

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(наименование кафедры)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»

(код и наименование направления подготовки)

Технология машиностроения

(профиль)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Технологический процесс изготовления втулки привода
гидравлического разматывателя рулонного металла

Студент	<u>А.С. Аристархов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>А.А. Козлов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>И.В. Краснопевцева</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>А.Н. Москалюк</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>В.Г. Виткалов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.т.н, доцент Н.Ю. Логинов _____
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) (личная подпись)

« _____ » _____ 2018 г.

Тольятти 2018

АННОТАЦИЯ

Аристархов Артем Сергеевич. Технологический процесс изготовления втулки привода гидравлического разматывателя рулонного металла. Кафедра: Оборудование и технологии машиностроительного производства. ТГУ Тольятти, 2018 г.

Работа рассматривает основные вопросы проектирования технологического процесса изготовления втулки привода гидравлического разматывателя рулонного металла. Основная ее часть разделена на четыре основных раздела. В первом разделе анализируются имеющиеся исходные данные и делаются соответствующие выводы о существующих недостатках и ставятся основные задачи для их устранения. Второй раздел посвящен непосредственно формированию технологического процесса и определению его основных параметров. В третьем разделе проектируются необходимые средства технологического оснащения. В четвертом разделе проводится анализ техпроцесса на предмет его безопасности и экологичности. В заключительном разделе определяются показатели эффективности работы.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Исходные данные.....	5
2 Технологическая часть работы.....	9
3 Проектирование станочного приспособления и режущего инструмента.....	26
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	33
5 Экономическая эффективность работы.....	41
Заключение.....	45
Список используемых источников.....	46
Приложения.....	50

ВВЕДЕНИЕ

Разматыватели рулонного металла необходимы на любом производстве, где применяется исходное сырье в виде металла свернутого в рулоны. Они могут быть различными по грузоподъемности, производительности, виду привода и ряду других характеристик. Одна из самых удачных конструкций основана на гидроприводе. Конструкция таких приводов достаточно проста, но ряд деталей должны быть изготовлены с высокой точностью из высокопрочных сталей. Технология их изготовления имеет ряд особенностей, которые следует учесть при разработке техпроцессов. Втулка относится к данной категории деталей. В связи с этим цель работы можно сформулировать как проектирование технологии изготовления втулки привода гидравлического разматывателя, которая позволит организовать выпуск всей годовой программы при обеспечении минимума затрат на изготовление и необходимого качества втулки.

1 Исходные данные

1.1 Служебное назначение детали

Втулка привода гидравлического разматывателя рулонного металла служит для установки в ней деталей гидравлического привода, а также подачи рабочей жидкости.

Рассматриваемая деталь устанавливается на гильзе при помощи резьбы, а с другой стороны закрывается специальной полой гайкой. Внутри втулки установлена направляющая гильза и уплотнения.

В процессе работы через отверстие во втулке рабочая жидкость поступает в гидроцилиндр, сама втулка и детали находящиеся в непосредственном контакте с ней остаются неподвижными.

Давление в гидроцилиндре может достигать десятков МПа, а так как рабочая жидкость проходит через втулку аналогичное давление возникает и там, что говорит о высоких эксплуатационных нагрузках. Исходя из конструкции втулки и условий ее работы, наиболее вероятным местом износа являются поверхности, контактирующие с уплотнениями.

Возможно возникновение незначительной коррозии. Это связано с тем, что ряд поверхностей имеют контакт с окружающей средой, а работа происходит в условиях производственного здания, где эксплуатируются самые разнообразные технологические жидкости.

1.2 Технологичность детали

Для оценки технологичности детали необходимо оценить ряд ее характеристик.

Материалом втулки является высокопрочная сталь 38ХГН ГОСТ 4543-71. применение данного материала обусловлено условиями работы детали. Для анализа материала детали необходимо оценить его химический состав и механические свойства. Согласно данным [1] данная сталь состоит из: 0,35-0,43% углерод, 0,5-0,8% хром, 0,7-1,0% никель, 0,035% сера, 0,035% фосфор, 0,17-0,37% кремний, 0,8-1,1% марганец, 0,3% медь, а основная механическая

характеристика $\sigma_B = 750$ МПа в состоянии поставки. Такие показатели полностью обеспечивают нормальное функционирование детали, но отрицательно сказываются на механической обработке, т.к. снижают обрабатываемость как быстрорежущим инструментом, так и твердосплавным инструментом $k_o = 0,7$ и $k_o = 0,8$ соответственно. Также материал детали ограничивает и способ получения заготовки. Согласно данным [2] штамповка находит наибольшее применение для получения заготовок деталей данного типа.

Конфигурация втулки несложная, содержит множество типовых элементов конструкции, характерных для деталей данного типа. Это ступенчатые наружные и внутренние поверхности, а также стандартные элементы, такие как фаски и канавки.

Заданные чертежом детали характеристики ее поверхностей приводят к выводу о том, что механическая обработка необходима для всех поверхностей. Для ряда поверхностей необходима не только черновая и получистовая, но и чистовая обработка. За технологические базы, исходя из конфигурации детали и размеров поверхностей, удобнее всего будет принять наружные и внутренние поверхности.

Все это позволит принять за базу типовой технологический процесс.

1.3 Анализ параметров техпроцесса

Для выявления дальнейшей методики проектирования техпроцесса необходимо определить тип производства. С этой целью воспользуемся следующим методом [3]. В соответствии с ним необходимо знать годовую программу и массу. Годовая программа в данном случае составляет 6000 штук в год. Для определения массы воспользуемся формулой:

$$q = V \cdot \rho \quad (1.1)$$

где V – объем;

ρ – плотность стали.

Проводим соответствующие расчеты:

$$q = \left(\frac{\pi}{4}\right) (0,135^2 \cdot 0,23 - 0,11^2 \cdot 0,025 - 0,115^2 \cdot 0,01 - 0,08^2 \cdot 0,04 - 0,075^2 \cdot 0,105 - 0,1^2 \cdot 0,017 - 0,092^2 \cdot 0,006 - 0,09^2 \cdot 0,019) \cdot 0,785 = 15,63 \text{ кг.}$$

Согласно используемой методике при таких исходных параметрах тип производства соответствует среднесерийному.

Далее в соответствии с имеющимся типом производства проводим анализ основных параметров проектируемого техпроцесса [4].

Выпуск деталей организуется партиями, которые периодически повторяются в течение года. При этом сам технологический процесс строится на основе типового, что обеспечивает необходимое качество его проектирования.

Операции чаще всего имеют последовательную структуру с возможностью применения параллельно-последовательной структуры. Оснащение операций производится чаще всего универсальным технологическим оборудованием, оснасткой для закрепления заготовок, металлорежущими инструментами и средствами проведения контроля. При этом возможно использовать оборудование, оснащенное ЧПУ, оснастку с высокой степенью механизации и автоматизации, а также специальные виды режущего инструмента, но это требует дополнительного обоснования, которое подтвердит экономическую выгоду от этих решений.

Методы проведения расчетов требуемых при проектировании техпроцесса используются упрощенные и аналитические. Технологическая документация выполняется согласно существующим нормам проектирования для среднесерийного типа производства.

1.4 Задачи работы

Выполненный анализ позволяет определить задачи, которые необходимо решить при выполнении работы:

- 1) произвести экономический анализ возможных методов получения заготовки в условиях данного типа производства;
- 2) для обеспечения условий создания оптимальных форм детали, определить технологические обработки заготовок;
- 3) основываясь на имеющихся типовых технологических процессах спроектировать разработать проектируемый технологический процесс для втулки;
- 4) для лимитирующей операции, а также для особо ответственных операций возможно проектирование специальных средств технологического оснащения;
- 5) произвести экономическое обоснование проектируемого варианта изготовления втулки.

2 Технологическая часть работы

2.1 Определение метода получения заготовки

В процессе проведения анализа техпроцесса отмечалось, что заготовку втулки лучше получать одним из методов штамповки. Рекомендации [5] предлагают в качестве метода получения заготовки штамповку на молоте с применением закрытых штампов или штамповку на ковочной машине.

Ориентировочно форма заготовки показана на рисунке 2.1.

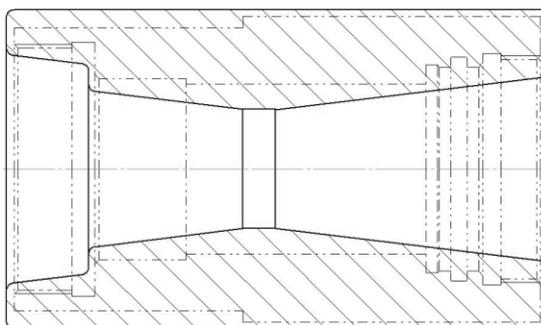


Рисунок 2.1 - Эскиз заготовки

Чтобы произвести выбор одного из этих методов, необходимо произвести ряд экономических расчетов, используя методику [6] и справочные данные [5, 6].

Согласно выбранной методике, необходимо провести сравнение общих затрат на производство деталей для каждого из методов:

$$C_T = C_{ЗАГ} \cdot Q + C_{МЕХ} (Q - q) - C_{ОТХ} (Q - q) \quad (2.1)$$

где $C_{ЗАГ}$ - стоимость за 1 кг заготовки;

$C_{МЕХ}$ - стоимость удаления 1 кг стружки при механической обработке;

$C_{ОТХ}$ - цена 1 кг стружки.

Масса детали q была определена ранее.

