	360
	расточить Ø88,3	0,35	0,15	360	1298	1298	360
	расточить Ø82,2	0,35	0,15	360	1395	1395	360
	фрезеровать Ø6	1,5	0,20	45	2388	2388	45
	сверлить Ø8	4,0	0,20	33	1313	1313	33
	сверлить Ø6	3,0	0,15	31	1645	1645	31
	сверлить Ø6,4	3,2	0,15	31	1542	1542	31
	сверлить Ø6,4	4,2	0,20	33	1251	1251	33
	сверлить Ø8,4	0,2	0,4	19	945	945	19
	зенкеровать Ø6,4						
030	сверлить Ø8	4,0	0,06/0,	33	1313	33	1313
	фрезеровать Ø20	3,0	20 0,6	55	875	55	875
050	шлифовать Ø60,2 с планшайбой	0,15	3000 0,008	15 м/с 20	105	105	15 м/с 20
	шлифовать Ø82 с планшайбой	0,15	3000 0,012	15 м/с 20	78	78	15 м/с 20
	шлифовать Ø85 с планшайбой	0,15	3000 0,008	15 м/с 20	75	75	15 м/с 20
055	шлифовать Ø141 с планшайбой	0,15	3000* 0,008	15 м/с 20	45	45	15 м/с 20
	шлифовать Ø108 с планшайбой» [18]	0,10	2000 0,008	15 м/с 15	44	44	15 м/с 15

Нормы времени на операции приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Нормы времени (в минутах)

«Операция	$T_0$	$T_B$	$T_{OP}$	$T_{OB,O-T}$	$T_{П-3}$	$T_{шт}$	$n$	$T_{шт-к}$ » [6]
«005	0,171	0,573	0,744	0,045	21	0,789	472	0,833
010	0,287	0,536	0,823	0,049	21	0,872	472	0,916
015	0,138	0,706	0,844	0,051	21	0,895	472	0,939
020	0,250	0,551	0,801	0,048	21	0,849	472	0,893
025	2,546	1,276	3,822	0,229	68	4,051	472	4,195
030	0,438	1,010	1,448	0,087	24	1,535	472	1,586
050	0,376	0,925	1,301	0,125	24	1,426	472	1,477
055» [6]	1,880	0,999	2,879	0,374	31	3,253	472	3,319

В представленном «разделе на основе типового технологического процесса для среднесерийного производства проведено проектирование технологии изготовления детали» [11]. Основное внимание было уделено решению задач, связанных с оптимизацией процесса обработки, достижением высокой точности и устранением возможных проблем, связанных с управлением станком. Были рассмотрены различные подходы к управлению процессом обработки, в том числе использование специальных программных продуктов и алгоритмов, а также механизмов для контроля за процессом обработки. Были получены результаты, позволяющие оптимизировать процесс обработки и достигнуть высокую точность обработки заготовок с использованием данного станка с ЧПУ. Подробная информация по результатам показана в Приложении А «Технологическая документация» в таблице А.1.

### 3 Расчет и проектирование средств оснащения

#### 3.1 Проектирование станочного приспособления

Для 015 операции «проведем расчет для выбранных параметров обработки 3-х кулачкового клинового патрона, а также его конструкционные особенности. Патрон предназначен для реализации схемы базирования и закрепления заготовки при обработке. Ранее при проектировании 015 операции получено значение главной составляющей силы резания 117 Н.

Необходимо рассчитать усилие зажима заготовки в проектируемом приспособлении, учитывая систему сил, схема которых представлена на рисунке 5. Сила зажима препятствует силе резания, обеспечивая равенство моментов этих сил» [12].

«Проведем расчет силы зажима заготовки с помощью трех кулачков. Зависимость этой силы от составляющей силы резания определяется формулой:

$$W_z = \frac{K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2}, \quad (11)$$

где  $K$  – запас;

$P_z$  – тангенциальная составляющая силы резания;

$d_1$  – диаметр обрабатываемой поверхности равен 173,2 мм;

$d_2$  – диаметр зажимаемой поверхности равен 136,4 мм;

$f$  – параметр подвижности для кулачков с кольцевыми канавками, который равен 0,15» [21].

«Коэффициент запаса  $K$  определим согласно [21] равным 2,5. Тогда сила зажима» [14]:

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 156 \cdot 173,2}{0,15 \cdot 136,4} = 3301 \text{ Н.}$$

