

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 кафедры)

15.03.01 «Машиностроение»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных
производств

(направленность (профиль)/ специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Технологический процесс изготовления опоры приводного шкива

Студент(ка)	<u>А.С. Романов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>А.А. Козлов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>Н.В. Зубкова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>П.А. Корчагин</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>А.Г. Егоров</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)

« _____ » _____ 2019 г.

Тольятти 2019

АННОТАЦИЯ

Романов Александр Сергеевич. Технологический процесс изготовления опоры приводного шкива. Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства». ТГУ. Тольятти, 2019 г.

Выпускная квалификационная работа посвящена проектированию технологического процесса изготовления опоры приводного шкива. В работе проводится анализ исходных данных, на основе которого формулируются задачи работы, решению которых посвящены следующие части работы. Для получения эффективного технологического процесса производится ряд мероприятий. На основе экономических показателей и расчетов припусков на обработку проектируется заготовка. Исходя из современных достижений в области механической обработки формируется маршрут изготовления детали. Определяются средства оснащения технологического процесса соответствующие типу производства. После расчета режимов обработки и проведения нормирования для каждой операции проектируются технологические операции. Для операций неудовлетворяющих по техническим причинам технологическому процессу производится совершенствование путем проектирования специальных средств оснащения. Безопасность предлагаемого технологического процесса и его экономическая эффективность подтверждается соответствующими расчетами.

Пояснительная записка состоит из 67 страниц, включает 15 таблиц и 2 рисунка. Графическая часть работы включает 7 листов формата А1.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Анализ исходных данных.....	6
1.1 Служебное назначение детали.....	6
1.2 Технологичность детали.....	6
1.3 Анализ параметров техпроцесса.....	7
1.4 Задачи работы.....	8
2 Разработка технологической части работы.....	10
2.1 Обоснование выбора заготовки.....	10
2.2 Проектирование заготовки.....	13
2.3 Проектирование маршрута изготовления детали.....	20
2.4 Выбор средств оснащения техпроцесса.....	21
2.5 Определение режимов резания.....	25
3 Проектирование специальных средств оснащения.....	28
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	28
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	31
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	34
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта.....	34
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	34
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	36
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	38
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	40
4.6 Заключение по разделу.....	42
5 Экономическая эффективность работы.....	43
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	47
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	48
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	52

ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	56
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	61

ВВЕДЕНИЕ

Строительные подъемники играют важную роль в современной строительной отрасли. С ростом этажности зданий при выполнении строительных работ широко используются подъемники для доставки различного рода грузов. Их применение существенно снижает долю немеханизированного труда и позволяет избежать необоснованной эксплуатации дорогостоящего кранового оборудования.

Наиболее простой схемой привода таких механизмов является привод с использованием ременной передачи. Его применение позволяет сделать конструкцию максимально простой, надежной и неприхотливой, что особенно важно в условиях эксплуатации на строительной площадке. Одним из ключевых элементов привода является опора приводного шкива.

Все основные эксплуатационные характеристики детали в основном закладываются на стадии ее изготовления. В связи с этим цель данной работы заключается в проектировании одного из вариантов технологического процесса изготовления опоры приводного шкива с учетом серийности производства и при условии обеспечения максимальной конкурентоспособности изготавливаемой детали и всего механизма в целом. Достижению данной цели посвящены все дальнейшие разделы выпускной квалификационной работы.

1 Анализ исходных данных

1.1 Служебное назначение детали

Основное назначение опоры приводного шкива заключается в установке на ней шкива и передаче крутящего момента от него исполнительному подъемному механизму. Установка шкива на опору производится по посадке на соответствующую шейку, затем шкив фиксируется при помощи трех винтов. С другой стороны опоры устанавливается по посадке муфта, соединяющая опору с исполнительным механизмом. Передача крутящего момента происходит через поверхности, на которые установлены шкив и муфта. Опора устанавливается в корпусе на подшипниках, посаженных по посадке на шейку. Условия работы детали можно отнести к умеренно агрессивным, т.к. основная часть опоры находится в корпусе в условиях хорошей смазки, что уменьшает ее износ. Однако входной конец опоры, на котором устанавливается шкив, непосредственно контактирует с внешней средой и его состояние сильно зависит от условий работы подъемника.

1.2 Технологичность детали

Технологичность детали определяется маркой материала, из которого она изготовлена, возможностью применения различных методов для получения заготовки, базированием и характеристиками механической обработки.

Материал детали сталь 19ХГН ГОСТ4543-71 оценивается на технологичность исходя из его химического состава и механических характеристик [1].

Химический состав: С 0,16-0,21%, Si 0,17-0,37%, Mn 0,7-1%, Ni 0,8-1,1%, S до 0,035%, P до 0,035%, Cr 0,8-1,1%, Mo до 0,1%, Fe около 96%. Механические характеристики, важные для механической обработки, определяются пределом прочности, который в данном случае составляет $\sigma_B = 590$ МПа.

Материал можно считать технологичным, т.к. он обеспечивает все необходимые эксплуатационные характеристики детали и хорошую обрабатываемость для сталей данного класса ($K_o = 0,7$ для твердосплавного инструмента, $K_o = 0,8$ для быстрорежущего инструмента).

Заготовку для получения данной детали также можно считать технологичной. Ее можно получить методами литья или штамповки [2]. Форма заготовки будет максимально приближена к готовой детали. Для выбора одного из этих методов в дальнейшем необходимо провести экономический анализ.

Механическая обработка детали и ее базирование также можно считать технологичными. Опора имеет простую конфигурацию, при этом все размеры нормализованы, элементы детали унифицированы. Это позволит избежать применения специальных видов обработки, достаточно применения стандартных методов (точение, шлифование, сверление). На всех операциях механической обработки могут быть соблюдены принципы базирования, что позволит сократить припуски на обработку и количество брака.

Анализ опоры на технологичность позволяет говорить, что деталь имеет хорошую оценку технологичности.

1.3 Анализ параметров техпроцесса

Анализ параметров проектируемого техпроцесса основан на типе производства [3]. Для его определения необходимо знать массу детали и программу выпуска. Согласно данным литературы [4] при массе 1,8 кг и программе выпуска 3500 штук в год тип производства среднесерийный.

Произведем соответствующий анализ.

Проектирование технологического процесса производится на базе последовательной стратегии разработки техпроцесса, основываясь на типовом техпроцессе, с применением групповой формы организации техпроцесса. Маршрут обработки проектируется с учетом обеспечения минимальных суммарных удельных затрат на обработку и соблюдения

принципов единства и постоянства баз. Результатом проектирования являются маршрутные и операционные карты.

Применимы методы получения заготовки литьем или штамповкой, что обусловлено формой детали и ее материалом.

Проектирование операций производится с применением экстенсивной концентрации переходов. Точность обработки достигается путем применения обработки на заранее настроенном при помощи измерительных приборов оборудовании. Припуски для каждой операции определяются расчетным (для точных поверхностей) и статистическим (для не ответственных поверхностей) методами. Режимы обработки и нормирование операций определяются опытно-статистическим методом, а для особо ответственных операций расчетно-аналитическим методом.

Оборудование и средства технологического оснащения операций техпроцесса могут применяться разнообразные. Для рассматриваемой детали наиболее применимы универсальные и оснащенные ЧПУ станки, стандартные и универсальные станочные приспособления, нормализованный и стандартизованный режущий инструмент, универсальные контрольные приборы и приспособления. В случае необходимости повышения эффективности операций возможно применение специальных средств оснащения после соответствующего экономического обоснования.

1.4 Задачи работы

Имеющиеся исходные данные и проведенный их анализ, позволяют сформулировать ряд задач, которые необходимо будет решить на следующих этапах работы для достижения ее цели.

Необходимо выбрать один из возможных методов получения заготовки. Определить припуски на обработку и провести проектирование заготовки. Следующей задачей является формирование маршрута изготовления детали с учетом соблюдения всех основных технологических принципов. Далее нужно провести расчет и проектирование технологических операций, включая определение режимов резания и нормирование. После

этого необходимо провести проектирование специальных средств оснащения для наиболее проблемных операций техпроцесса. Полученный техпроцесс необходимо проанализировать на безопасность и экономическую эффективность.

2 Разработка технологической части работы

2.1 Обоснование выбора заготовки

В ходе выполнения анализа параметров техпроцесса было установлено, что для выбора заготовки необходимо провести сравнение методов литья и штамповки. Наиболее рационально в данном случае проводить сравнение по суммарным затратам на изготовление детали C_i из предполагаемой заготовки [5].

$$C_i = C_{3i} + C_{ОБР.i}, \quad (2.1)$$

где C_{3i} – стоимость получения заготовки рассматриваемым методом, руб;

$C_{ОБР.i}$ – стоимость обработки заготовки, руб.