Массу заготовки Q можно определить исходя из массы детали с достаточной для первоначальных расчетов точностью согласно данных [7]:

$$Q_i = q \cdot K_p \quad (2.2)$$

где K_p – коэффициент способа получения заготовки и формы детали.

Подставив соответствующие значения, получаем: для штамповки на молоте в закрытых штампах $Q_1 = 15,63 \cdot 1,6 = 25,01$ кг.; для штамповки на ковочной машине $Q_2 = 15,63 \cdot 1,5 = 23,45$ кг.

Стоимость удаления 1 кг стружки при механической обработке:

$$C_{МЕХ} = C_C + E_H \cdot C_K \quad (2.3)$$

где C_C , E_H , C_K - соответствующие затраты и нормативные коэффициенты.

$$C_{МЕХ1,2} = 3,56 + 0,1 \cdot 10,35 = 4,6 \text{ руб.}$$

Стоимость за 1 кг заготовки:

$$C_{ЗАГ} = C_{ШТ} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{II} \quad (2.4).$$

где $C_{ШТ}$ - исходная стоимость штамповки;

h_T , h_M , h_C , h_B , h_{II} , - коэффициенты, учитывающие характеристики заготовки и процесса штамповки.

Получим:

$$C_{ЗАГ1} = 29,96 \cdot 1,05 \cdot 1,18 \cdot 1,0 \cdot 0,89 \cdot 1,0 = 33,04 \text{ руб.}$$

$$C_{ЗАГ2} = 29,96 \cdot 1,0 \cdot 1,18 \cdot 1,0 \cdot 0,89 \cdot 1,0 = 31,46 \text{ руб.}$$

$$C_{T1} = 33,04 \cdot 15,63 + 4,6 \cdot (25,01 - 15,63) \cdot 1,4 = 546,44 \text{ руб.}$$

$$C_{T2} = 31,46 \cdot 15,63 + 4,6 \cdot (23,45 - 15,63) \cdot 1,4 = 519,87 \text{ руб.}$$

Проведенный экономический анализ показал, что в данном случае целесообразно применить метод получения заготовок на ковочной машине.

2.2 Проектирование заготовки

Для проектирования заготовки необходимо выполнить предварительные расчеты припусков на обработку, определить технологические напуски и определить основные параметры заготовки.

Определение припусков на обработку невозможно без знания маршрута обработки для каждой поверхности. Как правило, всегда существует несколько вариантов маршрута обработки поверхности. Для корректного выбора маршрутов воспользуемся методикой [8]. Каждой поверхности необходимо присвоить свой номер (рисунок 2.2). Затем для каждой поверхности формируем маршрут обработки в соответствии с принятой методикой.

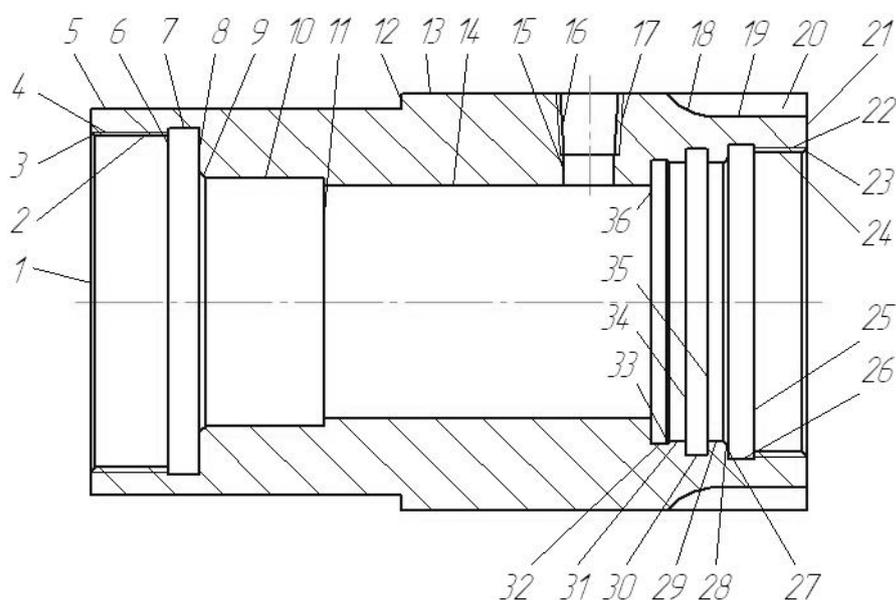


Рисунок 2.2 – Нумерация поверхностей

Поверхность 1 имеет 12 квалитет точности и параметр шероховатости Ra 12,5 мкм, что соответствует минимальному маршруту обработки, однако данная поверхность используется как базовая, поэтому ее маршрут обработки включает два перехода точения и один переход шлифования.

Поверхности 2, 24 имеют 10 квалитет точности и параметр шероховатости Ra 6,3 мкм, поэтому их маршрут обработки включает два перехода точения.

Поверхности 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 23, 25, 26, 27, 28, 32, 33, 36 имеют 12 квалитет точности и параметр шероховатости Ra 12,5 мкм, поэтому их маршрут обработки включает один переход точения.

Поверхность 4 имеет 6 квалитет точности и параметр шероховатости Ra 1,6 мкм, поэтому ее маршрут обработки включает переход точения и шлифования.

Поверхность 10 имеет 9 квалитет точности и параметр шероховатости Ra 3,2 мкм, поэтому ее маршрут обработки включает два перехода точения и два перехода шлифования.

Поверхность 11 имеет 12 квалитет точности и параметр шероховатости Ra 6,3 мкм, поэтому маршрут ее обработки включает два перехода точения.

Поверхности 14, 29 имеют 7 квалитет точности и параметр шероховатости Ra 1,25 мкм, поэтому их маршрут обработки включает два перехода точения и два перехода шлифования.

Поверхности 15, 16 имеют 10 квалитет точности и параметр шероховатости Ra 6,3 мкм, поэтому их маршрут обработки включает один переход сверления.

Поверхность 17 имеет 10 квалитет точности и параметр шероховатости Ra 6,3 мкм, поэтому ее маршрут обработки включает один переход резбонарезания.

Поверхности 18, 19, 20 имеют 12 квалитет точности и параметр шероховатости Ra 12,5 мкм, поэтому их маршрут обработки включает один переход фрезерования.

Поверхность 21 имеет 12 квалитет точности и параметр шероховатости Ra 2,5 мкм, поэтому ее маршрут обработки включает два перехода точения и два перехода шлифования.

Поверхность 22 имеет 6 квалитет точности и параметр шероховатости Ra 1,6 мкм, поэтому ее маршрут обработки включает один переход резбонарезания и один переход шлифования.

Поверхность 30 имеет 10 квалитет точности и параметр шероховатости Ra 6,3 мкм, поэтому ее маршрут обработки включает один переход точения.

Поверхность 31 имеет 7 квалитет точности и параметр шероховатости Ra 1,25 мкм, поэтому ее маршрут обработки включает два перехода точения и два перехода шлифования.

Поверхности 34, 35 имеют 8 квалитет точности и параметр шероховатости Ra 3,2 мкм, поэтому их маршрут обработки включает переход точения и переход шлифования.

Следует заметить, что деталь имеет твердость, которая может быть получена только путем термической обработки. В связи с этим после лезвийных переходов в маршруте обработки каждой поверхности следует закладывать переход термической обработки.

Далее переходим к определению припусков на обработку поверхностей, основываясь на ранее разработанных маршрутах обработки.

Для этого можно использовать несколько разнообразных методик, которые отличаются точностью расчетов. Точные поверхности рекомендуется рассчитывать, используя расчетные, более точные, методики [9].

В данном случае это поверхность $\varnothing 75H7^{+0,03}$.

Минимально возможный припуск на обработку, исходя из условия снятия дефектного слоя a , устранения погрешности установки в приспособлениях ε и пространственных отклонений Δ равен:

$$Z_{i\min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \quad (2.5)$$

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,3 + \sqrt{1,0^2 + 0,025^2} = 1,3$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,1^2 + 0,025^2} = 0,763$$

$$Z_{3\min} = a_{TO} + \sqrt{\Delta_{TO}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,25 + \sqrt{0,04^2 + 0,02^2} = 0,295$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,09 + \sqrt{0,016^2 + 0,02^2} = 0,155$$

Максимально возможный припуск на обработку, исходя из условия обеспечения допуска на операцию, равен:

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5 \cdot (\Delta D_{i-1} + TD_i) \quad (2.6)$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5 \cdot (\Delta D_0 + TD_1) = 1,3 + 0,5 \cdot (0,8 + 0,30) = 2,85$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5 \cdot (\Delta D_1 + TD_2) = 0,763 + 0,5 \cdot (0,43 + 0,10) = 1,028$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5 \cdot (\Delta D_{TO} + TD_3) = 0,295 + 0,5 \cdot (0,18 + 0,039) = 0,405$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5 \cdot (\Delta D_3 + TD_4) = 0,155 + 0,5 \cdot (0,039 + 0,025) = 0,187$$