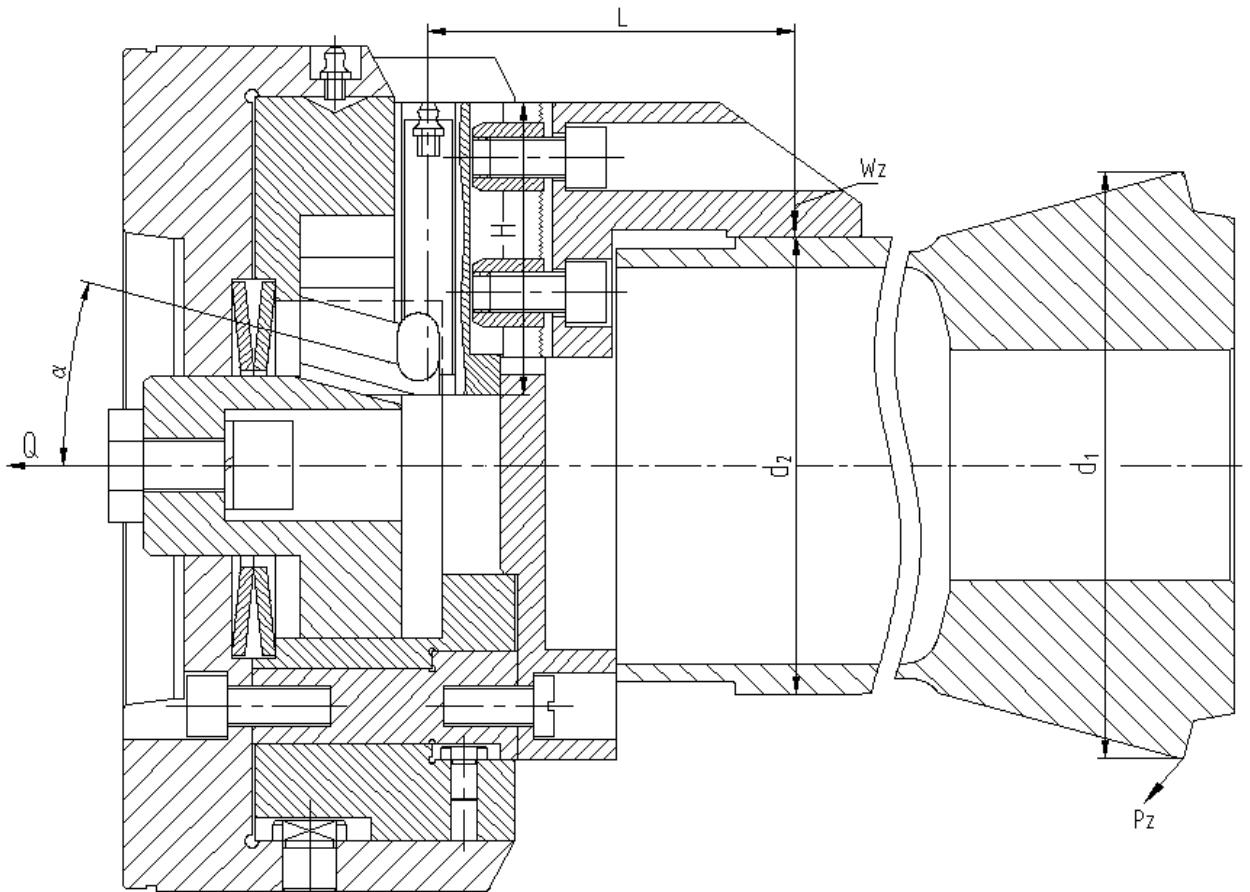


Рисунок 5 – Схема действия сил

Для «определения силы зажима, которая осуществляется сменными кулачками, в отличие от постоянных кулачков, используем выражение:

$$W_1 = \frac{W}{1-3 \cdot f_1 \cdot (L/H)}, \quad (12)$$

где  $f_1$  – препятствующий коэффициент скольжению равен 0,1 [21];

$L$  – плечо между точкой приложения силы резания и кулачка равное 108 мм;

$H$  – параметр поверхности по перемещению кулачка равный 86 мм» [4].

Тогда «получим

$$W_1 = \frac{3301}{1-3 \cdot 0,1 \cdot (108/86)} = 5296 \text{ Н.}$$

Далее определим усилие, которое должен обеспечивать силовой привод для реализации такой силы зажима заготовки:

$$Q = W_1 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \phi), \quad (13)$$

где  $\alpha$  – скашивающий угол направляющих;

$\phi$  – угол трения» [8].

Тогда получим:

$$Q = 5296 \cdot \operatorname{tg}(15^\circ + 5^\circ 43') = 2002 \text{ Н.}$$

«Патроны данного типа имеют три радиальных паза, их особенность в том, что одновременно с закреплением заготовки происходит центрирование. Кулачки синхронно движутся по спиральным траекториям при действии усилия, приложенного точно торцевым рычагом или ключом (зависит от механизма передачи в конструкции).

Для обеспечения усилия в 2002 Н можно использовать как пневматический привод, так и гидравлический привод. Выбор вида привода согласно условиям обработки отдадим в пользу пневматического привода двустороннего действия с рабочим давлением 0,4 МПа.

Диаметр штока привода, который будет обеспечивать исходную силу определяется:

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}, \quad (14)$$

где  $p$  – необходимое давление;

$\eta$  – КПД привода равно 0,9» [21].

Тогда «получим:

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{2002}{0,4 \cdot 0,9}} = 87,2 \text{ мм.}$$

В заключении расчета станочного приспособления согласно ГОСТ



15608-81 примем ближайшее к расчетному значению для диаметра штока 100 мм, ход кулачков патрона 3 мм и ход штока цилиндра 12 мм. Для упрощения дальнейших расчетов в настоящей работе погрешностью базирования можно пренебречь» [2].

В графической части работы представлен чертеж станочного приспособления.

### 3.2 Проектирование режущего инструмента

«Токарная обработка в предлагаемом технологическом процессе занимает практически основное время, поэтому целесообразно провести усовершенствование конструкции режущего инструмента для этого вида механической обработки. На токарных операциях используются резцы со сменными многогранными пластинами, которые имеют недостаточную надежность механического крепления к корпусу резца, что приводит к их частой замене» [17].

«Резец DCLNL 2525M 12 – резец токарный для наружного точения по металлу со сменными пластинами (рисунок 6). Для пластин CN 1204. Державка токарная с креплением типа Р (прижим рычагом за отверстие). С углом в плане  $95^\circ$ . Державка проходная для продольного точения и подрезки торца» [8].

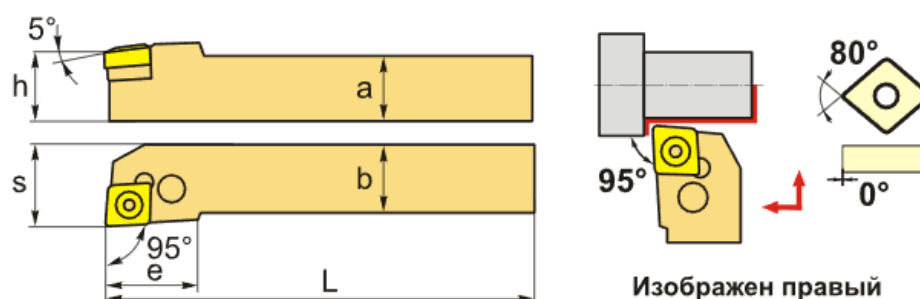


Рисунок 6 – Резец DCLNL 2525M 12

SSDCN – Державка токарная с креплением типа S (закрепление пластин винтом) показана на рисунке 7. С углом в плане  $45^\circ$ .