Определение C_{3i} производится по формуле:

$$C_{3i} = \frac{Ц_{М.i} \cdot M_{3i}}{1000} K_{СП} \cdot K_T \cdot K_{СЛ}, \quad (2.2)$$

где $Ц_M$ – стоимость тонны стали, руб;

M_3 – масса обрабатываемой заготовки, кг;

$K_{СП}$, K_T , $K_{СЛ}$ – коэффициенты, которые учитывают особенности заготовки.

Для проведения дальнейших расчетов методика предполагает определение масс детали и заготовки для различных методов ее получения.

$$M_o = \frac{\pi}{4} (d_1^2 l_1 + d_2^2 l_2 + d_3^2 l_3 + d_4^2 l_4 + d_5^2 l_5 + d_6^2 l_6 + (d_3^2 - d_2^2) l_7) \rho, \quad (2.3)$$

где $d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6$ – диаметры цилиндрических поверхностей

детали, мм;

$l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, l_6, l_7$ – длина цилиндрических поверхностей детали, мм;

ρ – плотность материала, кг/мм³.

$$M_{\phi} = \frac{\pi}{4}(3,0^2 \cdot 2,6 + 3,5^2 \cdot 5,0 + 5,0^2 \cdot 2,6 + 7,1^2 \cdot 0,7 + 7,6^2 \cdot 0,5 + 2,5^2 \cdot 0,6 + (5,0^2 - 3,5^2) \cdot 4,1) \cdot 0,00785 = 1,8 \text{ кг.}$$

Штампованная заготовка имеет массу:

$$M_{31} = \frac{\pi}{4} (d_1^2 l_1 + d_2^2 l_2 + d_3^2 l_3 + d_4^2 l_4 + (d_2^2 - d_1^2) l_5) \rho \cdot K_{шт}, \quad (2.4)$$

где d_1, d_2, d_3, d_4 – диаметры цилиндрических поверхностей штамповки, мм;

l_1, l_2, l_3, l_4, l_5 – длина цилиндрических поверхностей штамповки, мм;

$K_{шт}$ – коэффициент, который учитывает параметры штамповки.

$$M_{31} = \frac{\pi}{4} (3,7^2 \cdot 7,69 + 5,2^2 \cdot 2,49 + 7,76^2 \cdot 1,42 + 2,68^2 \cdot 0,49 + (5,2^2 - 3,7^2) \times \times 4,1) \cdot 0,00785 \cdot 1,05 = 2,1 \text{ кг.}$$

Литая заготовка имеет массу:

$$M_{32} = \frac{\pi}{4} (d_1^2 l_1 + d_2^2 l_2 + d_3^2 l_3 + d_4^2 l_4 + (d_2^2 - d_1^2) l_5) \rho \cdot K_{л}, \quad (2.5)$$

где d_1, d_2, d_3, d_4 – диаметры цилиндрических поверхностей отливки, мм;

l_1, l_2, l_3, l_4, l_5 – длина цилиндрических поверхностей отливки, мм;

$K_{л}$ – коэффициент, который учитывает параметры отливки.

$$M_{32} = \frac{\pi}{4} (3,74^2 \cdot 7,72 + 5,24^2 \cdot 2,46 + 7,79^2 \cdot 1,46 + 2,72^2 \cdot 0,47 + (5,24^2 - - 3,74^2) \cdot 4,1) \cdot 0,0027 \cdot 0,00785 \cdot 1,05 = 2,2 \text{ кг.}$$

$$C_{31} = \frac{25000 \cdot 2,1 \cdot 0,82 \cdot 1 \cdot 1}{1000} = 43,05 \text{ руб.}$$

$$C_{32} = \frac{25000 \cdot 2,2 \cdot 0,82 \cdot 1 \cdot 1,2}{1000} = 45,1 \text{ руб.}$$

Стоимость обработки заготовки:

$$C_{\text{ОБР.}i} = \frac{C_{\text{уд}} \left(\frac{1}{K_{\text{ИМ.}i}} - 1 \right) M_{\text{д}}}{K_{\text{о}}}, \quad (2.6)$$

где $C_{\text{уд}}$ – стоимость снятия 1 кг стружки, руб/кг;

$K_{\text{о}}$ – коэффициент обрабатываемости материала;

$K_{\text{ИМ}}$ – коэффициент использования материала.

$$K_{\text{ИМ.}i} = \frac{M_{\text{д}}}{M_{\text{з}}}, \quad (2.7)$$

$$K_{\text{ИМ1}} = \frac{1,8}{2,1} = 0,86.$$

$$K_{\text{ИМ2}} = \frac{1,8}{2,2} = 0,82.$$

$$C_{31} = \frac{25000 \cdot 2,1 \cdot 0,82 \cdot 1 \cdot 1}{1000} = 43,05 \text{ руб.}$$

$$C_{32} = \frac{25000 \cdot 2,2 \cdot 0,82 \cdot 1 \cdot 1,2}{1000} = 45,1 \text{ руб.}$$

Подставляем исходные данные в формулу для расчета общих затрат.

$$C_1 = 43,05 + 58,61 = 101,66 \text{ руб.}$$

$$C_2 = 45,1 + 79,03 = 124,13 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов показывают, что получение заготовки методом штамповки даст лучший экономический результат, поэтому дальнейшее

проектирование заготовки выполняем для данного метода.

2.2 Проектирование заготовки

Для проектирования заготовки в первую очередь необходимо определить маршруты обработки поверхностей. Согласно общепринятой методике [6] для этого необходимо знать точность, шероховатость каждой поверхности. Для удобства составления маршрутов обозначим все поверхности детали на ее эскизе (рисунок 2.1).

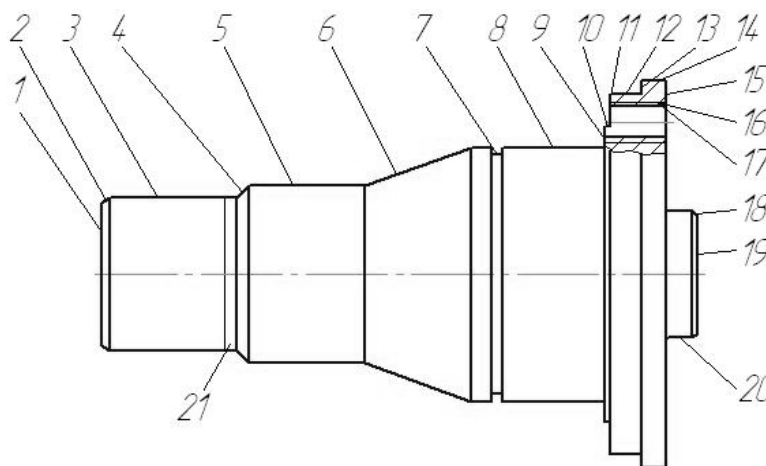


Рисунок 2.1 – Эскиз опоры приводного шкива

Результаты определения маршрутов обработки оформлены в виде таблицы 2.1.

Таблица 2.1– Маршруты обработки поверхностей

Поверхность	Точность	Шероховатость, мкм	Маршрут
1	2	3	4
1	14	12,5	точение черновое – термическая обработка
2	14	12,5	точение чистовое – термическая обработка
3	6	0,2	точение черновое – точение чистовое – термическая

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4
			обработка – шлифование черновое – шлифование чистовое - полирование
4	14	12,5	точение чистовое – термическая обработка
5	14	12,5	точение черновое – термическая обработка
6	14	12,5	точение черновое – термическая обработка
7	12	3,2	точение чистовое – термическая обработка
8	6	1,6	точение черновое - точение чистовое – термическая обработка – шлифование черновое – шлифование чистовое
9	12	1,6	точение черновое - точение чистовое – термическая обработка – шлифование черновое – шлифование чистовое
10	14	12,5	точение черновое – термическая обработка
11	14	12,5	точение черновое – термическая обработка
12	14	12,5	точение черновое – термическая обработка
13	14	12,5	точение черновое – термическая обработка

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4
14	14	12,5	точение черновое – термическая обработка
15	12	1,6	точение черновое - точение чистовое – термическая обработка – шлифование черновое – шлифование чистовое
16	7	3,2	резьбонарезание– термическая обработка
17	9	6,3	сверление – термическая обработка
18	14	12,5	точение черновое – термическая обработка
19	14	12,5	точение черновое – термическая обработка
20	6	1,6	точение черновое - точение чистовое – термическая обработка – шлифование черновое – шлифование чистовое
21	12	3,2	точение чистовое – термическая обработка

Следующим этапом проектирования заготовки является определение припусков по переходам для всех поверхностей. Анализ параметров техпроцесса показал, что для точной поверхности 3 припуски целесообразно определять расчетно-аналитическим методом [7]. Для остальных поверхностей припуски определяются статистическим методом [8].