Среднеарифметическое значение припусков равно:

$$Z_{cpi} = \frac{Z_{i\max} + Z_{i\min}}{2} \quad (2.7)$$

$$Z_{cp1} = \frac{Z_{1\max} + Z_{1\min}}{2} = \frac{3 + 2,85}{2} = 2,075$$

$$Z_{cp2} = \frac{Z_{2\max} + Z_{2\min}}{2} = \frac{0,763 + 1,028}{2} = 0,896$$

$$Z_{cp3} = \frac{Z_{3\max} + Z_{3\min}}{2} = \frac{0,295 + 0,405}{2} = 0,35$$

$$Z_{cp4} = \frac{Z_{4\max} + Z_{4\min}}{2} = \frac{0,155 + 0,187}{2} = 0,171$$

Минимальные и максимальные диаметры для каждого перехода соответственно:

$$D_{(i-1)\min} = D_{i\min} + 2 \cdot Z_{i\min} \quad (2.8)$$

$$D_{(i-1)\max} = D_{(i-1)\min} - TD_{i-1} \quad (2.9)$$

Также необходимо учесть наличие перехода термообработки. Для него минимальный диаметр равен:

$$D_{(TO-1)\min} = D_{(i-1)\min} \cdot 0,999 \quad (2.10)$$

$$\begin{aligned}
D_{4\min} &= 75,000 \\
D_{4\max} &= 75,030 \\
D_{3\max} &= D_{4\max} - 2 \cdot Z_{4\min} = 75,03 - 2 \cdot 0,187 = 74,656 \\
D_{3\min} &= D_{3\max} - TD_3 = 74,656 - 0,1 = 74,556 \\
D_{TO\max} &= D_{3\max} - 2 \cdot Z_{3\min} = 74,656 - 2 \cdot 0,405 = 73,647 \\
D_{TO\min} &= D_{TO\max} - TD_{TO} = 73,647 - 0,18 = 73,476 \\
D_{2\max} &= D_{TO\max} \cdot 0,999 = 73,476 \cdot 0,999 = 73,394 \\
D_{2\min} &= D_{2\max} - TD_2 = 73,394 - 0,1 = 73,294 \\
D_{1\max} &= D_{2\max} - 2 \cdot Z_{2\min} = 73,394 - 2 \cdot 1,028 = 71,338 \\
D_{1\min} &= D_{1\max} - TD_1 = 71,338 - 0,3 = 71,038 \\
D_{0\max} &= D_{1\max} - 2 \cdot Z_{1\min} = 71,338 - 2 \cdot 2,85 = 65,638 \\
D_{0\min} &= D_{0\max} - TD_0 = 65,638 - 2,8 = 62,838
\end{aligned}$$

Средние диаметры для каждого перехода:

$$D_{icc} = \frac{D_{imax} + D_{imin}}{2} \quad (2.11)$$

$$\begin{aligned}
D_{cp0} &= \frac{D_{0\max} + D_{0\min}}{2} = \frac{65,638 + 62,838}{2} = 64,238 \\
D_{cp1} &= \frac{D_{1\max} + D_{1\min}}{2} = \frac{71,338 + 71,038}{2} = 71,188 \\
D_{cp2} &= \frac{D_{2\max} + D_{2\min}}{2} = \frac{73,394 + 73,294}{2} = 73,344 \\
D_{cpTO} &= \frac{D_{TO\max} + D_{TO\min}}{2} = \frac{73,647 + 73,476}{2} = 73,562 \\
D_{cp3} &= \frac{D_{3\max} + D_{3\min}}{2} = \frac{74,656 + 74,556}{2} = 74,606 \\
D_{cp4} &= \frac{D_{4\max} + D_{4\min}}{2} = \frac{75,03 + 75,00}{2} = 75,015
\end{aligned}$$

Суммарные припуски на поверхность:

$$2Z_{\min} = D_{4\min} - D_{0\max} \quad (2.12)$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + TD_0 + TD_4 \quad (2.13)$$

$$2Z_{cp} = \frac{2Z_{\min} + 2Z_{\max}}{2} \quad (2.14)$$

$$2Z_{\min} = 75,000 - 65,638 = 9,362$$

$$2Z_{\max} = 9,362 + 2,8 + 0,03 = 12,192$$

$$2Z_{cp} = 0,5 \cdot (9,362 + 12,192) = 10,777$$

Для остальных поверхностей допускается использование упрощенной методики [10], которая подразумевает определение $Z_{i\min}$ по табличным значениям, $Z_{i\max}$ с использованием формулы 2.6. В результате проведения расчетов получим следующие результаты.

Для переходов обработки поверхности 1: точение $Z_{\min} = 2,5$ мм, $Z_{\max} = 4,53$ мм; точение чистовое $Z_{\min} = 1,0$ мм, $Z_{\max} = 1,323$ мм; шлифование $Z_{\min} = 0,5$ мм, $Z_{\max} = 0,757$ мм.

Для переходов обработки поверхности 10: точение $Z_{\min} = 0,9$ мм, $Z_{\max} = 2,45$ мм; точение чистовое $Z_{\min} = 0,7$ мм, $Z_{\max} = 0,839$ мм.

Для переходов обработки поверхности 21: точение $Z_{\min} = 2,5$ мм, $Z_{\max} = 4,53$ мм; точение чистовое $Z_{\min} = 1,0$ мм, $Z_{\max} = 1,323$ мм; шлифование $Z_{\min} = 0,5$ мм, $Z_{\max} = 0,757$ мм; шлифование чистовое $Z_{\min} = 0,3$ мм, $Z_{\max} = 0,372$ мм.

Для переходов обработки поверхностей 29, 31: точение $Z_{\min} = 0,9$ мм, $Z_{\max} = 2,475$ мм; точение чистовое $Z_{\min} = 0,7$ мм, $Z_{\max} = 0,945$ мм; шлифование $Z_{\min} = 0,5$ мм, $Z_{\max} = 0,599$ мм; шлифование чистовое $Z_{\min} = 0,3$ мм, $Z_{\max} = 0,346$ мм.

Для перехода обработки поверхностей 34, 35: шлифование $Z_{\min} = 0,5$ мм, $Z_{\max} = 0,54$ мм.

Все остальные параметры заготовки представлены на соответствующем чертеже и определены в соответствии с данными [11].

2.3 Проектирование маршрута изготовления детали

Имея маршруты обработки для каждой поверхности сформируем маршрут изготовления всей детали. Для его корректного формирования будем использовать рекомендации [12], а также типовые маршруты для деталей данного типа [13, 14].

Получим следующий маршрут изготовления детали:

На 005 Токарной операции обработке подвергаются следующие поверхности: 13, 14, 21, 24, 27, 29, 36.

На 010 Токарной операции обработке подвергаются следующие поверхности: 2, 5, 8, 10, 11, 12.

На 015 Токарной операции обработке подвергаются следующие поверхности: 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36.

На 020 Токарной операции обработке подвергаются следующие поверхности: 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14.

На 025 Сверлильной операции обработке подвергаются следующие поверхности: 15, 16, 17.

На 030 Фрезерной операции обработке подвергаются следующие поверхности: 18, 19, 20.

На 035 Термической операции обработке подвергаются все поверхности.

На 040 Шлифовальной операции обработке подвергаются следующие поверхности: 21, 29, 31.

На 045 Шлифовальной операции обработке подвергаются следующие поверхности: 1, 10, 11, 14.

На 050 Шлифовальной операции обработке подвергаются следующие поверхности: 21, 29, 31.

На 055 Шлифовальной операции обработке подвергаются следующие поверхности: 34, 35.

На 060 Шлифовальной операции обработке подвергаются следующие поверхности: 14.

На 065 Шлифовальной операции обработке подвергаются следующие поверхности: 22.

На 070 Шлифовальной операции обработке подвергаются следующие поверхности: 4.

На 075 Моечной операции мойке и сушке подвергаются все поверхности.

На 080 Контрольной операции контролю подвергаются все поверхности согласно карте контроля.

Следующим этапом выполняется проектирование схем базирования для каждой операции согласно правилам и рекомендациям по базированию заготовок [15].

Более подробно полученные схемы базирования и маршрут изготовления представлены на листе технологического процесса, там же представлены расчетные допуски на каждую операцию, которые определялись по данным [16].

2.4 Выбор средств оснащения техпроцесса

Выбор средств оснащения техпроцесса задача сложная и имеющая множество решений. В ходе ее решения необходимо выбрать такое сочетание металлорежущих станков, станочных приспособлений, металлорежущего инструмента, а также контрольных приборов и приспособлений, которое обеспечит наилучшие показатели техпроцесса.

Выбор станков проводится по рекомендациям и данным [17, 18].

Таблица 2.1 – Металлорежущие станки

№ операции	Наименование	Поверхности для обработки	Модель станка
1	2	3	4
005	Токарная	13, 14, 21, 24, 27, 29	Токарный с ЧПУ 16К20Ф3
010	Токарная	2, 5, 8, 10, 11	Токарный с ЧПУ 16К20Ф3
015	Токарная	21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36	Токарный с ЧПУ 16К20Ф3
020	Токарная	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14	Токарный с ЧПУ 16К20Ф3

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4
025	Сверлильная	15, 16, 17	Вертикально-сверлильный 2Н135Ф2-1
030	Фрезерная	18, 19, 20	Горизонтально-фрезерный 6Р80
035	Термическая	все	
040	Шлифовальная	21, 29, 31	Внутришлифовальный 3К228
045	Шлифовальная	10, 11, 14	Внутришлифовальный 3К228
050	Шлифовальная	21, 29, 31	Внутришлифовальный 3К228
055	Шлифовальная	34, 35	Внутришлифовальный 3К228
060	Шлифовальная	14	Внутришлифовальный 3К228
065	Шлифовальная	22	Резьбошлифовальный 5К822В
070	Шлифовальная	4	Резьбошлифовальный 5К822В
075	Моечная	Все	
080	Контрольная	Все	

Выбор станочных приспособлений проводится по рекомендациям и данным [17, 19].