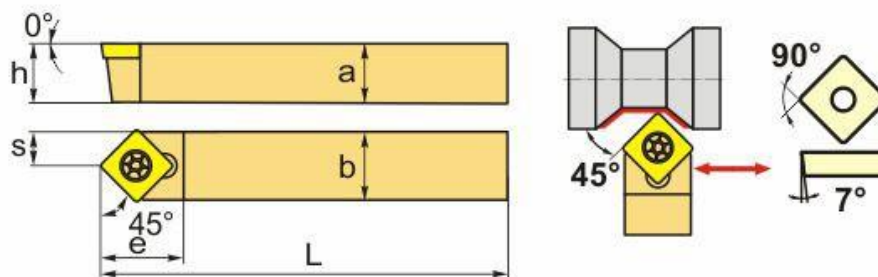


Рисунок 7 – Державка токарная SSDCN

SDACR/L – Державка токарная с креплением типа S (закрепление пластин винтом) показана на рисунке 8. С углом в плане  $90^\circ$ .

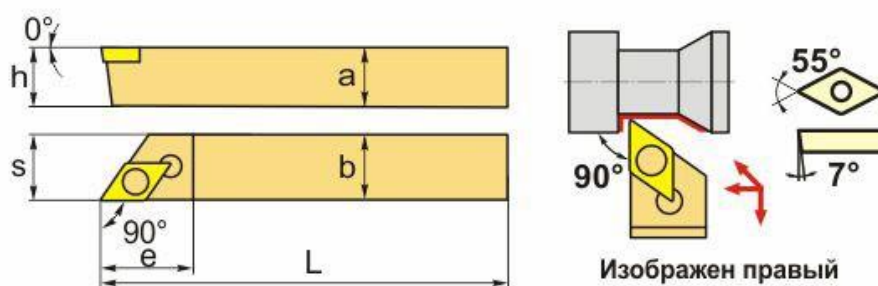


Рисунок 8 – Державка токарная SDACR/L

WTENN Державка токарная типа W (прижим клин-прихватом на штифте) показана на рисунке 9. С углом в плане  $60^\circ$ .

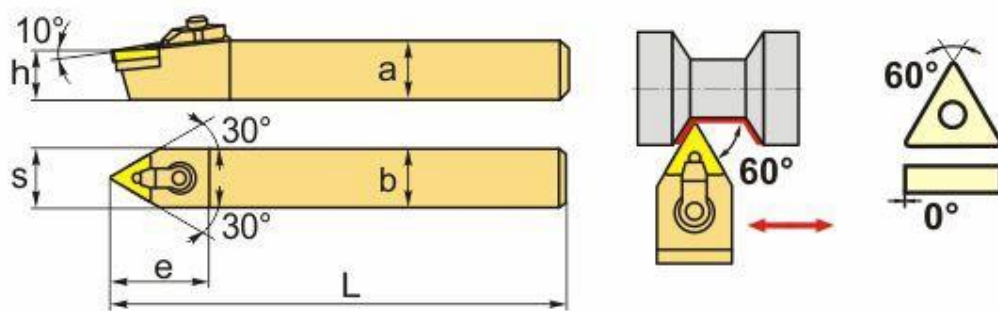


Рисунок 9 – Державка токарная WTENN

TDJNR/L Державка токарная с креплением типа T (двойной прижим кронштейном) показана на рисунке 10. С углом в плане 93°.

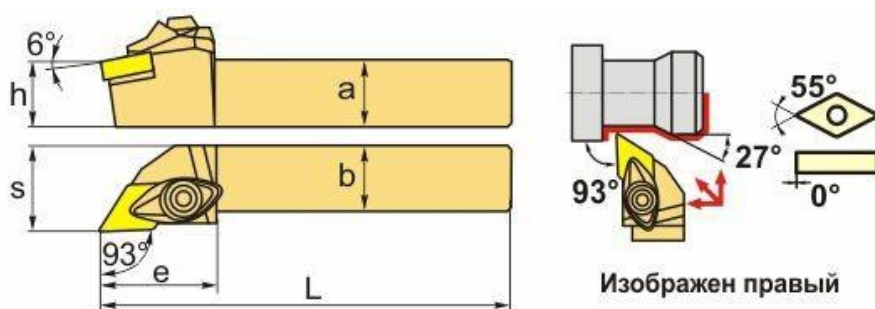


Рисунок 10 – Державка токарная TDJNR/L

SRDCN Державка токарная с креплением типа S показана на рисунке 11.

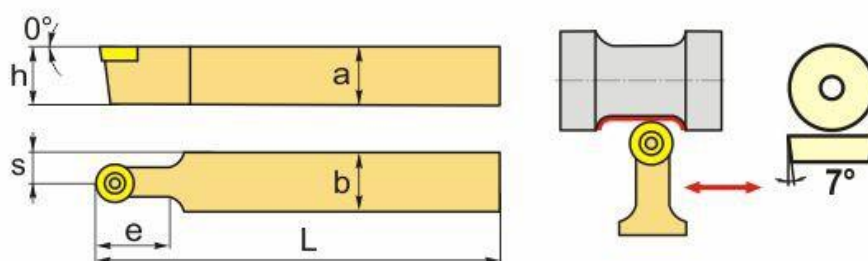


Рисунок 11 – Державка токарная SRDCN

PSKNR/L Державка токарная с креплением типа Р (прижим рычагом за отверстие) показана на рисунке 12. С углом в плане  $75^\circ$ .