Самой точным является диаметр $30h6_{(-0,013)}$.

Минимальный припуск на переход рассчитывается по формуле:

$$z_{i\min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}, \quad (2.8)$$

где a – дефектный слой на предыдущем переходе, мм;

Δ – погрешность пространственных отклонений на предыдущем переходе, мм;

ε – погрешность установки в приспособлении на текущем переходе, мм.

$$z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,3 + \sqrt{0,3^2 + 0,025^2} = 0,601 \text{ мм.}$$

$$z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,045^2 + 0,025^2} = 0,252 \text{ мм.}$$

$$z_{3\min} = a_{\text{TO}} + \sqrt{\Delta_{\text{TO}}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,25 + \sqrt{0,03^2 + 0,012^2} = 0,263 \text{ мм.}$$

$$z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,15 + \sqrt{0,007^2 + 0,012^2} = 0,164 \text{ мм.}$$

$$z_{5\min} = a_4 + \sqrt{\Delta_4^2 + \varepsilon_5^2} = 0,01 + \sqrt{0,001^2 + 0,012^2} = 0,022 \text{ мм.}$$

Далее определяем максимальный припуск:

$$z_{i\max} = z_{i\min} + 0,5 \cdot \sqrt{Td_{i-1} + Td_i} \quad (2.9)$$

где Td_i – допуск на текущем переходе, мм;

Td_{i-1} – допуск на предыдущем переходе, мм.

$$z_{1\max} = z_{1\min} + 0,5 \cdot \sqrt{Td_0 + Td_1} = 0,601 + 0,5 \cdot \sqrt{0,9 + 0,25} = 1,176 \text{ мм.}$$

$$z_{2\max} = z_{2\min} + 0,5 \cdot \sqrt{Td_1 + Td_2} = 0,252 + 0,5 \cdot \sqrt{0,25 + 0,10} = 0,427 \text{ мм.}$$

$$z_{3\max} = z_{3\min} + 0,5 \cdot \sqrt{Td_{\text{TO}} + Td_3} = 0,263 + 0,5 \cdot \sqrt{0,160 + 0,062} = 0,374 \text{ мм.}$$

$$z_{4\max} = z_{4\min} + 0,5 \cdot \sqrt{Td_3 + Td_4} = 0,164 + 0,5 \cdot \sqrt{0,062 + 0,013} = 0,202 \text{ мм.}$$

$$z_{5\max} = z_{5\min} + 0,5 \cdot \sqrt{Td_4 + Td_5} = 0,022 + 0,5 \cdot \sqrt{0,013 + 0,013} = 0,035 \text{ мм.}$$

Средний припуск будет равен:

$$z_{\text{ср}} = \sqrt{z_{i\max} + z_{i\min}} \cdot \sqrt{2}. \quad (2.10)$$

$$z_{cp1} = \frac{z_{1\max} + z_{1\min}}{2} = \frac{0,601 + 1,176}{2} = 0,889 \text{ мм.}$$

$$z_{cp2} = \frac{z_{2\max} + z_{2\min}}{2} = \frac{0,252 + 0,427}{2} = 0,340 \text{ мм.}$$

$$z_{cp3} = \frac{z_{3\max} + z_{3\min}}{2} = \frac{0,263 + 0,374}{2} = 0,319 \text{ мм.}$$

$$z_{cp4} = \frac{z_{4\max} + z_{4\min}}{2} = \frac{0,164 + 0,202}{2} = 0,183 \text{ мм.}$$

$$z_{cp5} = \frac{z_{5\max} + z_{5\min}}{2} = \frac{0,022 + 0,035}{2} = 0,029 \text{ мм.}$$

Размеры по переходам рассчитываются по формулам:

$$d_{(i-1)\min} = d_{i\min} + 2 \cdot z_{i\min}, \quad (2.11)$$

$$d_{(i-1)\max} = d_{(i-1)\min} + Td_{i-1}. \quad (2.12)$$

На переходе термической обработки минимальный размер вследствие фазовых превращений уменьшается, что следует учесть:

$$d_{(TO-1)\min} = d_{(i-1)\min} \cdot 0,999. \quad (2.13)$$

$$d_{5\max} = 30,000 \text{ мм.}$$

$$d_{5\min} = 29,987 \text{ мм.}$$

$$d_{4\min} = d_{5\min} + 2 \cdot z_{5\min} = 29,987 + 2 \cdot 0,022 = 30,031 \text{ мм.}$$

$$d_{4\max} = d_{4\min} + Td_4 = 30,031 + 0,013 = 30,044 \text{ мм.}$$

$$d_{3\min} = d_{4\min} + 2 \cdot z_{4\min} = 30,044 + 2 \cdot 0,164 = 30,372 \text{ мм.}$$

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_3 = 30,372 + 0,062 = 30,434 \text{ мм.}$$

$$d_{TO\min} = d_{3\min} + 2 \cdot z_{3\min} = 30,434 + 2 \cdot 0,263 = 30,960 \text{ мм.}$$

$$d_{TO\max} = d_{TO\min} + Td_{TO} = 30,960 + 0,160 = 31,120 \text{ мм.}$$

$$d_{2\min} = d_{TO\min} \cdot 0,999 = 31,120 \cdot 0,999 = 31,089 \text{ мм.}$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 31,089 + 0,100 = 31,189 \text{ мм.}$$

$$d_{1\min} = d_{2\min} + 2 \cdot z_{2\min} = 31,189 + 2 \cdot 0,252 = 31,693 \text{ мм.}$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 32,494 + 0,250 = 32,744 \text{ мм.}$$

$$d_{0\min} = d_{1\min} + 2 \cdot z_{1\min} = 32,744 + 2 \cdot 0,601 = 33,946 \text{ мм.}$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 33,946 + 0,9 = 34,846 \text{ мм.}$$

Средние размеры по переходам:

$$d_{icc} = \frac{d_{i\max} + d_{i\min}}{2}. \quad (2.14)$$

$$d_{cp0} = \frac{d_{0\max} + d_{0\min}}{2} = \frac{33,946 + 34,846}{2} = 34,396 \text{ мм.}$$

$$d_{cp1} = \frac{d_{1\max} + d_{1\min}}{2} = \frac{32,494 + 32,744}{2} = 32,619 \text{ мм.}$$

$$d_{cp2} = \frac{d_{2\max} + d_{2\min}}{2} = \frac{31,089 + 31,990}{2} = 31,5395 \text{ мм.}$$

$$d_{cpTO} = \frac{d_{TO\max} + d_{TO\min}}{2} = \frac{30,960 + 31,120}{2} = 31,040 \text{ мм.}$$

$$d_{cp3} = \frac{d_{3\max} + d_{3\min}}{2} = \frac{30,372 + 30,434}{2} = 30,403 \text{ мм.}$$

$$d_{cp4} = \frac{d_{4\max} + d_{4\min}}{2} = \frac{30,031 + 30,044}{2} = 30,038 \text{ мм.}$$

$$d_{cp5} = \frac{d_{5\max} + d_{5\min}}{2} = \frac{29,987 + 30,000}{2} = 29,9935 \text{ мм.}$$

Общие припуски на маршрут обработки поверхности:

$$2z_{\min} = d_{0\min} - d_{5\max}, \quad (2.13)$$

$$2z_{\max} = 2z_{\min} + Td_0 + Td_5, \quad (2.14)$$

$$2z_{cp} = \frac{2z_{\min} + 2z_{\max}}{2}. \quad (2.15)$$

$$2z_{\min} = 33,946 - 30,000 = 3,946 \text{ мм.}$$

$$2z_{\max} = 3,946 + 0,9 + 0,013 = 4,859 \text{ мм.}$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (3,946 + 4,859) = 4,4025 \text{ мм.}$$

Как отмечалось ранее, припуски по переходам для остальных поверхностей определяются статистическим методом. Результаты указаны в

таблице 2.2.

На следующем этапе проектирования заготовки определяются ее параметры [9]: T4, M2, C2, И-9. Исходя из этих параметров определяются допуски на каждый размер заготовки, технологические уклоны на заготовке (в данном случае 7°), технологические радиусы закруглений на заготовке (в данном случае 3 мм), величина остаточного облоя (в данном случае не более 1,2 мм), concentricity поверхностей вращения (в данном случае не более 1 мм).