Таблица 2.2 – Станочные приспособления

№ операции	Наименование	Базирующие элементы	Тип станочного приспособления
1	2	3	4
005	Токарная	Торец кулачков	Патрон трехкулачковый 7100-0059 ГОСТ2675-80
010	Токарная	Торец кулачков	Патрон трехкулачковый 7100-0059 ГОСТ2675-80
015	Токарная	Упор	Оправка цанговая

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4
020	Токарная	Упор	Оправка цанговая
025	Сверлильная	Установочные штыри ГОСТ4743-83	Оправка кулачковая, делительная головка
030	Фрезерная	Упор	Оправка цанговая, делительная головка
035	Термическая		
040	Шлифовальная	Торец оправки	Оправка с гофрированной втулкой
045	Шлифовальная	Торец оправки	Оправка с гофрированной втулкой
050	Шлифовальная	Торец оправки	Оправка с гофрированной втулкой
055	Шлифовальная	Торец оправки	Оправка с гофрированной втулкой
060	Шлифовальная	Торец оправки	Оправка с гофрированной втулкой
065	Шлифовальная	Торец оправки	Оправка с гофрированной втулкой
070	Шлифовальная	Торец оправки	Оправка с гофрированной втулкой
075	Моечная		
080	Контрольная		

Выбор металлорежущего инструмента проводится по рекомендациям и данным [17, 20].

Таблица 2.3 – Металлорежущий инструмент

№ операции	Наименование	Материал режущей части	Наименование инструмента
1	2	3	4
005	Токарная	T5K10	Резцы расточной, контурный по ГОСТ18879-73
010	Токарная	T5K10	Резцы расточной, контурный по ГОСТ18879-73
015	Токарная	T30K4, T5K10	Резцы подрезной, расточной, расточной канавочный по ГОСТ18879-73
020	Токарная	T30K4, T5K10	Резцы подрезной, расточной, расточной канавочный по ГОСТ18879-73
025	Сверлильная	P18, P6M5	Сверло Ø16 ГОСТ10903-77, зенкер Ø16 ГОСТ12489-71, метчик M12 ГОСТ3266-81
030	Фрезерная	P6M5	Фреза дисковая специальная
035	Термическая		
040	Шлифовальная	Электрокорунд белый	Круги шлифовальные 6-50x13-32 25A80K6V30м/с1А, 1- 32x13x40 24A60K7V30м/с1А
045	Шлифовальная	Электрокорунд белый	Круги шлифовальные 6-50x13-32 25A80K6V30м/с1А, 1- 32x13x40 24A60K7V30м/с1А
050	Шлифовальная	Электрокорунд белый	Круги шлифовальные 11-50x13x35 24A80M7V35м/с1А, 1-50x13x30 24A80M7V35м/с1А

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4
055	Шлифовальная	Электрокору нд белый	Круг шлифовальный 6-50x13x32 24A90K7V30м/с1А
060	Шлифовальная	Электрокору нд белый	Круг шлифовальный 1-32x13x40 24A80K7V30м/с1А
065	Шлифовальная	Электрокору нд белый	Круг шлифовальный 4- 250x76,2x10 24A90M6V30м/с1А
070	Шлифовальная	Электрокору нд белый	Круг шлифовальный 4- 250x76,2x10 24A90M6V30м/с1А
075	Моечная		
080	Контрольная		

Выбор контрольных приборов и приспособлений проводится по рекомендациям и данным [17, 21].

Таблица 2.4 – Контрольные приборы и приспособления

№ операции	Наименование	Точность	Наименование контрольных приборов и приспособлений
1	2	3	4
005	Токарная	12	Нутромер ГОСТ10-88, штангенциркуль ГОСТ166-89
010	Токарная	12	Нутромер ГОСТ10-88, штангенциркуль ГОСТ166-89
015	Токарная	10	Калибр, нутромер ГОСТ10-88
020	Токарная	10	Калибр, нутромер ГОСТ10-88
025	Сверлильная	10	Калибр
030	Фрезерная	12	Калибр
040	Шлифовальная	8	Нутромер ГОСТ10-88

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4
045	Шлифовальная	8	Нутромер ГОСТ10-88
050	Шлифовальная	7	Скоба рычажная ГОСТ11098-75
055	Шлифовальная	8	Калибр
060	Шлифовальная	7	Калибр
065	Шлифовальная	6	Калибр
070	Шлифовальная	6	Калибр

2.5 Определение режимов резания

Анализ параметров техпроцесса показал, что для принятого типа производства режимы резания на операции определяются упрощенным методом при помощи справочных данных [22]. Данная методика дает усредненные режимы, которые не всегда являются оптимальными в конкретных производственных условиях. Они не учитывают состояния оборудования, оснастки и организационных особенностей предприятия. Поэтому, при внедрении техпроцесса в производство определенные по данной методике режимы могут корректироваться как в сторону их снижения, так и увеличения.

Таблица 2.5 – Определение режимов резания

№ перехода	S_o	V	n	L_{PX}	T_o	$T_{шт}$
1	2	3	4	5	6	7
005 Токарная						
1	0,4	135	320	160	1,25	2,85
2	0,32	148	630	170	0,84	
010 Токарная						
1	0,4	126	320	120	0,94	2,26

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6	7
2	0,32	159	630	95	0,47	
015 Токарная						
1	0,28	286	960	20	0,08	1,63
2	0,2	226	960	70	0,36	
3	0,15	101	320	9	0,19	
4	0,15	101	320	7	0,15	
5	2	98	320	20	0,16	
020 Токарная						
1	0,28	286	960	10	0,04	
2	0,2	226	960	200	1,04	
1	2	3	4	5	6	7
3	0,15	101	320	4	0,08	2,22
4	2	100	320	27	0,21	
025 Сверлильная						
1	0,32	23	450	35	0,24	1,05
2	0,5	22	450	23	0,1	
3	1,5	14,5	180	23	0,09	
030 Фрезерная						
1	0,06	35	80	108	0,7	1,56
040 Шлифовальная						
1	0,014	30	360	19	0,54	1,6
2	0,010	40	360	0,5	0,34	
045 Шлифовальная						
1	0,014	25	360	8	0,25	3,16
2	0,017	30	360	42	0,83	
3	0,017	30	360	107	1,66	
050 Шлифовальная						

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6	7
1	0,011	40	360	19	0,72	1,84
2	0,005	45	360	0,3	0,38	
055 Шлифовальная						
1	0,005	30	360	5	2,5	2,9
060 Шлифовальная						
1	0,011	36	360	107	1,89	2,46
065 Шлифовальная						
1	2	25	32	18	0,84	1,62
070 Шлифовальная						
1	2	25	32	26	1,22	2

3 Проектирование станочного приспособления и режущего инструмента

3.1 Проектирование станочного приспособления

Станочное приспособление спроектируем для операции шлифования торцевой и внутренней поверхности $\varnothing 90H7^{+0,035}$. Выбор этой операции для проектирования оснастки связан с тем, что реализовать разработанную ранее схему базирования и обеспечить заданную точность обработки (рисунок 3.1) путем применения стандартных приспособлений не представляется возможным.

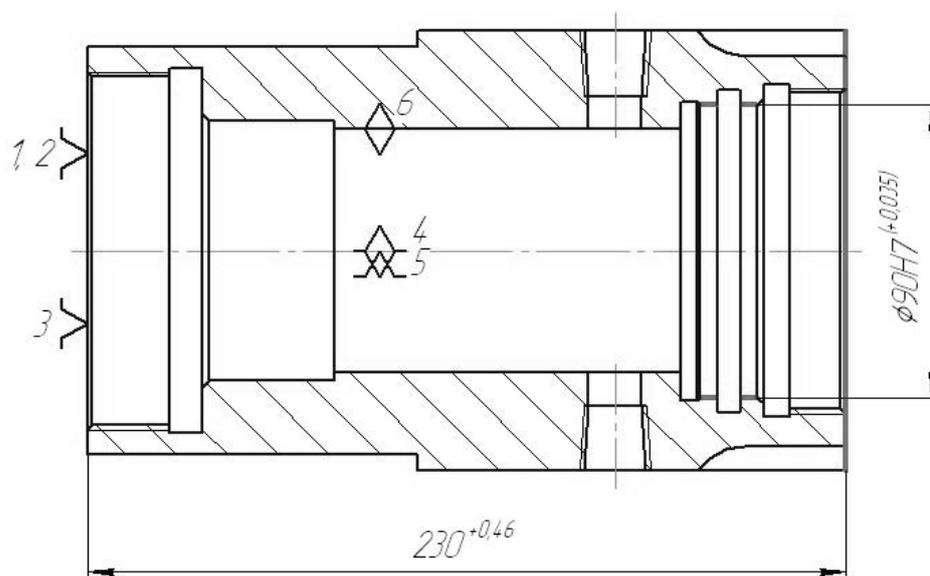


Рисунок 3.1 – Эскиз выполнения операции

Проведя анализ литературы [23, 24] было принято решение проектировать приспособление, которое представляет собой оправку с гофрированной втулкой. Для этой цели используется методика [25].

Определение размеров и силовых характеристик гофрированной втулки (рисунок 3.2) производится по размерам поверхности закрепления по данным [25].

Основные размеры втулки по рисунку 3.2 в миллиметрах: $D_1 = 74,5h9$, $D_2 = 54,7h6$, $d_1 = 70,5H9$, $d_2 = 53H4$, $L = 37$, $l = 14$, $l_1 = 11,5$, $l_2 = 6,5$, $l_3 = 7$.