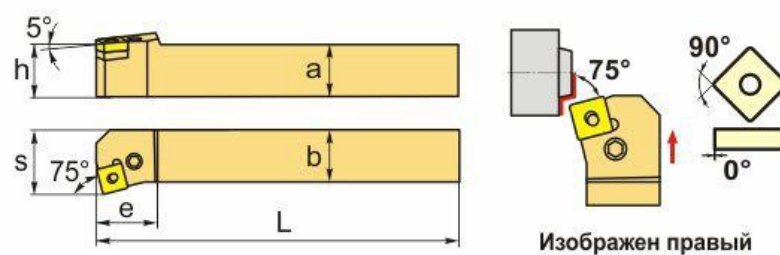


Рисунок 12 – Державка токарная PSKNR/L

Расточные резцы DCLNR/L Державка расточная с креплением типа D (двойной прижим кронштейном). С углом в плане  $95^\circ$ . Для контурной обработки. С каналом для СОЖ показана на рисунке 13

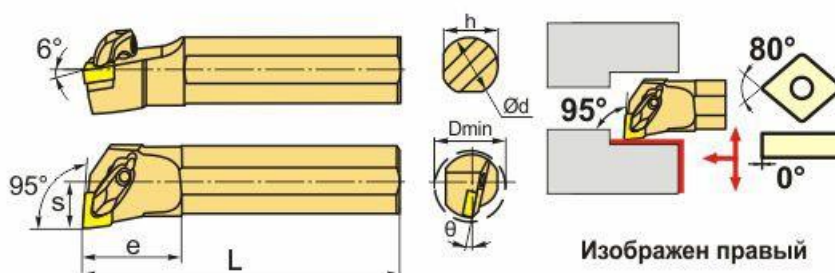


Рисунок 13 – Державка расточная DCLNR/L

МСKNR/L Державка расточная с креплением типа М (прижим клин-прихватом сверху) показана на рисунке 14. С углом в плане  $75^\circ$ .

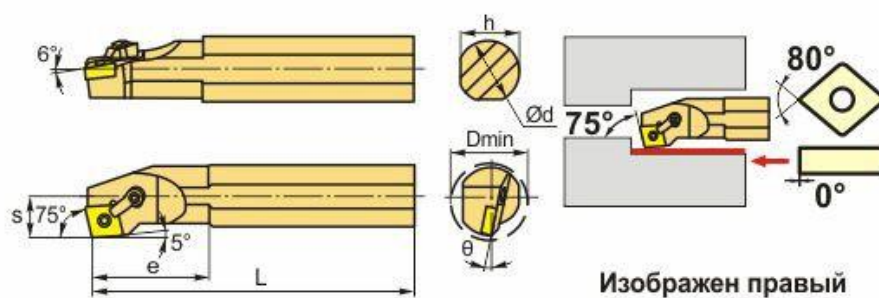


Рисунок 14 – Державка расточная MCKNR/L

MVWNR/L Державка расточная с креплением типа М (прижим клин-прихватом сверху). С углом в плане  $72^{\circ}30'$ . Для контурной обработки показана на рисунке 15.

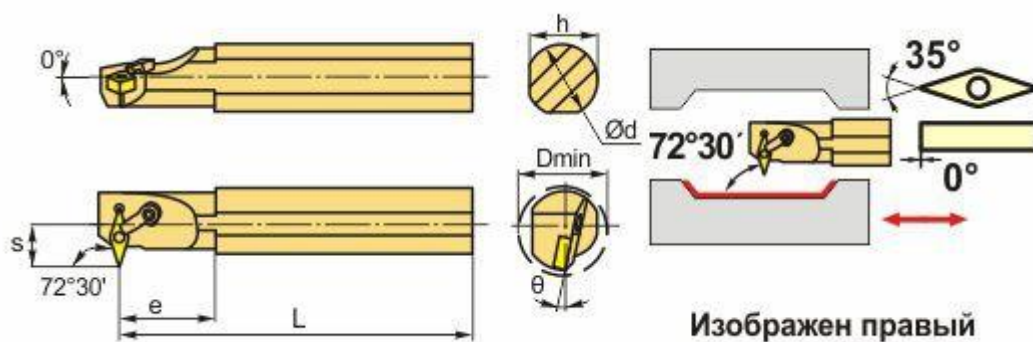


Рисунок 15 – Державка расточная MVWNR/L

PWLNR/L Державка расточная с креплением типа Р (прижим рычагом за отверстие). С углом в плане  $95^{\circ}$ . Для растачивания отверстия и подрезки торца показана на рисунке 16.

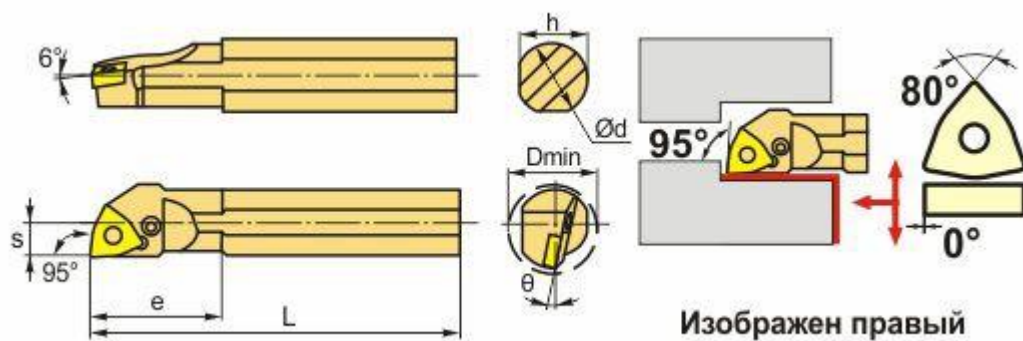


Рисунок 16 – Державка расточная PWLNR/L

STFCR/L Державка расточная с креплением типа S (закрепление пластин винтом) показана на рисунке 17. С углом в плане 91°.