Таблица 2.2 – Припуски по переходам

В миллиметрах

Поверхности	Номера переходов	Z_{\min}	Z_{\max}
1	2	3	4
1, 19	1	1,6	2,375
5, 6	1	1,1	1,725
8	1	1,1	1,725
	2	0,3	0,475
	3	0,1	0,181
	4	0,06	0,099
9	1	0,9	1,59
	2	0,4	0,525
	3	0,2	0,257
	4	0,1	0,143
10, 12, 14	1	1,5	2,25
11, 13	1	1,0	1,75
15	1	0,9	1,775
	2	0,4	1,145
	3	0,2	0,314
	4	0,1	0,187
	1	1,1	1,655

Продолжение таблицы 2.2

В миллиметрах

1	2	3	4
20	2	0,25	0,397
	3	0,10	0,168
	4	0,06	0,093

По результатам выполненных расчетов выполняется рабочий чертеж заготовки, который представлен в графической части данной работы. На данном чертеже подробно указаны все определенные ранее параметры заготовки.

2.3 Проектирование маршрута изготовления детали

Проектирование маршрута изготовления детали одна из ключевых задач проектирования технологического процесса. От качества ее решения во многом зависит эффективность проектируемого техпроцесса. В ходе выполнения анализа характеристик технологического процесса отмечалось, что маршрут проектируется на базе типового маршрута, что существенно сократит время проектирования и повысит его качество. В качестве типовых маршрутов возьмем маршруты, предлагаемые в литературе [10, 11]. При формировании маршрута учитываем особенности контура детали и наличие термической обработки. Операции планируем из учета максимальной концентрации переходов и вида обработки. Получаем следующий технологический маршрут изготовления детали.

Первая операция 005 Токарная, поверхности подвергающиеся обработке 1, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 19, 20.

Вторая операция 010 Токарная, поверхности подвергающиеся обработке 2, 3, 4, 7, 8, 9, 15, 18, 20, 21.

Третья операция 015 Сверлильная, поверхности подвергающиеся обработке 16, 17.

Четвертая операция 020 Термическая, обработке подвергаются все поверхности.

Пятая операция 025 Шлифовальная, поверхности подвергающиеся обработке 15, 20.

Шестая операция 030 Шлифовальная, поверхности подвергающиеся обработке 8, 9.

Седьмая операция 035 Шлифовальная, поверхность, подвергающаяся обработке 3.

Восьмая операция 040 Шлифовальная, поверхности подвергающиеся обработке 15, 20.

Девятая операция 045 Шлифовальная, поверхности подвергающиеся обработке 8, 9.

Десятая операция 050 Шлифовальная, поверхность, подвергающаяся обработке 3.

Одиннадцатая операция 055 Полировальная, поверхность, подвергающаяся обработке 3.

Двенадцатая операция 060 Моечная, мойке подвергаются все поверхности.

Тринадцатая операция 065 Контрольная, контролируются поверхности согласно карте контроля.

2.4 Выбор средств оснащения техпроцесса

Анализ параметров техпроцесса показал, что в качестве технологического оборудования оптимальным является использование универсальных и оснащенных системами ЧПУ станков. Станочные приспособления желательно использовать стандартные и универсальные. Режущий инструмент лучше всего использовать нормализованный и стандартизованный. Контрольные приборы и приспособления должны быть универсальные. Такие решения позволят максимально ускорить процесс подготовки производства, обеспечить его универсальность и гибкость, а также сократить экономические затраты. Типы, марки и названия средств

оснащения принимаем по данным соответствующих справочников [12, 13, 14, 15, 16]. Результаты выбора указаны в таблицах 2.3 – 2.6.

Таблица 2.3 – Оборудование

Операция	Точность	Тип оборудования
005 Токарная	12	Токарно-винторезный 16К20Ф3
010 Токарная	10	Токарно-винторезный 16К20
015 Сверлильная	9, 10	Вертикально-сверлильный с ЧПУ 2С125ПФ2И
025 Шлифовальная	8	Центрошлифовальный 3923
030 Шлифовальная	8	Торцекруглошлифовальный 3Т160
035 Шлифовальная	8	Торцекруглошлифовальный 3Т160
040 Шлифовальная	8	Круглошлифовальный 3Е153
045 Шлифовальная	6	Торцекруглошлифовальный 3Т160
050 Шлифовальная	6	Торцекруглошлифовальный 3Т160
055 Шлифовальная	6	Круглошлифовальный 3Е153
060 Полировальная	6	Полировальношлифовальный 3А352
065 Моечная		Моечная машина

Таблица 2.4 – Станочные приспособления

Операция	Установочный элемент	Приспособление
1	2	3
005 Токарная	Торец кулачков	Патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80
010 Токарная	Центра ГОСТ8742-75	Патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80
015 Сверлильная	Штырь установочный ГОСТ4743-83	Тиски самоцентрирующие специальные
025	Штырь установочный	Тиски самоцентрирующие

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3
Шлифовальная	ГОСТ4743-83	специальные
030 Шлифовальная	Центра ГОСТ8742-75	Патрон мембранный ГОСТ 2980-78
035 Шлифовальная	Центра ГОСТ8742-75	Патрон мембранный ГОСТ 2980-78
040 Шлифовальная	Центра ГОСТ8742-75	Патрон мембранный ГОСТ 2980-78
045 Шлифовальная	Центра ГОСТ8742-75	Патрон мембранный ГОСТ 2980-78
050 Шлифовальная	Центра ГОСТ8742-75	Патрон мембранный ГОСТ 2980-78
055 Шлифовальная	Центра ГОСТ8742-75	Патрон мембранный ГОСТ 2980-78
060 Полировальная	Центра ГОСТ8742-75	Патрон мембранный ГОСТ 2980-78

Таблица 2.5 – Инструмент

Операция	Марка инструментального материала	Инструмент
1	2	3
005 Токарная	T5K10, P6M5	Резец контурный ГОСТ18879-73, сверло центровочное А 4 ГОСТ14952-80
010 Токарная	T30K4, T5K10	Резец контурный ГОСТ18879-73, резец канавочный ГОСТ 18879-73

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3
015 Сверлильная	P18Ф, P6M5	Сверло спиральное, метчик ГОСТ9150-81
025 Шлифовальная	Алмаз синтетический АГК	Головка шлифовальная алмазная АГК ГОСТ2447-82
030 Шлифовальная	Электрокорунд белый	Круг шлифовальный 1- 200x50x100 23A46M8V 30м/с1А ГОСТ52781-2007
035 Шлифовальная	Электрокорунд белый	Круг шлифовальный 1- 200x50x100 23A46M8V 30м/с1А ГОСТ52781-2007
040 Шлифовальная	Электрокорунд белый	Круг шлифовальный 1- 200x50x100 23A46M8V 30м/с1А ГОСТ52781-2007
045 Шлифовальная	Электрокорунд белый	Круг шлифовальный 1- 200x50x100 23A80M5V 30м/с1А ГОСТ52781-2007
050 Шлифовальная	Электрокорунд белый	Круг шлифовальный 1- 200x50x100 23A80M5V 30м/с1А ГОСТ52781-2007
055 Шлифовальная	Электрокорунд белый	Круг шлифовальный 1- 200x50x100 23A80M5V 30м/с1А ГОСТ52781-2007
060 Полировальная	Шлиф зерно M40	Круг эластичный

Таблица 2.6 – Контрольные приборы и приспособления

Операция	Точность	Приборы и приспособления
005 Токарная	12	Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ166-89
010 Токарная	10	Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ166-89
015 Сверлильная	9, 10	Шаблон
025 Шлифовальная	8	Шаблон
030 Шлифовальная	8	Микрометр МР-70 ГОСТ6507-90
035 Шлифовальная	8	Микрометр МР-70 ГОСТ6507-90
040 Шлифовальная	8	Микрометр МР-70 ГОСТ6507-90
045 Шлифовальная	6	Микрометр МР-70 ГОСТ6507-90
050 Шлифовальная	6	Микрометр МР-70 ГОСТ6507-90
055 Шлифовальная	6	Микрометр МР-70 ГОСТ6507-90
060 Полировальная	6	Микрометр МР-70 ГОСТ6507-90

Данные по выбору средств оснащения технологического процесса заносятся в маршрутную карту и операционные карты.

2.5 Определение режимов резания

Результатом данного раздела являются режимы резания, определенные для всех операций технологического процесса и нормирование операций (таблица 2.7). В данном случае под режимами резания понимаются: подача S_o , скорость резания V , частота вращения шпинделя n , длина рабочего хода $L_{рх}$ и время выполнения операции T_o .

Для определения режимов резания используется методика [17] для операций лезвийной обработки и [18] для остальных операций. Для определения режимов резания необходимы следующие исходные данные: марка обрабатываемого материала, используемое технологическое оборудование, марка материала инструмента и его конструкция, структура технологической операции. Нормирование производится с использованием справочных данных [19].