Остальные параметры втулки определяются согласно расчетам.

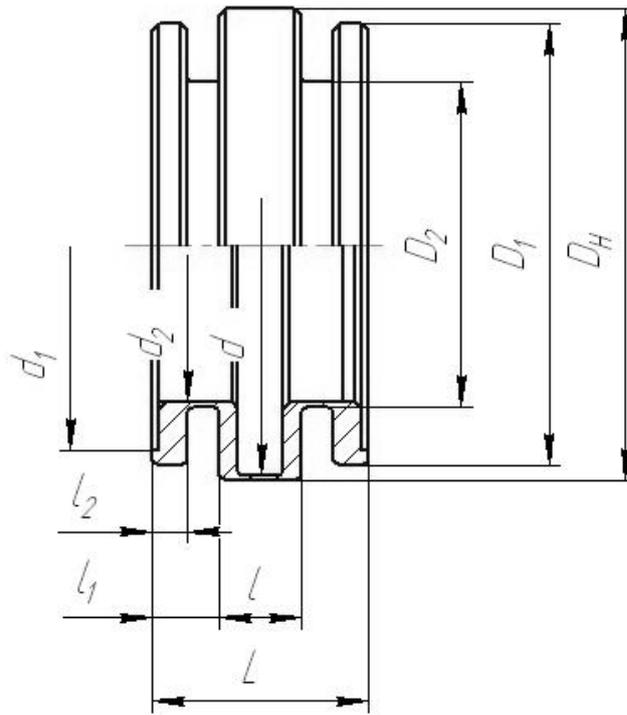


Рисунок 3.2 – Размеры втулки

$$D_H = d_3 - \Delta_{\text{ГАР}} \quad (3.1)$$

где d_3 - диаметр закрепления;

$\Delta_{\text{ГАР}}$ - минимальный зазор.

$$D_H = 75 - 0,030 = 74,97 \text{ мм.}$$

$$d = D_H - 2h \quad (3.2)$$

$$d = 74,97 - 2 \cdot 1,1 = 72,77 \text{ мм.}$$

Увеличение D_H :

$$\Delta D_H = \delta D_H + \delta d_3 + \Delta_{\text{ГАР}}, \quad (3.3)$$

где δD_H - допуск на D_H ;

δd_3 - допуск на d_3 .

$$\Delta D_H = 0,005 + 0,039 + 0,030 = 0,074 \text{ мм.}$$

Далее необходимо определить усилие для сжатия, прикладываемое к втулке для обеспечения надежного ее закрепления:

$$P_3 = \frac{D_H}{x}, \quad (3.4)$$

где x - коэффициент определяемый расчетом.

$$P_3 = \frac{74,97}{0,0072} = 10413 \text{ Н.}$$

Далее необходимо провести проверку оправки на удержание втулки в процессе резания. Для этого необходимо сравнить крутящий момент, который может передать оправка с крутящим моментом, возникающим при резании.

Момент, который может передать оправка, определяется:

$$M_{кр.зав.} = 1,5\pi d_3^2 P_3 n 10^{-4} \quad (3.5)$$

где n – число гофр.

$$M_{кр.зав.} = 1,5\pi \cdot 75^2 \cdot 10413 \cdot 10^{-4} = 27588 \text{ Нмм.}$$

Условие прохождения оправкой проверки можно сформулировать так:

$$M_{кр.зав.} \geq K \cdot M_{кр} \quad (3.6)$$

где K – коэффициент гарантированного запаса.

$$\text{Тогда, } K \cdot M_{кр} = 2,5 \cdot 3500 = 8750 \text{ Нмм.}$$

$$27588 \geq 8750 - \text{условие выполняется.}$$

Далее произведем расчет силового привода для создания необходимого усилия на деформацию втулки $Q = P_3$. Расчет заключается в определении

диаметра поршня привода. Следует учесть, что рабочая среда подается в штоковую полость цилиндра, поэтому диаметр определяется:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2}, \quad (3.7)$$

где P - давление, создаваемое воздухом;

d – диаметр штока.

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 10413}{0,4} + 40^2} = 118 \text{ мм.}$$

Данное значение округляем до ближайшего большего $D = 120$ мм.

Далее рассчитываем точность приспособления. Для этого необходимо составить схему погрешностей (рисунок 3.3).

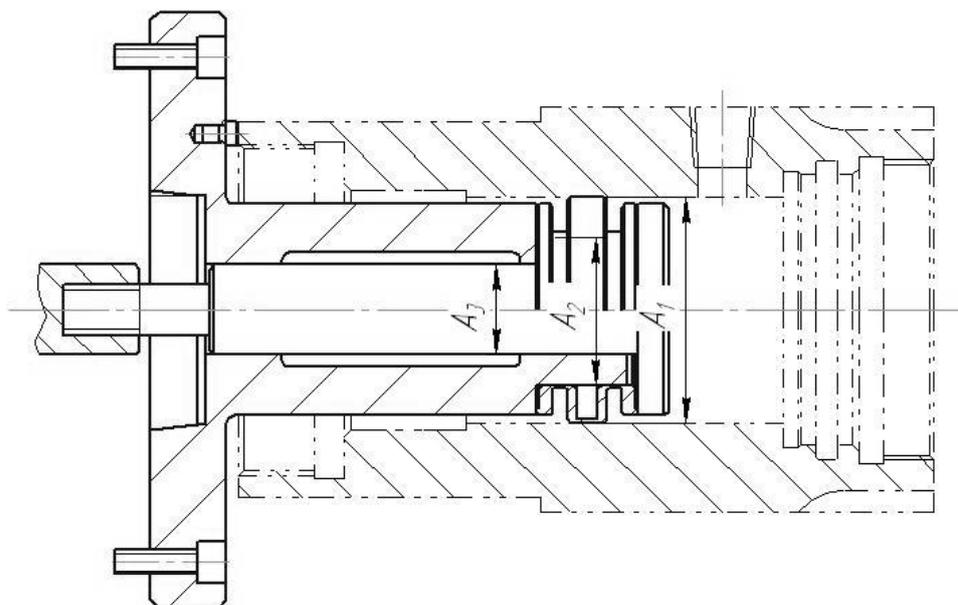


Рисунок 3.3 - Схема погрешностей

$$\varepsilon_y = \frac{\omega \cdot A_{\Delta}}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2}, \quad (3.8)$$

где Δ_1, Δ_2 - колебания соответствующих сопряжений;

Δ_3 – допуск на соответствующий размер.

Рассчитанная точность приспособления должна быть меньше допустимой

точности, которая составляет $\varepsilon_y^{\text{don}} = 0,3 \cdot Td$.

Проведем соответствующие расчеты:

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,005^2 + 0,014^2 + 0,028^2} = 0,01 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_y^{\text{don}} = 0,3 \cdot 0,035 = 0,011 \text{ мм.}$$

Необходимое условие выполнено, значит, оправка обеспечивает необходимую точность обработки.

Затем необходимо назначить технические требования на оправку и подробно проработать ее конструкцию, что представлено на соответствующем чертеже.

3.2 Проектирование режущего инструмента

В данном технологическом процессе одна из самых загруженных операций 030 Фрезерная, эскиз которой представлен на рисунке 3.4. Проектирование осуществляется по данным [26]. Выбираем конструкцию фрезы со вставными ножами трапецеидального типа.

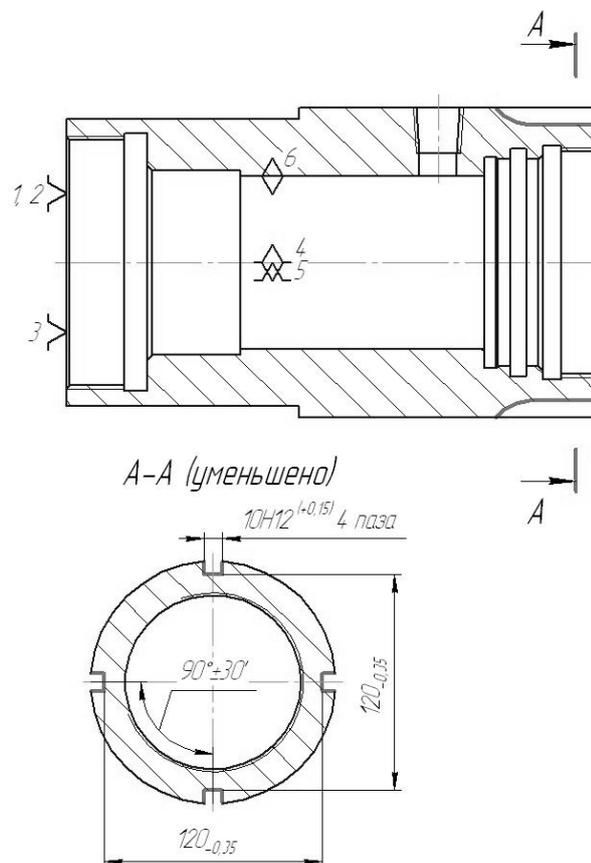


Рисунок 3.4 - Эскиз выполнения операции

Определяем внешний диаметр фрезы:

$$d_a = 0,12 \cdot B^{0,25} \cdot t^{0,09} \cdot S_z^{0,55} \cdot l^{0,75} \cdot y^{-0,25} + 2 \cdot (t^l + \Delta) \quad (3.9)$$

где B , t , S_z - режимы фрезерования;

l , y , Δ - конструктивные параметры оборудования;

t^l - глубина выполняемого паза.

$$d_a = 0,12 \cdot 10^{0,25} \cdot 7,5^{0,09} \cdot 0,06^{0,55} \cdot 80^{0,75} \cdot 0,4^{-0,25} + 2 \cdot (7,5 + 10) = 241,15 \text{ мм.}$$

Округляем до стандартного значения $d_a = 250$ мм.