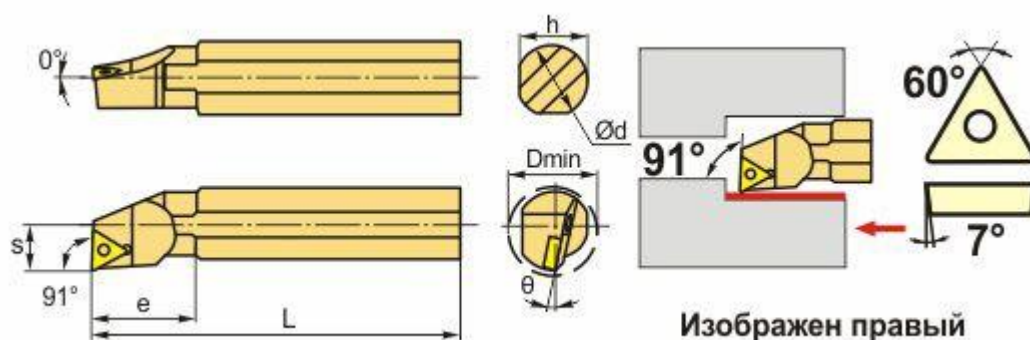


Рисунок 17 – Державка расточная STFCR/L

В разделе работы устранены недостатки лимитирующей операции, которые приводили к значительному увеличению времени ее выполнения. Для этого произведено проектирование станочного приспособления, что позволило сократить время на снятие и установку детали, а также произведено проектирование режущего инструмента для обработки на этой операции.

#### 4 Безопасность и экологичность технического объекта

В качестве «технического объекта, которому необходимо обеспечить безопасность и экологичность в разделе рассматривается технологический процесс изготовления корпуса гидравлического насоса. Для реализации изготовления детали в технологическом процессе предусмотрен комплекс технического и технологического оснащения. Он состоит из оборудования, приспособлений, режущего и мерительного инструмента» [5]. «Рассматриваемый технический объект предусматривает использование следующего оборудования: станок 16Б16Т1 с ЧПУ, Полуавтомат 3Б153Т, станок S500 с ЧПУ, станок 3284СФ4 с ЧПУ. Также приспособления: патрон токарный, «патрон мембранный ОСТ 3-3443-76» [4], СП ГОСТ 12195-66. Инструменты: проходной резец пластина Т5К10 ОСТ 2И.10.1-83, расточной резец, расточная пластина, «расточная борштанга Dandrea, расточная пластина, концевая фреза Р6М5К5 ГОСТ 17026-71, спиральное сверло ГОСТ 10903-77, цельный зенкер Р6М5К5 ГОСТ 12489-71» [4], концевая фреза Р6М5К5 ГОСТ 17026-71, шлифовальный круг ГОСТ Р 52781-2007» [5]. «Для наглядности в разделе будут рассматриваться наиболее трудоемкие и потенциально опасные технологические операции: токарная, координатно-расточная и координатно-шлифовальная. В процессе механической обработки используются в качестве материала для заготовки сталь 45Л ГОСТ-977, смазывающая охлаждающая жидкость, ветошь и другие вспомогательные материалы. При проведении работ по изготовлению детали в технологическом процессе предусмотрены профессиональные рабочие места. Для выбранных технологических операций – это оператор станков с ЧПУ. Технологический процесс реализуется организационно и технически на производственном участке, который оснащен необходимым оборудованием. Для реализации годовой программы выпуска детали применяется двусменного режима работы» [5].

«Идентификация опасностей, а также экологических аспектов на производственном участке проводится по локальному нормативному документу, устанавливающему порядок идентификации экологических аспектов, промышленных опасностей и потенциальных рисков. Использование метода предполагает построение показателей с помощью математических моделей и репрезентативных статистических данных» [5].

«В качестве потенциальных рисков можно выделить: «неприменение СИЗ или применение поврежденных СИЗ, не сертифицированных СИЗ, не соответствующих размерам СИЗ, СИЗ, не соответствующих выявленным опасностям, составу или уровню воздействия вредных факторов» [5]; падение предметов, падение на скользкой поверхности, неадекватное поведение лиц, пожар, авария, заболевание персонала» [5].

«К причинам возможной реализации перечисленных рисков можно отнести: неисправность оборудования; чрезвычайная ситуация природного и техногенного характера; сон на рабочем месте/наркотическое или алкогольное опьянение, ошибки проектирования; внос, употребление запрещенных веществ (алкоголь, наркотики, психотропные, легковоспламеняющиеся жидкости и другие материалы, запрещенные к свободному обороту); психическое заболевание; пандемия. Это может привести к травме или заболеванию вследствие отсутствия защиты от вредных (травмирующих) факторов» [5].

«Все потенциальные риски вносятся в реестр. С реестрами рисков знакомят всех рабочих, на которых он распространяется под роспись в листе (журнале) ознакомления. При необходимости реестры рисков вывешиваются на информационных досках, размещаются в электронной обменной папке. Реестр рисков хранится у разработчика не менее трех лет. Для снижения рисков необходимо обеспечить: точное соблюдение норм технологического регламента и выполнение требований инструкций по рабочим местам и по охране труда; исправность оборудования, арматуры, трубопроводов, контрольно-измерительных приборов, систем аварийной сигнализации и



защитных блокировок; немедленное устранение любой утечки горючих и агрессивных газов и жидкостей» [5].

«Для снижения рисков необходимо соблюдать нормы технологического регламента и выполнять требования инструкций по рабочим местам; регулярная проверка СИЗ на состояние работоспособности и комплектности. Назначить локальным нормативным актом ответственное лицо за учет выдачи СИЗ и их контроль за состоянием, комплектностью» [5]. «А также предлагается ряд мероприятий: обучение персонала по программе обучения работников в области ГО и защиты от ЧС природного и техногенного характера; инструктаж и проверка знаний, сбор и обработка статистики, принятие оперативных и других мер; соблюдение правил противопожарного режима; инструктаж и периодическая проверка знаний; работа в дистанционном формате; введение двухсменного режима работы; организация работы резервных смен; ограничение передвижения по территории предприятия; электронное согласование документов; использование защитных средств на предприятии (масок, перчаток, антисептических средств). Запрещается пользоваться неисправным ручным инструментом: молотками, зубилами и тому подобное, не отвечающим требованиям техники безопасности, гаечными ключами несоответствующих размеров, с разбитыми или разогнутыми губками, со сбитой рабочей гранью. При обслуживании машин и механизмов с электрическим приводом необходимо соблюдать меры электробезопасности. Все токоведущие части должны быть закрыты, и исключен доступ к частям, находящимся под напряжением. Все движущиеся части машин и приводов должны иметь надежное и исправное ограждение. Не допускается эксплуатация машин без защитных ограждений» [5].