Таблица 2.7 – Режимы резания и нормирование технологических операций

Переход	S_o , мм/об	V , м/мин	n , об/мин	L_{px} , мм	T_o , мин
1	2	3	4	5	6
Операция 005, установ А					
1	0,32	240	1000	48	0,15
Операция 005, установ Б					
1	0,30	240	1000	142	0,48
Операция 010, установ А					
1	0,17	361	1600	33	0,12
Операция 010, установ Б					
1	0,17	292	1600	57	0,21
2	0,10	287	1600	2,5	0,04
Операция 015					
1	0,10	21	630	39	0,57
2	1	10	320	78	0,25
Операция 025					
1	0,55	15	300	0,8	0,18
Операция 030					
1	0,014	12	320	0,13	0,29
Операция 035					
1	0,014	12	320	0,14	0,29
Операция 040					
1	0,014	12	320	0,319	0,29
Операция 045					
1	0,011	14	320	0,08	0,30
Операция 050					
1	0,011	14	320	0,08	0,30
Операция 055					
1	0,011	14	320	0,129	0,32

Продолжение таблицы 2.7

1	2	3	4	5	6
Операция 060					
1	0,01	16	320	0,029	0,35

Данные по расчету режимов резания и нормированию операций техпроцесса заносятся в маршрутную карту, операционные карты, а также отражаются в технологических наладках на операции.

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Проектирование станочного приспособления

Операция 015 Сверлильная имеет существенный недостаток – несоответствие используемого в базовом техпроцессе приспособления схеме базирования. Для устранения данного недостатка проведем проектирование приспособления с самоцентрирующим рычажным зажимным механизмом [20].

В процессе обработки на заготовку действуют силы резания и силы закрепления. Задача заключается в определении сил закрепления и на основе их выполнении расчета силового привода.

Алгоритм расчета следующий: определение сил и моментов резания (в нашем случае при сверлении), выведение уравнения сил зажима, нахождение силы зажима, определение усилия на силовом приводе, выбор тип силового привода, определение диаметра поршня силового привода, определение точности приспособления.

Момент и сила при сверлении определяются по формуле:

$$M_{KP} = 10C_u D^{q_u} S^{y_u} K_p, \quad (3.1)$$

$$P_0 = 10C_p D^{q_p} S^{y_p} K_p, \quad (3.2)$$

где D – диаметр сверла, мм;

S – подача на один оборот сверла, мм/об;

C_u , C_p , q_u , y_u , q_p , y_p , K_p - учитывают фактические условия обработки.

$$M = 10 \cdot 0,035 \cdot 8^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 0,84 = 2,62 \text{ Н м.}$$

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 8^1 \cdot 0,1^{0,7} \cdot 0,84 = 1027 \text{ Н.}$$

Для расчета усилия зажима составим систему сил и решим ее относительно силы закрепления W . Влиянием осевой силы не учитываем,

так как она прижимает заготовку к столу и способствует закреплению заготовки.

Момент

$$M_{кр} = P_o \cdot l \quad (3.3)$$

где l – плечо силы, мм.

Момент, который должна создавать сила зажима:

$$M_z = \frac{W \cdot f \cdot d \cdot \sin \frac{\alpha}{2}}{2} \quad (3.4)$$

где W – сила зажима, Н;

f – коэффициент трения;

d – диаметр, за который происходит закрепление, мм;

α – угол призмы, град.

Приравнивая моменты, выводим силу зажима:

$$W = k \frac{2M_p \cdot \sin \frac{\alpha}{2}}{d \cdot f} \quad (3.5)$$

где k – коэффициент запаса.

$$W = 1,8 \frac{2 \cdot 2,62 \cdot \sin 45}{30 \cdot 10^{-3} \cdot 0,15} = 1482 \text{ Н.}$$

Усилие зажима, которое необходимо приложить к губкам:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{3 \cdot l}{H} f_1 \right)}, \quad (3.6)$$

где l , H – определяются путем предварительного прочерчивания зажимного механизма, мм.

$$W_1 = \frac{1482}{1 - \left(\frac{3 \cdot 90}{95} \cdot 0,2 \right)} = 3500 \text{ Н.}$$

Применим рычажный зажимной механизм, т.к. необходимое усилие зажима достаточно велико.

Усилие, которое должно создаваться на приводе:

$$Q = \frac{W_1}{i_c}, \quad (3.7)$$

где i_c – передаточное отношение рычажного механизма.

$$Q = \frac{3500}{2} = 1750 \text{ Н.}$$

В качестве привода выбираем пневматический цилиндр.

Производим расчет его диаметра:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P}} \quad (3.8)$$

где P – давление в системе, МПа.

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{1750}{0,4}} = 69 \text{ мм.}$$

Округляем диаметр до ближайшего стандартного 70 мм.

Погрешность установки в спроектированном приспособлении:

$$\varepsilon_v = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2 + \Delta_6^2}, \quad (3.9)$$

где Δ_1 – погрешность базовой поверхности заготовки, мкм;

Δ_2 – погрешность присоединительного размера призмы к ползушке, мкм;

Δ_3 – погрешность присоединительного размера ползушки к рычагу, мкм;

Δ_4 – погрешность вследствие колебания зазоров в сопряжениях рычага, мкм;

Δ_5 – погрешность малого плеча рычага, мкм;

Δ_6 – погрешность большого плеча рычага, мкм.

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{47^2 + 110^2 + 13^2 + 13^2 + 13^2 + 16^2} = 61 \text{ мкм.}$$

Для того чтобы точность приспособления удовлетворяла заданной, расчетная погрешность должна быть меньше допускаемой, которая рассчитывается по формуле:

$$\varepsilon_y^{\text{дон}} = 0,3 \cdot Td, \quad (3.10)$$

где Td – поле допуска на выполняемый размер, мкм.

$$\varepsilon_y^{\text{дон}} = 0,3 \cdot 520 = 156 \text{ мкм.}$$

Точность приспособления соответствует допустимой на данной операции.

Более подробно конструкция приспособления представлена на листе графической части.

3.2 Проектирование режущего инструмента

Операция 015 Сверлильная в базовом техпроцессе является лимитирующей. Для увеличения производительности на данной операции необходимо применить более интенсивные режимы резания, но такое решение приведет к снижению стойкости сверла. Проведем конструирование сверла, которое обладает повышенной износостойкостью по сравнению со стандартным сверлом. Расчет параметров сверла проводим по данным [21].

Диаметр отверстия, получаемого после обработки должен составлять 6,5 мм, а допуск на его выполнение 0,036 мм.

Диаметр инструмента рассчитывается по формуле:

$$D_{инстр} = D_{min} + \frac{TD}{2}, \quad (3.11)$$

где D_{min} – минимальный диаметр отверстия, мм;

TD – допуск на выполнение отверстия, мм.

$$D_{инстр} = 6,5 + \frac{0,036}{2} = 6,518 \text{ мм.}$$

Допуск на исполнительный размер сверла принимается на два квалитета точнее допуска на выполняемый размер. В данном случае допуск на размер принят по 9 квалитету, поэтому допуск на исполнительный размер сверла принимаем по 7 квалитету.

Основная геометрия сверла выбирается из условия обеспечения заданной шероховатости (1,6 мкм). В соответствии с рекомендациями принимаем следующие значения углов: $\gamma = 90^\circ$, $\alpha = 8^\circ$.

Передняя поверхность сверла делается выше его центра на 0,5 мм, это позволяет избежать заедания сверла в отверстии.

Марку материала режущей части выбираем исходя из марки обрабатываемого материала. Для выполнения операции сверления стали 19ХГН рекомендуется применять быстрорежущую сталь Р18Ф ГОСТ 19265-73.

В качестве хвостовика сверла выбираем цилиндрический хвостовик, а его минимально допустимый диаметр рассчитываем по формуле:

$$d = \frac{\mu \cdot P_0}{6\mu_{cp}}, \quad (3.16)$$

где μ – коэффициент трения;

P_o – осевая сила, Н;

μ_{cp} – момент сопротивления, Н/мм.

$$d = \frac{0,1 \cdot 1027}{6 \cdot 3,47} = 4,93 \text{ мм.}$$

Для обеспечения технологичности изготовления сверла принимаем диаметр хвостовика 6,5 мм.

Решение проблемы стойкости сверла осуществим путем введения в конструкцию центральной режущей вставки из поликристаллического нитрида бора и нанесением на режущие кромки износостойкого упрочняющего покрытия пленкой (2-10 мкм) нитрида молибдена. Согласно данным [22] данное техническое решение позволит увеличить стойкость сверла в 8 раз.