Рассчитываем число зубьев.

$$z = 360 \frac{\xi}{\psi}, \quad (3.10)$$

где ξ - коэффициент фрезерования;

ψ - угол, учитывающий геометрию контакта фрезы с заготовкой.

$$\psi = \arccos\left(1 - \frac{2t}{d_a}\right) \quad (3.11)$$

Производим расчеты:

$$\psi = \arccos\left(1 - \frac{2 \cdot 7,5}{250}\right) = 22,5.$$

$$z = 360 \frac{2}{22,5} = 32.$$

Посадочное отверстие под крепление фрезы принимается равной $d = 40$ мм.

Остальные конструктивные и геометрические параметры представлены на соответствующем чертеже.

В конструкцию фрезы внесены ряд изменений. Усовершенствована конструкция крепления режущих зубьев и их конструкции по рекомендациям [27]. Зубья фрезы выполнены с двумя режущими кромками, одна половина левосторонними другая половина правосторонними при этом они чередуются через один. В результате в 5 раз повысилась производительность обработки.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Задача раздела заключается в определении вероятных рисков и вредных производственных факторов, а также разработке мероприятий по снижению их влияния для производственного участка механической обработки втулки привода гидравлического разматывателя рулонного металла. Выполнение раздела производится по данным [27].

4.1 Назначение и планировка участка

Назначение производственного участка заключается в выполнении операций механической обработки втулки привода гидравлического разматывателя рулонного металла в условиях среднесерийного типа производства. Планировка участка приведена на рисунке 4.1.

4.2 Состав оборудования

Состав оборудования, используемого на участке, приведен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Состав оборудования

№ п/п	Оборудование	Количество, шт
1	Токарный с ЧПУ 16К20Ф3	4
2	Вертикально-сверлильный с ЧПУ 2Н135Ф2	1
3	Горизонтально-фрезерный 6Р80	1
4	Внутришлифовальный 3К228	5
5	Резьбошлифовальный 5К822В	2
6	Моечная машина	1
Итого:		14

4.3 Технологический маршрут изготовления

В таблице 4.2 представлен технологический маршрут изготовления втулки привода гидравлического разматывателя рулонного металла.

Таблица 4.2 – Технологический маршрут изготовления

Наименование цеха	Номер операции	Наименование операции	Применяемое оборудование	Содержание операции
1	2	3	4	5
Кузнечный	000	Заготовительная	Горизонтально-ковочная машина	Получение заготовки
Механический	005	Токарная	Токарный с ЧПУ 16К20Ф3	Точение контура, растачивание

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5
				отверстий
Механический	010	Токарная	Токарный с ЧПУ 16К20Ф3	Точение контура, растачивание отверстий
Механический	015	Токарная	Токарный с ЧПУ 16К20Ф3	Точение контура, растачивание отверстий
Механический	020	Токарная	Токарный с ЧПУ 16К20Ф3	Точение контура, растачивание отверстий
Механический	025	Сверлильная	Вертикально-сверлильный 2Н135Ф2-1	Сверление отверстия, нарезание резьбы
Механический	030	Фрезерная	Горизонтально-фрезерный 6Р80	Фрезерование пазов
Термический	035	Термическая		
Механический	040	Шлифовальная	Внутришлифовальный 3К228	Шлифование отверстия
Механический	045	Шлифовальная	Внутришлифовальный 3К228	Шлифование отверстия
Механический	050	Шлифовальная	Внутришлифов	Шлифование

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5
кий			альный 3К228	отверстия
Механический	055	Шлифовальная	Внутришлифовальный 3К228	Шлифование отверстия
Механический	060	Шлифовальная	Внутришлифовальный 3К228	Шлифование отверстия
Механический	065	Шлифовальная	Резьбошлифовальный 5К822В	Шлифование отверстия
Механический	070	Шлифовальная	Резьбошлифовальный 5К822В	Шлифование отверстия
Механический	075	Моечная	Моечная машина	Промывка, обдувка, сушка
Механический	080	Контрольная	-	Контроль основных параметров

Операции 030 Фрезерная и 040 Шлифовальная были усовершенствованы, поэтому для данных операций необходимо провести анализ возможных рисков и вредных производственных факторов, а также разработку мероприятий по снижению их влияния на работников производственного участка.

4.4 Анализ вредных производственных факторов

Таблица 4.3 – Вредные производственные факторы

№ п/п	Технологические операции	Вредные производственные факторы	Мероприятия, которые позволят уменьшить вредные воздействия
1	2	3	4
1	Фрезерная	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отлетающая стружка; 2. Повышенная температура поверхностей обрабатываемой заготовки; 3. Испарения смазочно-охлаждающей жидкости; 4. Повышенный уровень вибрации и шума от производственного оборудования. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Применение спецодежды, защитных экранов. 2. Применение спецодежды и защитных очков; 3. Применение смазочно-охлаждающей жидкости на синтетической основе и местной вытяжной вентиляции. 4. Применение установки оборудования на виброопоры. Применение виброгасящих ковриков. Применение

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
			шумопоглощающих наушников, беруш и защитных акустических экранов.
2	Шлифовальная	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отлетающая стружка; 2. Повышенная температура поверхностей обрабатываемой заготовки; 3. Испарения смазочно-охлаждающей жидкости; 4. Повышенный уровень вибрации и шума от производственного оборудования. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Применение спецодежды, защитных экранов; 2. Применение спецодежды и защитных очков; 3. Применение смазочно-охлаждающей жидкости на синтетической основе и местной вытяжной вентиляции. 4. Применение установки оборудования на виброопоры. Применение виброгасящих ковриков. Применение шумопоглощающих

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
			наушников, беруш и защитных акустических экранов.

Результатом выполнения данного раздела стал анализ рисков и вредных факторов, воздействие которых возможно на работников участка изготовления втулки привода гидравлического разматывателя рулонного металла. Это позволило предложить ряд мероприятий, направленных на снижение влияния выявленных рисков и вредных факторов на работников участка.

5 Экономическая эффективность работы

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта, определить экономический эффект от предложенных технических решений.

Особенностью совершенствования технологического процесса является то, что предлагается совершенствовать 2 операции базового варианта: токарную (операция 005) и фрезерную (операция 030). На токарной операции совершенствование коснулось замены 3-хулачкового патрона с ручным зажимом на 3-хулачковый патрон с гидравлическим приводом. Кроме того, были проведены уточняющие расчеты по определению режимов резанья, в результате которых было достигнуто снижение трудоемкости. На фрезерной операции было предложено использовать сборную дисковую фрезу $\varnothing 250$ мм, режущая часть которой выполнена из быстрорежущей стали Р6М5, а корпус – из стали 40Х. Более полное описание изменяемых операций базового и проектного вариантов представлено в предыдущих разделах, поэтому описывать их еще раз нет необходимости.

Кроме описания изменяющихся технических параметров процесса изготовления, для проведения расчетов, связанных с определением экономической эффективности, потребуется знание программы выпуска, которая была выдана руководителем работы и составляет 4000 штук в год.

Так как масса заготовки и способ ее получения не меняются в ходе совершенствования технологического процесса изготовления детали, поэтому расходы, связанные с основными материалами проводить не целесообразно, потому что они останутся без изменения и на результат всех расчетов оказывать влияния не будут.

Для определения всех остальных параметров данного раздела будет применена следующая методика расчета [28]:

- методика расчета капитальных вложений в основное технологическое

оборудование;

- методика определения технологической себестоимости;
- методика калькулирования себестоимости;
- методика экономического обоснования эффективности предлагаемых

мероприятий.

Расчеты по представленным методикам проводились с применением пакета программного обеспечения Microsoft Excel.

Для проведения соответствующих расчетов, кроме описания технологии изготовления и программного обеспечения, также необходимы следующие значения:

- стоимостные, эксплуатационные и размерные характеристики оборудования, оснастки и инструмента, так как данные величины напрямую оказывают влияние на итоговые результаты расчета;

- нормативные и тарифные значения расходных параметров, таких как вода, электроэнергия, сжатый воздух и т.д.;

- часовые тарифные ставки основных рабочих, занятых на выполнении анализируемой операции.

Используя все необходимые данные, были получены значения: удельных капитальных вложений на единицу продукции, технологической и полной себестоимости, по сравниваемым вариантам, которые представлены на рисунке 5.1.

Анализируя представленные на рисунке 5.1 значения, можно сказать, что при изменении технологического процесса увеличатся удельные затраты на единицу продукции на 3,22 руб., что составит 6,1%. Это связано с тем, что возникает необходимость приобретения нового инструмента и оснастки, а также появляются затраты, связанные с проектированием совершенствований технологического процесса.