«Наиболее вероятным источником возникновения аварийных ситуаций техногенного характера, является возникновение пожара на объекте. Пожар возможен на производственном участке. Распространение пожара будет происходить по горючей облицовке стен, через технологические отверстия в стенах в смежные помещения, и на кровлю здания. Линейная скорость

распространения огня может составлять 0,6 – 1,0 м/мин. При пожаре возможно интенсивное дымовыделение при горении полимерных и синтетических материалов. Возможно получение ожогов и отравление продуктами горения рабочими. Задымлению будут подвергаться все помещения производственного участка при длительном горении. Спасение пострадавших осуществляется пожарными, а также работниками предприятия. Для оказания первой помощи пострадавшим используется оборудование автомобиля скорой помощи» [5].

«Наиболее вероятным источником возникновения чрезвычайных ситуаций экологического характера является выделение токсических испарений, масляного тумана, металлической стружки.

Для снижения рисков экологического характера на атмосферу необходимо создание и использование фильтрационных систем вентиляции производственного участка; на гидросферу необходимо создание и использование локальной многоступенчатой очистки сточных вод; на литосферу необходимо разделение, сортировка и утилизация на полигонах отходов» [5].

В разделе проведены мероприятия по увеличению безопасности технического объекта, а также предлагаются мероприятия по защите, охране труда и окружающей среды.

## 5 Экономическая эффективность работы

Любое техническое решение предполагает экономическое обоснование предложенных совершенствований. В этом и заключается основная задача данного раздела бакалаврской работы.

Подробное описание производимого изделия, его технологического процесса, применяемой оснастки и инструмента, а также трудоемкость операций, представлены в предыдущих разделах бакалаврской работы. Но для выполнения основной задачи данного раздела, наибольший интерес представляют только предложенные изменения в технологический процесс.

Предложенные изменения технологического процесса и результаты представлены на рисунке 18.

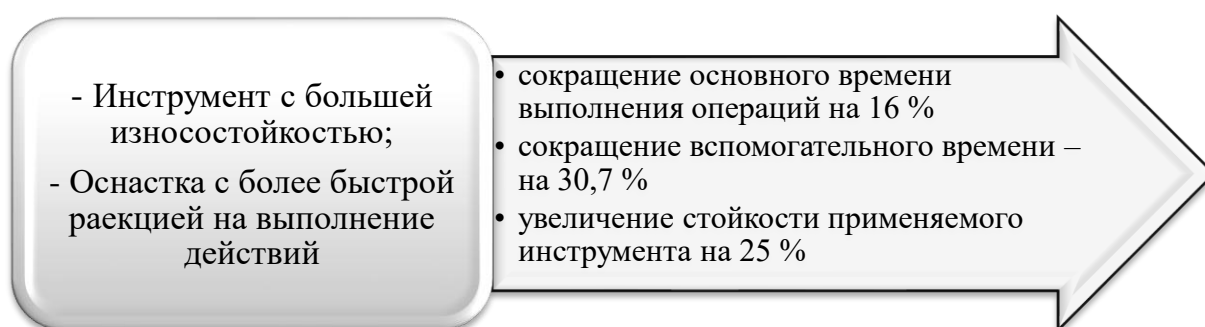


Рисунок 18 – Основные изменения технологического процесса и их технические результаты

Основываясь на технических результатах, представленных на рисунке 18, можно сделать предварительный вывод об эффективности предложенных совершенствований. Однако, для получения действительного подтверждения эффективности предложенных совершенствований, необходимо провести комплекс экономических расчетов. Этот комплекс, укрупнено, можно разделить на несколько этапов. Последовательность и название этапов, а также проводимые расчеты для их выполнения представлены на рисунке 19.



Рисунок 19 – Последовательность выполнения этапов экономических расчетов определению эффективности проекта

Представленные на рисунке 19 расчеты и методики для их проведения [6] позволят получить результаты и сделать итоговые выводы по эффективности предложенных мероприятий. Для упрощения выполнения перечисленных расчетов дополнительно используется программное обеспечение Microsoft Excel.

Результаты расчетов по определению себестоимости изготовления корпуса гидравлической помпы двух сравниваемых вариантов представлены на рисунке 20.