Произведем расчет диаметра режущей вставки [22]:

$$d = D/(6...9) \tag{3.17}$$

где D – диаметр сверла, мм.

$$d = D/(6...9) = 6,518/(6...9) = 1,09...0,724 \text{ мм.}$$

Принимаем значение из стандартного ряда 0,8 мм.

Подробно чертеж сверла представлен в графической части работы.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта

Определение характеристик технологического процесса изготовления опоры производим согласно методике [23] и оформляем в виде таблицы 4.1.

Таблица 4.1 – Технологический паспорт технического объекта

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
Технологический процесс изготовления опоры приводного шкива	Токарная операция	Оператор станков с числовым управлением	Станок токарно-винторезный 16К20Ф3	Сталь 19ХГН ГОСТ 4543-71, синтетическая смазочно-охлаждающая жидкость, ветошь
	Сверлильная операция	Оператор станков с числовым управлением	Вертикально сверлильный с ЧПУ 2С125ПФ2И	

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Согласно рекомендациям [23] проводим идентификацию профессиональных рисков, возникающих в ходе выполнения

технологического процесса. Результаты оформляем в виде таблицы 4.2.

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков

Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора
1	2	3
Токарная операция, сверлильная операция	Машины, механизмы, перемещающиеся части оборудования, перемещаемые изделия и заготовки	Станок токарно-винторезный 16К20Ф3, станок вертикально-сверлильный с ЧПУ 2С125ПФ2И, средства технологического оснащения операций (приспособления, режущие инструменты, контрольные приборы), погрузчики
	Заусенцы, острые кромки и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Инструменты, заготовка
	Повышенный уровень общей вибрации	Станок токарно-винторезный 16К20Ф3, станок вертикально-сверлильный с ЧПУ 2С125ПФ2И, средства технологического оснащения операций, погрузчики
	Повышенный уровень шума	Станок токарно-винторезный 16К20Ф3, станок вертикально-сверлильный с ЧПУ 2С125ПФ2И, средства технологического оснащения операций (приспособления, режущие инструменты, контрольные приборы),

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3
		погрузчики
	Высокое напряжение электрического тока	Станок токарно-винторезный 16К20Ф3, станок вертикально-сверлильный с ЧПУ 2С125ПФ2И
	Повышенная температура поверхностей заготовки, оснастки и оборудования	Станок токарно-винторезный 16К20Ф3, станок вертикально-сверлильный с ЧПУ 2С125ПФ2И, средства технологического оснащения операций (приспособления, режущие инструменты, контрольные приборы)
	Загрязнение воздушной среды рабочего места парами и аэрозолью смазочно-охлаждающей жидкости	Синтетическая смазочно-охлаждающая жидкость
	Монотонность производственного процесса	Станок токарно-винторезный 16К20Ф3, станок вертикально-сверлильный с ЧПУ 2С125ПФ2И, средства технологического оснащения операций (приспособления, режущие инструменты, контрольные приборы)

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

С целью устранения или снижения влияния на работников производственного участка профессиональных рисков согласно методике [23] разрабатывается комплекс мероприятий, который представлен в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Организационно-технические методы и технические средства (технические устройства) устранения (снижения) негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работающего
1	2	3
Машины, механизмы, перемещающиеся части оборудования, перемещаемые изделия и заготовки	Инструктаж по охране труда и производственной безопасности, инструкции по охране труда, средства коллективной защиты (ограждения, экраны, автоматические выключатели)	Костюм, ботинки кожаные, перчатки прорезиненные, рукавицы брезентовые, очки защитные
Заусенцы, острые кромки и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Инструктаж по охране труда и производственной безопасности, инструкции по охране труда, использование режимов резания не допускающих появления заусенцев, дополнительная слесарная обработка	Перчатки прорезиненные, рукавицы брезентовые
Повышенный уровень общей вибрации	Инструктаж по охране труда и производственной безопасности, инструкции по охране труда, монтаж оборудования на демпферы, дистанционное управление оборудованием	Обувь с вкладышем из упругодемпфирующего вещества
Повышенный уровень шума	Инструктаж по охране труда и производственной безопасности, инструкции по охране труда, применение звукопоглощающих и звукоизолирующих устройств	Наушники противοшумные
Высокое напряжение электрического тока	Инструктаж по охране труда и производственной безопасности, инструкции по охране труда,	Диэлектрический коврик

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3
	заземление станков, изоляция и ограждение электрооборудования, автоматическое аварийное отключение оборудования	
Повышенная температура поверхностей заготовки, оснастки и оборудования	Инструктаж по охране труда и производственной безопасности, инструкции по охране труда, подача смазочно-охлаждающей жидкости в зону резания, использование тепловых экранов	Костюм, ботинки кожаные, перчатки прорезиненные, рукавицы брезентовые, очки защитные
Загрязнение воздушной среды рабочего места парами и аэрозолью смазочно-охлаждающей жидкости	Инструктаж по охране труда и производственной безопасности, инструкции по охране труда, защитные экраны, местная вытяжка	Респиратор
Монотонность производственного процесса	Инструктаж по охране труда и производственной безопасности, инструкции по охране труда, соблюдение порядка проведения перерывов	

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Пожарная безопасность на производстве обеспечивается путем разработки комплекса мер, представленных в таблицах 4.4 – 4.6.

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Участок изготовления опоры приводного шкива	Станок токарно-винторезный 16К20Ф3, станок вертикально-сверлильный с ЧПУ 2С125ПФ2И, средства технологического оснащения операций (приспособления, режущие инструменты, контрольные приборы)	Пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов – класс пожара В	Высокая температура в источнике пожара, тепловой поток, пламя, искры, превышение концентрации токсичных веществ и низкая концентрация кислорода в воздухе, снижение видимости	Обломки оборудования, сооружений, нарушение изоляции и заземления электрооборудования, воздействие средств пожаротушения

Таблица 4.5 – Технические средства пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре
1	2	3	4	5	6
Огнетушители ручные	Пожарные машины и	Автоматическая система	Средства оповещения и	Пожарные краны,	Противогазы, респираторы,

Продолжение таблицы 4.5

1	2	3	4	5	6
пенные, пожарные щиты, ящики с песком	лестницы передвижные огнетушители	тушения пожара	управления эвакуацией, пожарные автоматическое и извещатели, системы передачи извещений о пожаре	пожарные рукава, ящики с песком	самоспасатели пожарные веревки и карабины

Таблица 4.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, используемого применяемого оборудования, в составе технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Технологический процесс изготовления опоры приводного шкива	Создание добровольной пожарной охраны, инструктаж и обучение правилам пожарной безопасности на участке, обучение действиям при возникновении пожара и эвакуации, использование наглядной агитации	Проведение пожарных инструктажей, наличие пожарной сигнализации, автоматической системы пожаротушения, наличие первичных средств пожаротушения

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Мероприятия по оценке и обеспечению экологической безопасности представлены в таблицах 4.7, 4.8.

Таблица 4.7 – Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, производствен но- технологическ ого техпроцесса	Структурные составляющие объекта производственно- технологического процесса (производственног о здания или сооружения по функциональному назначению, технологических, технического оборудования), энергетической установки, транспортного средства и т.п.	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу (выбросы в воздушную окружающую среду)	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу (образование сточных вод, забор воды из источников водоснабжения)	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра), образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Технологический процесс изготовления опоры приводного шкива	Станок токарно-винторезный 16К20Ф3, станок вертикально-сверлильный с ЧПУ2С125ПФ2И, средства технологического оснащения операций	Частицы стружки и металлической пыли, смазочно-охлаждающая жидкость в виде аэрозоля	Пыль, металлические и абразивные частицы, сода, масла, растворители, мыла, краски	Лом, стружка и опилки металлов, пластмасс, шлаки, золы, шламы, осадки и пыль, промышленные масла, смазочно-охлаждающая жидкость

Таблица 4.8 – Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	Технологический процесс изготовления опоры приводного шкива
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Использование для очистки воздуха сухой газоочистки, каталитической нейтрализации и мокрой газоочистка
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Использование замкнутого цикла использования воды. Очистка при помощи флотаторов
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Использование централизованной обработки промышленных отходов на полигонах предприятиях с заводской технологией обезвреживания и утилизации

4.6 Заключение по разделу

В результате выполнения раздела были рассмотрены вопросы, связанные с выявлением опасных и вредных производственных факторов, разработкой мер по их снижению, разработкой мер по снижению пожарной опасности и мер по сохранению экологии и окружающей среды.

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 в проекте технических решений.