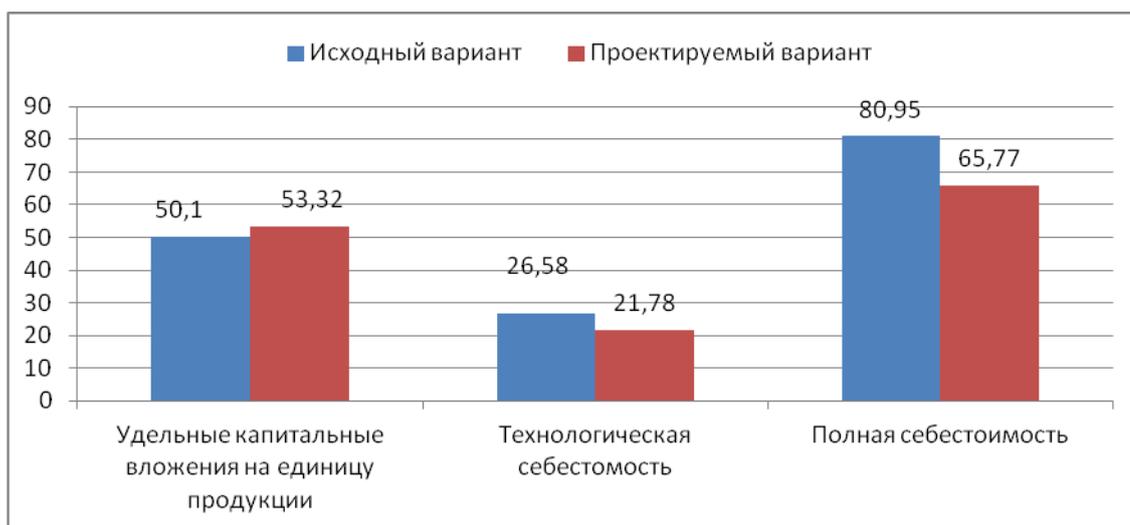


Рисунок 5.1 – Величины удельных капитальных вложений, технологической и полной себестоимости по вариантам, руб.

Не смотря на то, что удельные капитальные вложения возрастают, при этом технологическая и полная себестоимость уменьшатся на 18,1% и 18,8%, соответственно. Это вызвано тем, что замена инструмента и оснастки, и уточнение режимов резанья приводит к сокращению трудоемкости совершенствуемых операций, и как следствие привело к уменьшению заработной платы, расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, за счет сокращения расходов на электроэнергию и инструмент.

В виду того, что расчеты показали положительные изменения в себестоимости изготовления, возникает необходимость провести расчеты с точки зрения экономической целесообразности внедрения изменений в производство. Чтобы подтвердить или опровергнуть целесообразность, необходимо определить следующие показатели:

- чистая прибыль;
- срок окупаемости;
- чистый дисконтируемый доход;
- индекс доходности

Полученные значения позволят сделать окончательный вывод о целесообразности предлагаемых изменений.

Для определения перечисленных показателей также будет использован пакет программного обеспечения Microsoft Excel. Результаты проведенных расчетов представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Значения показателей эффективности внедрения

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей
1	Чистая прибыль	$P_{\text{ЧИСТ}}$, руб.	48576
2	Срок окупаемости инвестиций	$T_{\text{ОК}}$, лет	3
3	Чистый дисконтированный доход	$\Delta_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД}$, руб.	15151,98
4	Индекс доходности	ИД, руб.	1,24

Анализируя полученные в ходе расчетов данные, можно сделать заключение о целесообразности предлагаемого мероприятия по совершенствованию 2-х операций, как это описано выше.

Как видно из таблицы 5.1, окупаемость наступит в течение 3-х лет, что позволяет говорить о необходимости внедрения данного предложения. В данном случае выполняется условие, о не превышении срока окупаемости порога в 4 года.

Еще один показатель, также подтверждающий необходимость внедрения, это индекс доходности, величина которого должна находиться в интервале от 1,12 до 1,25 руб./руб. В нашем случае этот показатель находится в середине этого интервала – 1,24 руб./руб.

И наконец, чистый дисконтированный доход или интегральный экономический эффект составляет 15151,98 рублей. Данная величина по расчетам получилась положительной, что дает право, также говорить о необходимости внедрения предлагаемого мероприятия по совершенствованию технологического процесса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Спроектированный технологический процесс изготовления втулки привода гидравлического разматывателя рулонного металла отвечает всем требованиям, которые были сформулированы во введении.

Все задачи, которые были сформулированы по результатам анализа исходных данных, также можно считать решенными. Экономические расчеты показали, что все принятые технические решения были верны.

Особенно стоит отметить усовершенствование шлифовальной и фрезерной операций. На шлифовальную операцию спроектирована оправка с гофрированной втулкой, которая позволила уменьшить погрешность изготовления детали. Для фрезерной операции спроектирована фреза, которая позволила повысить производительность обработки в 5 раз.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. http://www.mzstal.ru/auxpage_38hgn
2. Технология машиностроения : учеб. для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / Л. В. Лебедев [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. ; гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2015. - 620 с.
3. Меринов, В. П. Технология изготовления деталей : курсовое проектирование по технологии машиностроения : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по специальности "Технология машиностроения" направления подготовки "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / В. П. Меринов, А. М. Козлов, А. Г. Схиртладзе ; 4-е изд., перераб. и доп. - гриф МО. - Старый Оскол : ТНТ, 2015. - 263 с.
4. Технология машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / В. В. Клепиков [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 387 с.
5. Схиртладзе, А. Г. Проектирование и производство заготовок : учеб. для вузов / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин, А. В. Макаров. - 3-е изд., перераб. и доп. ; Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2009. - 447 с.
6. Клименков, С. С. Проектирование заготовок в машиностроении [Электронный ресурс] : практикум : учеб. пособие / С. С. Клименков. - Минск : Новое знание, 2013 ; Москва : ИНФРА-М, 2013. - 269 с.
7. Зубарев, Ю. М. Методы получения заготовок в машиностроении и расчет припусков на их обработку [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. М. Зубарев. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 256 с.
8. Технология машиностроения : курсов. проектирование и диплом. проектирование : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по специальности 15.05.01 "Проектирование технол. машин и комплексов" и направлению подготовки 15.03.05 "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" (бакалавриат) / М. Ф. Пашкевич [и др.]. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2015. - 443 с.

9. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 941 с.

10. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. Для машиностроит. спец. вузов/ Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. – 2-е изд. Высш. шк. 2007 г.

11. Михайлов, А. В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. - 335 с.

12. Расторгуев, Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 140 с.

13. Технология машиностроения : учеб. для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / Л. В. Лебедев [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. ; гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2015. - 620, [1] с.

14. Седых, Л. В. Технология машиностроения [Электронный ресурс] : практикум / Л. В. Седых. - Москва : МИСиС, 2015. - 73 с.

15. Любомудров С. А. Метрология, стандартизация и сертификация: нормирование точности [Электронный ресурс] : учебник / С. А. Любомудров, А. А. Смирнов, С. Б. Тарасов. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 206 с.

16. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 910 с.

17. Иванов, В. П. Оборудование и оснастка промышленного предприятия : учеб. для студентов вузов по специальности "Оборудование и технологии

высокоэффектив. процессов обработки материалов" / В. П. Иванов, А. В. Крыленко. - Минск : Новое знание, 2016 ; Москва : ИНФРА-М, 2016. - 234 с.

18.Схиртладзе, А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в". Т. 2 / А. Г. Схиртладзе, С. Н. Григорьев, В. П. Борискин. - 4-е изд., перераб. и доп. ; гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. - 517 с.

19.Боровский, Г. В. Справочник инструментальщика / Г. В. Боровский, С. Н. Григорьев, А. Р. Маслов ; под общ. ред. А. Р. Маслова. - 2-е изд., испр. - Москва : Машиностроение, 2007. - 463 с.

20.Пелевин, В. Ф. Метрология и средства измерений [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Ф. Пелевин. - Минск : Новое знание, 2017 ; Москва : ИНФРА-М, 2017. - 273 с.

21.Режимы резания металлов : справочник / Ю. В. Барановский [и др.] ; под ред. А. Д. Корчемкина. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : НИИТавтопром, 1995. - 456 с.

22.Схиртладзе, А. Г. Станочные приспособления : учеб. пособие для вузов / А. Г. Схиртладзе, В. Ю. Новиков. - Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2001. - 110 с.

23.Расчет и конструирование станочных приспособлений : учеб. пособие для вузов / А. В. Бобровский [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Славян. шк., 2003. - 200 с.

24.Схиртладзе, А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в". Т. 8 / А. Г. Схиртладзе, С. Н. Григорьев, В. П. Борискин. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. - 361 с.

25.Солоненко, В. Г. Резание металлов и режущие инструменты [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Г. Солоненко, А. А. Рыжкин. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 416 с.

26. Инженерные основы современных технологий : средства технол. оснащения машиностр. пр-ва : учеб. для студентов вузов, обуч. по направлениям подготовки "Менеджмент", "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / Ю. М. Передрей [и др.]. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. - 199 с.

27. Горина, Л. Н., Фесина, М.И. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. / Л. Н. Горина, М.И. Фесина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 51с.