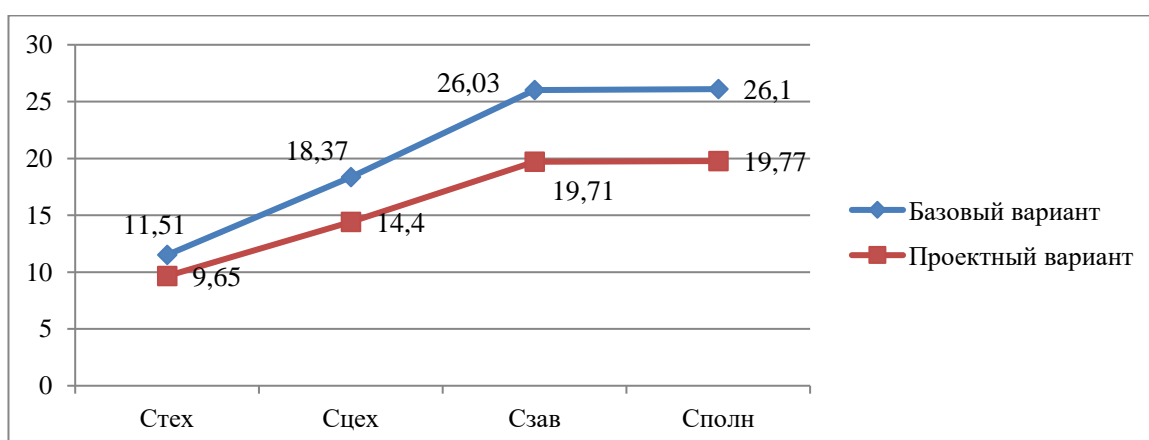


Рисунок 20 – Результаты расчетов по определению себестоимости

На рисунке 20 видно, что технологическая ( $C_{ТЕХ}$ ), цеховая ( $C_{ЦЕХ}$ ), производственная ( $C_{ЗАВ}$ ) и полная ( $C_{ПОЛН}$ ) себестоимости, по сравниваемым вариантам, в проектном варианте имеют меньшие значения. Это показывает снижение итоговых расходов на производство корпуса гидравлической помпы после предложенных совершенствований на 24,3 %.

Результаты расчетов по определению капитальных вложений в совершенствованный технологический процесс, представлены на рисунке 21.



Рисунок 21 – Результаты расчетов по определению капитальных вложений

Из рисунка 21 видно, что совершенствование технологического процесса не предполагает затраты в основное оборудование ( $K_{ОБ}$ ), так как оно не меняется. Основные затраты приходятся на сопутствующие капитальные вложения ( $K_{СОП}$ ), которые учитывают такие затраты как:

- затраты на проектирование  $Z_{ПР}$  равны 33829,04 рублей;
- затраты на оснастку  $K_{ПР}$  равны 754,97 рублей;
- затраты на инструмент  $K_{И}$  равны 507,33 рублей;
- средства в незавершенном производстве  $НЗП$  равны 28,59 рублей.

Поэтому в предложенном варианте общие капитальные вложения или

капитальные вложения в предлагаемую технологию ( $K_{ВВ.ПР}$ ) совпадают с величиной сопутствующих капитальных вложений.

Результаты расчетов по определению экономической эффективности проекта представлены на рисунке 22.



Рисунок 22 – Результаты расчетов по определению экономической эффективности

В разделе доказана экономическая целесообразность разработанного варианта технологии и, как видно из рисунка 22, предложенные совершенствования технологического процесса можно внедрять, так как это позволит получить предприятию экономический эффект в размере 6726,73 рублей.

## Заключение

В работе была разработана технология изготовления корпуса гидравлической помпы. Цель работы была достигнута за счет последовательного решения более простых задач, каждая из которых была направлена на выполнение определенного этапа в методологии проектирования детали, то есть были решены следующие задачи. Определено служебное назначение рассматриваемой детали. Доказана количественно и качественно технологичность детали. Показана реальная возможность изготовления детали. Для реализации служебного назначения детали выбран материал для заготовки. Спроектированы операции. На основе табличных данных определены режимы резания с учетом материала и характеристик режущего инструмента. Спроектированы необходимые при механической обработке заготовки приспособления. Были использованы методики определения типа производства и его стратегии; использована методика для проектирования заготовки; методика проектирования техпроцесса; методика проектирования операции и определения необходимой оснастки. На следующем этапе использована методика проектирования оснастки и режущего инструмента. Использована также методика для решения основных задач обеспечения безопасности техпроцесса. Решена задача по определению показателей экономической эффективности по современной методологии. Доказана экономическая целесообразность предлагаемых изменений технологического процесса в сравнении с базовой технологией. Выявлены опасные и вредные производственные факторы. Предложены мероприятия по защите, охране труда и окружающей среды. Предложены рекомендации для внедрения разработанного нового технологического процесса в реальном производстве. Все поставленные задачи выполнены в предлагаемой последовательности. Качество проработки данных задач определило в итоге качество проектирования техпроцесса в целом, что и способствовало достижению поставленной цели.

## Список используемых источников

1. Базров Б.М. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов. – М. : Машиностроение, 2005. 736 с.
2. Байкалова В.Н. Основы технического нормирования труда в машиностроении: учебное пособие / В.Н. Байкалова, И.Л. Приходько, А.М. Колокатов. – М. : ФГОУ ВПО МГАУ, 2005. 105 с.
3. Безъязычный В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник. – М. : Инновационное машиностроение, 2016. 568 с.
4. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. – М. : Альянс, 2015. 256 с.
5. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»: учебно- методическое пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти : изд-во ТГУ, 2018. 41 с.
6. Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ / Н.В. Зубкова. – Тольятти : ТГУ, 2015. 46 с.
7. Иванов И.С. Расчёт и проектирование технологической оснастки в машиностроении: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2015. 198 с.
8. Иванов И.С. Технология машиностроения: производство типовых деталей машин: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2014. 223 с.
9. Клепиков В.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / В.В. Бодров, В.Ф. Солдатов. – М. : ИНФРА-М, 2017. 229 с.
10. Клепиков В.В. Технология машиностроения: учебник / В.В. Клепиков, А.Н. Бодров. – М. : ФОРУМ, ИНФРА-М, 2004. 860 с.
11. Кондаков А.И. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие. – М. : КНОРУС, 2012. 400 с.



12. Клепиков В.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / В.В. Бодров, В.Ф. Солдатов. – М. : ИНФРА-М, 2017. 229 с.
13. Клепиков В.В. Технология машиностроения: учебник / В.В. Клепиков, А.Н. Бодров. – М. : ФОРУМ, ИНФРА-М, 2004. 860 с.
14. Кондаков А.И. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие. – М. : КНОРУС, 2012. 400 с.
15. Косов Н.П. Технологическая оснастка: вопросы и ответы: учебное пособие / Н.П. Косов, А.Н. Исаев, А.Г. Схиртладзе. – М. : Машиностроение, 2005. 304 с.
16. Приходько И.Л. Проектирование заготовок: учебное пособие / И.Л. Приходько, В.Н. Байкалова. – М. : Издательство РГАУ–МСХА, 2016. 171 с.
17. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2016. 330 с.
18. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 2 / А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение-1, 2001. 944 с.
19. Суслов А.Г. Технология машиностроения: учебник. – М. : КНОРУС, 2013. 336 с.
20. Сысоев С.К. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов / С.К. Сысоев, А.С. Сысоев, В.А. Левко. – СПб. : Издательство «Лань», 2016. 352 с.
21. Филонов И.П. Инновации в технологии машиностроения: учебное пособие / И.П. Филонов, И.Л. Баршай. – Минск : Вышэйшая школа, 2009. 110 с.