Основные изменения технологического процесса изготовления детали «Опора» коснулись операции 015 сверлильной, на которой применялось 2 вертикально-сверлильный станка, модель 2Н125: один – для получения отверстий при помощи сверла спирального диаметром 6 мм ГОСТ 10902-77 Р6М5, второй – для нарезания резьбы метчиком М8. Для сокращения количества используемого оборудования, было предложено заменить данное оборудование на вертикально-сверлильный станок с ЧПУ, модель 2С125ПФ2И, а также заменить сверло на сверло со вставкой из твердосплавного материала Ø6 мм основной материал Р6М5. Все описанные изменения позволят сократить общее время выполнения операции на 47,7%, а основное время – на 11,8%.

Учитывая описанные изменения, по методике «Расчета капитальных вложений в основное технологическое оборудование» [24], определим капитальные вложения в проектируемый вариант технологического процесса, которые будут учитывать:

- затраты на основное технологическое оборудование по операции 015 проектного варианта;
- затраты на проектирование совершенствований технологического процесса,
- затраты на инструмент;
- затраты на оборотные средства в незавершенном производстве, т.к. на этих операциях применяется оборудование с числовым программным управлением;
- затраты на производственную площадь;

- затраты на доставку и монтаж оборудования;
- затраты на транспортные средства;
- затраты на приспособление;
- и затраты на аппаратуру для записи программ.

Сложив полученные величины, будут определены общие капитальные вложения, равные сумме 57348,5 рублей, которые предназначены только для выполнения заданной программы выпуска детали «Опора» в объеме 1500 штук.

Для проведения экономического сравнения описанных вариантов, также, необходимо определить себестоимость изготовления детали «Опора» по описанным операциям, с применением методики «Расчет технологической себестоимости изменяющихся по вариантам операций» [24]. Обычно технологическая себестоимость складывается из четырех показателей:

- затрат на основной материал (M),
- основной заработной платы ($Z_{пл.осн}$),
- начислений на заработную плату ($H_{з.пл}$),
- и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования ($P_{э.об}$).

Однако, если в ходе совершенствования технологического процесса, изменения не касаются метода получения заготовки, то величиной затрат на основной материал можно пренебречь, т.к. ее значение не оказывает влияние на уровень отклонений в технологической себестоимости. Значения, входящих в технологическую себестоимость величин, без учета затрат на основной материал, представлены на рисунке 5.1.

Анализируя представленные значения, можно сделать вывод о том, что почти все параметры, за исключением расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, имеют тенденцию к снижению. А рост расходов на содержание и эксплуатацию оборудования можно объяснить тем, что при приобретении оборудования с числовым программным управлением появляются дополнительные расходы на управляющую программу, которая и повлияла на рост расходов. Но, не смотря на это,

величина технологической себестоимости все равно уменьшилась на 2,36 рублей, что составляет 25,1%.

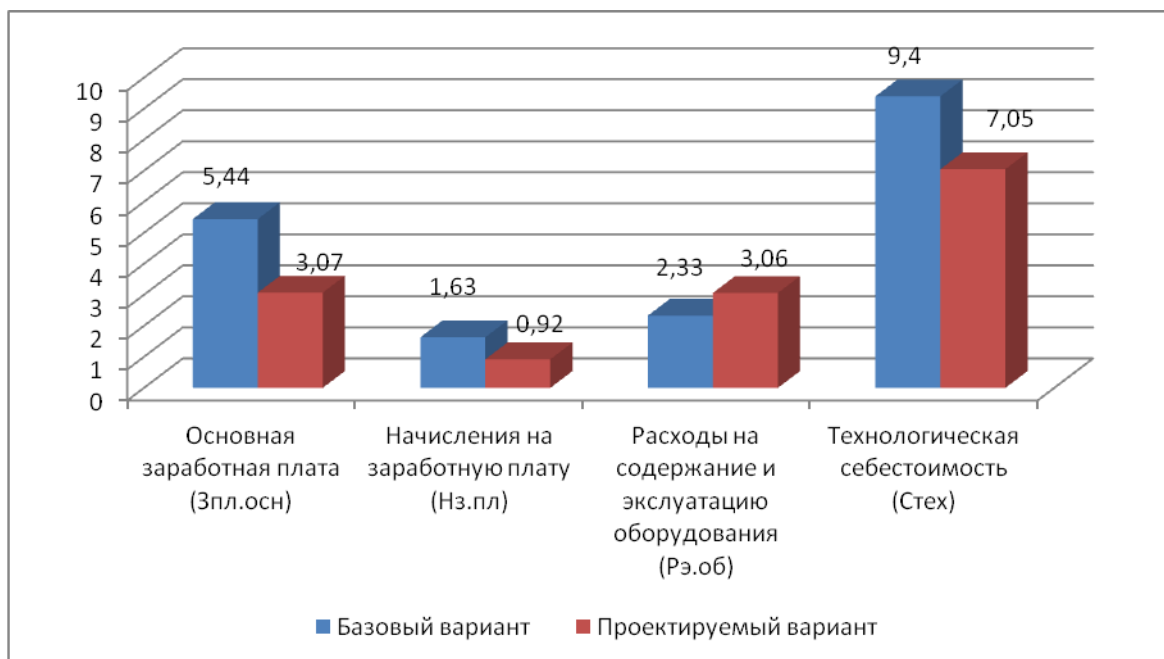


Рисунок 5.1 – Технологическая себестоимость детали «Опора», по изменяющимся операциям, и ее составные элементы, руб.

Знание величины технологической себестоимости, необходимо для определения величин:

- цеховой себестоимости;
- заводской или производственной себестоимости;
- полной себестоимости детали по сравниваемым операциям.

Для определения всех указанных величин используется методика «Калькуляция себестоимости обработки» [24], благодаря которой полная себестоимость ($C_{полн}$) по базовому варианту составляет 29,29 рублей, а по проектируемому – 18,27 рублей. Полученные значения, также свидетельствуют о снижении рассчитываемых величин. Разница между сравниваемыми вариантами составляет 11,02 рублей с единицы изделия или 37,6%. Однако при сравнении изменений величин технологической и полной себестоимости, изменение последней увеличилось, это может быть связано с тем, что на определенном этапе произошло уменьшение управленческих расходов.

Далее, учитывая методику «Расчет показателей экономической эффективности проектируемого варианта» [24], рассчитаем ряд основополагающих экономических показателей, таких как:

- чистая прибыль ($P_{чист}$), которая составит 30856 рублей;
- срок окупаемости ($T_{ок}$), который составит 3 года;
- чистый дисконтируемый доход ($ЧДД$), величина которого равна 7634,24 рублей.

Последний из представленных показателей, позволяет сделать окончательное заключение об экономической целесообразности проектируемого варианта технологического процесса. Если $ЧДД > 0$, то проект считается эффективным и его рекомендуется внедрять, если $ЧДД < 0$, то проект не эффективен и деньги рекомендуют вкладывать в банк. Предложенные совершенствования технологического процесса изготовления детали «Опора» позволяют получить положительную величину чистого дисконтируемого дохода, что делает его экономически эффективным, поэтому после вложения денежных средств в совершенствование технологического процесса, предприятие получит прибыль в размере 1,13 рублей на каждый вложенный рубль.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Технологический процесс изготовления опоры приводного шкива, спроектированный в данной работе, полностью отвечает всем требованиям, предъявляемым к нему. Проектирование проведено с учетом серийности производства, при условии обеспечения максимальной конкурентоспособности, как самой опоры, так и всего подъемника в целом.

Достижение этой цели было получено на основе решения ряда задач. Первой задачей был выбор оптимального с экономической точки зрения метода получения заготовки с последующим проведением расчета припусков на обработку и проектированием заготовки. Следующей задачей было формирование маршрута изготовления детали с учетом соблюдения всех основных технологических принципов. Также был проведен расчет и проектирование технологических операций, включая определение режимов резания и нормирование. Наиболее проблемная операция техпроцесса сверлильная, была усовершенствована путем проектирования для нее приспособления, реализующего схему базирования и сверла с увеличенным периодом стойкости. Такое решение позволило существенно повысить эффективность данной операции и всего техпроцесса в целом, что было подтверждено соответствующими экономическими расчетами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Химический состав и физико-механические свойства стали 19ХГН [Электронный ресурс]. – URL: https://www.mzstal.ru/auxpage_19hgn/ (дата обращения: 02.05.2019).

2. Скворцов, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учеб. пособие / В.Ф. Скворцов. - 2-е изд. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. - 330 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://znanium.com/catalog/product/505001> (дата обращения: 02.05.2019).

3. Сысоев, С.К. Технология машиностроения: Проектирование технол. процессов: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению подготовки дипломир. специалистов "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / С.К. Сысоев, А.С. Сысоев, В.А. Левко. - Санкт-Петербург. : Лань, 2016. - 349 с.

4. 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.

5. Клименков, С.С. Проектирование заготовок в машиностроении: практикум: учеб. пособие / С.С. Клименков. – Москва. : ИНФРА-М, 2013. - 269 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/37101> (дата обращения: 15.05.2019).