28. Краснопевцева, И. В. Экономика и управление машиностроительным производством [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / И. В. Краснопевцева, Н. В. Зубкова ; ТГУ ; Ин-т финансов, экономики и управления ; каф. "Торговое дело и управление производством". - Тольятти : ТГУ, 2014. - 183 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификации к сборочным чертежам

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
Справ. №	A1			18.БР.ОТМП.360.65.000.00СБ	Сборочный чертеж				
					Документация				
					Детали				
	A3	1		18.БР.ОТМП.360.65.001.00	Корпус	1			
	A4	2		18.БР.ОТМП.360.65.002.00	Плунжер	1			
	A4	3		18.БР.ОТМП.360.65.003.00	Втулка гофрированная	1			
	A4	4		18.БР.ОТМП.360.65.004.00	Тяга	1			
	A2	5		18.БР.ОТМП.360.65.005.00	Корпус пневмоцилиндра	1			
	A4	6		18.БР.ОТМП.360.65.006.00	Шток	1			
	A4	7		18.БР.ОТМП.360.65.007.00	Крышка пневмоцилиндра	1			
	A4	8		18.БР.ОТМП.360.65.008.00	Поршень	1			
	A4	9		18.БР.ОТМП.360.65.009.00	Муфта	1			
Подп. и дата	A4	10		18.БР.ОТМП.360.65.010.00	Крышка муфты передняя	1			
	A4	11		18.БР.ОТМП.360.65.011.00	Корпус муфты	1			
	A4	12		18.БР.ОТМП.360.65.012.00	Крышка муфты задняя				
Инв. № дубл.					Стандартные изделия				
		13			Кольцо ГОСТ2833-77	1			
		14			Винт М5х20 ГОСТ174 76-84	4			
		15			Винт М5х20 ГОСТ174 76-84	4			
		16			Винт М8х30 ГОСТ174 76-84	4			
Взам. инв. №		17			Опора 13440-68	3			
		18			Винт М8х15 ГОСТ14 79-93	1			
Подп. и дата	18.БР.ОТМП.360.65.000.00								
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Инв. № подл.	Разраб.	Аристархов			Оправка с гофрированной втулкой		Лит.	Лист	Листов
	Проб.	Козлов					В	1	2
	Н.контр.	Виткалов					ТГУ, ТМБз-1331		
	Утв.	Логинов							

Изм. № подл. Подп. и дата. Взам. шл. № Инв. № д.ц.л. Подп. и дата.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		19		Пробка М5 ГОСТ 12202-66	2	
		20		Гайка М25х1,5 ГОСТ 15522-70	1	
		21		Шайба стопорная ГОСТ 11872-89	1	
		22		Гайка М20х1,5 ГОСТ 15522-70	1	
		23		Шайба стопорная ГОСТ 11872-89	1	
		24		Подшипник 206 ГОСТ 2893-82	1	
		25		Прокладка ГОСТ 14475-80	3	
		26		Кольцо резиновое ГОСТ 1567-68	1	
		27		Прокладка ГОСТ 14475-80	1	
		28		Прокладка ГОСТ 14475-80	1	
		29		Прокладка ГОСТ 14475-80	1	
		30		Кольцо ГОСТ 1567-68	2	
		31		Демпфер ГОСТ 8754-79	2	
		32		Кольцо ГОСТ 1567-68	2	

18.БР.ОТМП.360.65.000.00

Лист
2

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

Копировал Формат А4

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Маршрутные карты

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа										
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Поз	Тшт
Б					Код, наименование обработки											
0 19					156,8 ^{+0,4} , 131,8 ^{+0,4}											
Т 20					396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 24351-80; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т5К10;											
Т 21					392190 Резец концевой ГОСТ 18879-73 Т5К10; 393311 Штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ 166-89; 393450											
Т 22					Нутромер НМ-100 ГОСТ10-88.											
23																
А 24					ХХ ХХ ХХ 015 4110 Токарная											
Б 25					381101 Токарный 16К20Ф3	3	18217	422	1Р	1	1	1	1200	1	163	
0 26					Точить поверхность 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36 в размер М100, $\phi 91,6^{+0,14}$											
0 27					$\phi 92^{+0,14}$, $\phi 100^{+0,14}$, $\phi 105^{+0,14}$, 2313 ^{+0,165} , $\alpha 45^\circ$.											
Т 28					396190 Оправка цанговая; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т30К4; 392190 Резец подрезной											
Т 29					ГОСТ 18879-73 Т30К4; 392190 Резец расточной канавочный ГОСТ 18879-73 Т5К10; 393400 Калибр;											
Т 30					393450 Нутромер НМ-100 ГОСТ10-88.											
31																
А 32					ХХ ХХ ХХ 020 4110 Токарная											
Б 33					381101 Токарный 16К20Ф3	3	18217	422	1Р	1	1	1	1200	1	222	
0 34					Точить поверхность 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14 в размер М100, $\phi 115^{+0,16}$, $\phi 80^{+0,1}$, $\phi 73,294^{+0,165}$, 2313 ^{+0,165}											
0 35					195,8 ^{+0,165} , 155,8 ^{+0,16} , $\alpha 45^\circ$.											
Т 36					396190 Оправка цанговая; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т30К4; 392190 Резец подрезной											
Т 37					ГОСТ 18879-73 Т30К4; 392190 Резец расточной канавочный ГОСТ 18879-73 Т5К10; 393400 Калибр;											
Т 38					393450 Нутромер НМ-100 ГОСТ10-88.											
39																
А 40					ХХ ХХ ХХ 025 4120 Сверлильная											
Б 41					381210 Вертикально-сверлильный 2Р135Ф2-1 3 17335 312 1Р	1	1	1	1	1	1	1	1200	1	105	
МК																

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа											
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Поз	Тшт	
0.42					Сверлить, зенкеровать поверхность 15 в размер $\phi 16^{+0,07}$; нарезать резьбу К1/2"												
Т 43					396190 Оправка кулачковая; 391213 Сверло $\phi 16$ ГОСТ10903-77 Р6М5; 391603Зенкер $\phi 16$ ГОСТ12489-71												
Т 44					Р6М5; 391335 Метчик ГОСТ3266-81 Р18; 393400 Калибр.												
45																	
А 46					ХХ ХХ ХХ 030 4262 Фрезерная												
Б 47					381631 Фрезерный 6Р80 3 18632 312 1Р 1 1 800 1												1,56
0.48					Фрезеровать поверхность 18, 19, 20 в размер $10^{+0,15}$, $120^{+0,35}$												
Т 49					396190 Оправка цанговая; 391820 Фреза дисковая специальная Р6М5; 393400 Калибр.												
50																	
А 51					ХХ ХХ ХХ 035 Термическая												
52																	
А 53					ХХ ХХ ХХ 040 4132 Шлифовальная												
Б 54					381312 Внутршлифовальный 3К228 3 18873 312 1Р 1 1 1200 1												1,6
0.55					Шлифовать поверхность 21, 29, 31 в размер $\phi 89,4^{+0,057}$, $230,8^{+0,072}$												
Т 56					396190 Оправка с зафриванной втулкой; 39810 Круг шлифовальный; 393450 Диаметр НМ-100												
Т 57					ГОСТ10-88.												
58																	
А 59					ХХ ХХ ХХ 045 4132 Шлифовальная												
Б 60					381312 Внутршлифовальный 3К228 3 18873 312 1Р 1 1 1200 1												3,16
0.61					Шлифовать поверхность 1, 10, 14 в размер $\phi 80^{+0,039}$, $\phi 74,556^{+0,039}$, $230,3^{+0,072}$												
Т 62					396190 Оправка с зафриванной втулкой; 39810 Круг шлифовальный; 393450 Диаметр НМ-100												
Т 63					ГОСТ10-88.												
64																	
МК																	

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кштп	Тштп
Б					Код, наименование обработки										
А.65				XX XX XX	050	4132 Шлифовальная									
Б.66				381312	Внутришлифовальный ЗК228	3	18873	312	1P	1	1	1	1200	1	184
0.67				Шлифовать поверхность 21, 29, 31 в размер $\varnothing 90^{+0,035}$ 230 $^{+0,012}$											
Т.68				396190 Оправка с гофрированной втулкой. 39810 Круг шлифовальный. 393450 Диаметр НМ-100											
Т.69				ГОСТ10-88.											
70															
А.71				XX XX XX	055	4132 Шлифовальная									
Б.72				381312	Внутришлифовальный ЗК228	3	18873	312	1P	1	1	1	1200	1	2.9
0.73				Шлифовать поверхность 34, 35 в размер $191^{+0,063}$ $7^{+0,022}$											
Т.74				396190 Оправка с гофрированной втулкой. 39810 Круг шлифовальный. 393400 Калибр.											
75															
А.76				XX XX XX	060	4132 Шлифовальная									
Б.77				381312	Внутришлифовальный ЗК228	3	18873	312	1P	1	1	1	1200	1	2.46
0.78				Шлифовать поверхность 14 в размер $\varnothing 75^{+0,005}$											
Т.79				396190 Оправка с гофрированной втулкой. 39810 Круг шлифовальный. 393400 Калибр.											
80															
А.81				XX XX XX	065	4130 Шлифовальная									
Б.82				381310	Резьбодшлифовальный 5К822В	3	18873	312	1P	1	1	1	1200	1	162
0.83				Шлифовать поверхность 22 в размер М100х2 6Н.											
Т.84				396190 Оправка с гофрированной втулкой. 39810 Круг шлифовальный. 393400 Калибр.											
85															
А.86				XX XX XX	070	4130 Шлифовальная									
Б.87				381310	Резьбодшлифовальный 5К822В	3	18873	312	1P	1	1	1	1200	1	2.0
МК															

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа						
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КФД	ЕН
Б	Код, наименование обработки											
0.88	<i>Шлифовать поверхность 22 в размер М100х2 6Н.</i>											
Т.89	<i>396190 Оправка с гофрированной втулкой. 39810 Круг шлифовальный. 393400 Калибр.</i>											
90												
А.91	<i>XX XX XX 075 Моечная.</i>											
92												
А.93	<i>XX XX XX 080 Контрольная.</i>											
94												
95												
96												
97												
98												
99												
100												
101												
102												
103												
104												
105												
106												
107												
108												
109												
110												
МК												

ПРИЛОЖЕНИЕ В
Операционные карты