## Приложение А Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1																
Дубл.																
Взам.																
Подп.																
											01101 25211	1	3			
Разраб.	Филин										XXXX	XXXX				
Пров.	Гуляев										10141	00001				
Н. Контр.	Гуляев			Корпус гидравлической помпы												
M01 Сталь 45Л ГОСТ 977-88																
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код.загот.	Профиль и размеры			КД	МЗ				
M02	-	166	1,79			0,71	41211XXX	∅150x55,2			1	2,52				
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции					Обозначение документа						
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.
01А	XXXXXX	005	4110	Токарная		ИОТ И 37.101.7034-93										
02Б	391148XXX		16Б16Т1			2	15929	411	1Р	1	1	1	500	1	21	0,789
03																
04А	XXXXXX	010	4110	Токарная		ИОТ И 37.101.7034-93										
05Б	391148XXX		16Б16Т1			2	15929	411	1Р	1	1	1	500	1	21	0,872
06																
07А	XXXXXX	015	4110	Токарная		ИОТ И 37.101.7034-93										
08Б	391148XXX		16Б16Т1			2	15929	411	1Р	1	1	1	500	1	21	0,895
09																
10А	XXXXXX	020	4110	Токарная		ИОТ И 37.101.7034-93										
11Б	391148XXX		16Б16Т1			2	15929	411	1Р	1	1	1	500	1	21	0,849
12																
13А	XXXXXX	025	4223	Координатно-расточная		ИОТ И 37.101.7026-89										
14Б	3816XXX		S500			2	18632	411	1Р	1	1	1	500	1	68	4,051
МК																

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

Дубл.																	
Взам.																	
Подп.																	
										01101	25211		2	3			
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа											
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тлз.	Тшт.	
01А	XXXXXXX	030	4223	Координатно-расточная	ИОТ И 37.101.7026-89												
02Б	3816XXX		S500		2	18632	411	1Р	1	1	1	500	1	24	1,535		
03																	
04А	XXXXXXX	035	0190	Слесарная													
05Б	XXXXXXX		4407														
06																	
07А	XXXXXXX	040	0130	Моечная													
08Б	375698XXX		КММ														
09																	
10А	XXXXXXX	045	0200	Контрольная													
11																	
12А	XXXXXXX	050	4133	Координатно-шлифовальная	ИОТ И 37.101.7419-85												
13Б	38132XXX		3284СФ4		2	18873	411	1Р	1	1	1	500	1	24	1,426		
14																	
15А	XXXXXXX	055	4133	Координатно-шлифовальная	ИОТ И 37.101.7419-85												
16Б	38132XXX		3284СФ4		2	18873	411	1Р	1	1	1	500	1	31	3,253		
17																	
18А	XXXXXXX	060	0130	Моечная													
МК																	

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

Дубл.																
Взам.																
Подп.																
												01101	25211	3	3	
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции			Обозначение документа								
Б	Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит	Тлз.	Тшт.	
01Б	375698XXX		КММ													
02																
03А	XXXXXXX		065	0200	Контрольная											
04																
05																
06																
07																
08																
09																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
МК																



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 7

Дубл.											
Взам.											
Подп.											
						01101.24205	1	1			
Разраб.	Филин			ТГУ		XXXX.XXXX					
Пров.	Гуляев				10141.00001						
Н. Контр.	Гуляев			Корпус гидравлической помпы				Цех	Уч.	PM	Опер 015
КС											

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.															
Взам.															
Подп.															
						01101.25225			2			2			
Разраб.		Филин								XXXX.XXXX					
Пров.		Гуляев		ТГУ						10141.00001					
Н. Контр.		Гуляев		Корпус гидравлической помпы						Цех	Уч.	РМ	Опер 030		
Наименование операции				Материал		твёрдость	ЕВ	МД	Профиль и размеры				МЗ	КОИД	
4223 Координатно-расточная				Сталь 45Л ГОСТ 977-88		180 НВ	166	1,79	Ø150x55,2				2,52	1	
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		Т <sub>о</sub>	Т <sub>е</sub>	Т <sub>пз</sub>	Т <sub>шт</sub>	СОЖ					
400V				XXXXXX		1,010	1,448	24	1,535	Укринол- 1					
P						ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V		
01							мм	мм	мм		мм/об	об/мин	л/мин		
02	1. Установить и снять заготовку														
03	3961811XXX-приспособление специальное ГОСТ 12195-66														
04	2. Фрезеровать пов., выдерж. разм. 1-15														
05	391810XXX- фреза концевая с коническим хвостовиком Ø20 Z=6 Р6М5К5 ГОСТ 17026-71;														
06	393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83														
07	P	XX					20	20	3,0	1	0,60	875	55,0		
08	3. Сверлить отв., выдерж. разм. 16-20														
09	391267XXX- сверло Ø8 ГОСТ 10903-77 Р6М5К5; 393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 14807-69														
10	393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83														
11	P	XX					8,0	23	4,0	1	0,06/0,2	1313	33,0		
12															
ОКП															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 7

Дубл.																	
Взам.																	
Подп.																	
01101.25225													1		1		
Разраб.	Филин				ТГУ							XXXXX.XXXX 10141.00001					
Пров.	Гуляев																
Н. Контр.	Гуляев				Корпус гидравлической помпы							Цех	Уч.	РМ	Опер	030	

КЭ