6. Зубарев, Ю.М. Методы получения заготовок в машиностроении и расчет припусков на их обработку: учеб. пособие / Ю.М. Зубарев. - Санкт-Петербург. : Лань, 2016. - 256 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/72581> (дата обращения: 15.05.2019).

7. 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.

8. Пухаренко, Ю.В. Механическая обработка конструкционных материалов: курсовое и диплом. проектирование: учеб. пособие / Ю.В. Пухаренко, В.А. Норин. - Санкт-Петербург. : Лань, 2018. - 240 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/99220> (дата обращения: 18.05.2019).

9. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990–07–01. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 52 с.

10. Маталин, А.А. Технология машиностроения : учеб. Для студ. Вузов, обуч. По спец. 151001 напр. «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. Производств» / А.А. Маталин. – Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. – СПб. : Лань, 2010. – 512 с.

11. Ковшов, А.Н. Технология машиностроения: учебник / А.Н. Ковшов. - Изд. 3-е, стер. - Санкт-Петербург. : Лань, 2016. - 320 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/86015> (дата обращения: 21.05.2019).

12. 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.

13. Мещерякова, В.Б. Металлорежущие станки с ЧПУ: учеб. пособие / В.Б. Мещерякова, В.С. Стародубов. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. – 336 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/881108> (дата обращения: 22.05.2019).

14. 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.

15. Клепиков, В.В. Технологическая оснастка: станочные приспособления: учеб. пособие / В.В. Клепиков. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. – 345 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/765631> (дата обращения: 22.05.2019).

16. Пелевин, В.Ф. Метрология и средства измерений: учеб. пособие / В.Ф. Пелевин. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. - 273 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/774201> (дата обращения: 22.05.2019).

17. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке: учеб. пособие / В.М. Кишуков [и др.]. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Санкт-Петербург. : Лань, 2018. - 216 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/102222> (дата обращения: 25.05.2019).

18. Расторгуев, Д. А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления: электронное учеб.-метод. пособие / Д.А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". – ТГУ. – Тольятти. : ТГУ, 2017. – 34 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/6204> (дата обращения: 25.05.2019).

19. Технологии машиностроения: выпускная квалификационная работа для бакалавров: учеб. пособие / Н.М. Султан-заде [и др.]. – Москва. : ФОРУМ, 2016. - 287 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://znanium.com/catalog/product/515097> (дата обращения: 28.05.2019).

20. Иванов, И.С. Расчет и проектирование технологической оснастки в машиностроении: учеб. пособие / И.С. Иванов. – Москва. : ИНФРА-М, 2015. – 198 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://znanium.com/catalog/product/405031> (дата обращения: 28.05.2019).

21. Солоненко, В.Г. Резание металлов и режущие инструменты: учеб. пособие / В.Г. Солоненко, А.А. Рыжкин. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. - 416 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/549074> (дата обращения: 30.05.2019).

22. Режущий инструмент: учебник для вузов / Д.В. Кожевников [и др.] ; под общ. ред. С.В. Кирсанова. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – Москва. : Машиностроение, 2014. – 520 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/63256> (дата обращения: 30.05.2019).

23. Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы

«Безопасность и экологичность технического объекта» : электрон. учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти. : Изд-во ТГУ, 2018. – 41 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/8767> (дата обращения: 03.06.2019).

24. Краснопевцева, И.В. Экономика и управление машиностроительным производством: электрон. учеб.-метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти. : ТГУ, 2014. – 183 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/13> (дата обращения: 10.06.2019).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификации к сборочным чертежам

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.			
							Справ. №	Подп. и дата		
				<u>Документация</u>						
A1			19.БР.ОТМП.655.65.00.000СБ	Сборочный чертеж						
				<u>Детали</u>						
A3		1	19.БР.ОТМП.655.65.00.001	Корпус	1					
A4		2	19.БР.ОТМП.655.65.00.002	Корпус пневмоцилиндра	1					
A4		3	19.БР.ОТМП.655.65.00.003	Крышка	1					
A4		4	19.БР.ОТМП.655.65.00.004	Крышка	2					
A2		5	19.БР.ОТМП.655.65.00.005	Крышка	1					
A3		6	19.БР.ОТМП.655.65.00.006	Ось	2					
A3		7	19.БР.ОТМП.655.65.00.007	Ползушка	2					
A4		8	19.БР.ОТМП.655.65.00.008	Поршень	1					
A3		9	19.БР.ОТМП.655.65.00.009	Призма	4					
A2		10	19.БР.ОТМП.655.65.00.010	Рычаг	3					
A3		11	19.БР.ОТМП.655.65.00.011	Толкатель	1					
A3		12	19.БР.ОТМП.655.65.00.012	Шток	1					
A4		13	19.БР.ОТМП.655.65.00.013	Штырь	1					
				<u>Стандартные изделия</u>						
		14		Винт М5х20 ГОСТ 11871-78	4					
		15		Винт М5х20 ГОСТ 11871-78	4					
		16		Винт М6х15 ГОСТ 17477-84	2					
				19.БР.ОТМП.655.65.00.000						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Приспособление станочное			Лит.	Лист	Листов
Разрад.	Романов								1	2
Пров.	Козлов				ТГУ, ИМ, гр. МСБЗ-1404					
Н.контр.	Егоров									
Утв.	Логинов									

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		17		Винт М6х15 ГОСТ 17477-84	8	
		18		Винт М6х20 ГОСТ 17477-84	4	
		19		Винт М6х20 ГОСТ 17477-84	4	
		20		Гайка М12 ГОСТ 11878-87	1	
		21		Кольцо ГОСТ 17679-72	2	
		22		Манжета ГОСТ 6967-60	1	
		23		Манжета ГОСТ 6967-60	1	
		24		Уплотнение ГОСТ 13465-77	1	
		25		Уплотнение ГОСТ 13465-77	1	
		26		Уплотнение ГОСТ 13465-77	2	
		27		Шпонка ГОСТ 6321-80	2	

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дцкл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

19.БР.ОТМП.655.65.00.000

Лист
2

Перв. примен.		Справ. №		Подп. и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата	
Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание					
				<u>Документация</u>							
A1			19.БР.ОТМП.655.70.00.000СБ	Сборочный чертеж							
				<u>Детали</u>							
A4	1		19.БР.ОТМП.655.70.00.001	Вставка СТМ	1						
A2	2		19.БР.ОТМП.655.70.00.002	Корпус сверла	1						
			19.БР.ОТМП.655.70.00.000								
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Сверло спиральное			Лист	Лист	Листов	
Разрад.	Романов									1	
Пров.	Козлов										
Н.контр.	Егоров										
Утв.	Логинов				ТГУ, ИМ, зр. МСБЗ-1404						

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	Кштп	Гроз	Тштп	
Б					Код, наименование обработки												
Б.69	XX XX XX	035	4130	Торцкруплошлифовальная													
0.70	381311	Торцкруплошлифовальный 3Т160	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1						0,38
Т.71	Шлифовать поверхность: пов. 8, 9 в размер $\phi 50,16_{-0,062}^{+0,043}$; 18,13																
72	396110 Патрон мембранный ГОСТ2980-78; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скода рычажная.																
73																	
А.74	XX XX XX	040	4131	Шлифовальная													
Б.75	381311	Круплошлифовальный 3Е153	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1						0,38
0.76	Шлифовать поверхность 3 в размер, $\phi 30,434_{-0,062}$.																
Т.77	396110 Патрон мембранный ГОСТ2980-78; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скода рычажная.																
78																	
А.79	XX XX XX	045	4130	Торцкруплошлифовальная													
Б.80	381311	Торцкруплошлифовальный 3Т160	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1						0,43
0.81	Шлифовать поверхность: пов. 15, 20 в размер $\phi 25_{-0,013}^{+0,007}$; 107																
Т.82	396110 Патрон мембранный ГОСТ2980-78; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скода рычажная.																
83																	
А.84	XX XX XX	050	4130	Торцкруплошлифовальная													
Б.85	381311	Торцкруплошлифовальный 3Т160	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1						0,43
0.86	Шлифовать поверхность: пов. 8, 9 в размер $\phi 50_{-0,002}^{+0,010}$; 18																
Т.87	396110 Патрон мембранный ГОСТ2980-78; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скода рычажная.																
88																	
А.89	XX XX XX	055	4131	Шлифовальная													
Б.90	381311	Круплошлифовальный 3Е153	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1						0,40
0.91	Шлифовать поверхность 3 в размер, $\phi 30,044_{-0,013}$.																
МК																	

ПРИЛОЖЕНИЕ В
Операционные карты

