

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

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Проектирование технологических процессов
(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технологический процесс изготовления выходного вала редуктора

Обучающийся

Н.В. Сычев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент Д.А. Расторгуев

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

Консультанты

к.э.н., доцент О.М. Сярдова

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

к.т.н., доцент А.Н. Москалюк

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

Тольятти 2022

Аннотация

В выпускной работе рассматривается технологический процесс изготовления вала привода редуктора с клапанным механизмом. По заданию объем выпуска дан в количестве 1000 деталей в год.

Для рационального проектирования технологии выбран тип производства. Представленная технология по всем признакам соответствует необходимым характеристикам среднесерийного типа производства.

Для спроектированной детали назначены по стандартам требования с учетом обеспечения технологичности по всем группам показателей. При проектировании найденные технологические недостатки связаны с наличием эксцентриковой шейки, а также глухого отверстия с шпоночным пазом, который имеет ограниченный диапазон возможных методов обработки.

Спроектирована для выбранного метода штамповки исходная заготовка. С учетом штамповки средней точности и серийного производства разработана операционная технология. Операции соответствуют типовой структуре: подготовка чистовых баз в виде центровых отверстий. Из-за необходимости смены баз для обработки отверстия схема установки на операциях изменяется. Черновая обработка и чистовая обработка выполняются для шеек на разных станках из-за необходимости выверки поверхности с биением.

Конструкторская разработка направлена на повышение эффективности точения эксцентриковой шейки и долбления паза за счет разработки переналаживаемого специализированного приспособления с регулируемыми кулачками. Инструмент – резец для обработки паза.

По стандартам на проектирование технологии она заканчивается разработкой мероприятий по защите охраны труда и обеспечению экологичности спроектированного маршрута. Эффективность изменений на токарной операции подтверждается экономическим расчетом.

Содержание

Введение	4
1 Анализ исходных данных	5
1.1 Анализ служебного назначения детали.....	5
1.2 Классификация поверхностей.....	5
1.3 Технические требования чертежа.....	6
1.4 Анализ технологичности детали	7
1.5 Задачи работы.....	9
2 Технологическая часть работы.....	10
2.1 Определение типа производства	10
2.2 Проектирование заготовки.....	10
2.3 Проектирование заготовки.....	13
2.4 Разработка технологического маршрута.....	13
2.5 Расчет припуска.....	16
2.6 Выбор средств технологического оснащения.....	19
2.7 Проектирование технологических операций.....	21
2.8 Нормирование.....	27
3 Разработка специальной технологической оснастки	31
3.1 Проектирование станочного приспособления	31
3.2 Проектирование инструмента.....	39
4 Экологичность и безопасность проекта	41
5 Экономическая эффективность работы	44
Заключение	48
Список используемых источников.....	49
Приложение А Технологические карты.....	52
Приложение Б Спецификация приспособления	60
Приложение В Спецификация инструмента	62

Введение

При разработке технологии изготовления различных деталей цель - получение изделия в соответствии с характеристиками и требованиями, указанными в конструкторской документации. Для этого необходимо анализировать особенности обработки данного изделия в соответствии с принципами технологичности. Изменение конструкции или технических требованиях к изделию на этапе конструкторской подготовки производства обеспечивает многократное снижение издержек на подготовку производства. Поэтому, работа конструктора, который формирует технические требования и конфигурацию деталей, закладывает технологические издержки и приводит к формированию окончательной технологической себестоимости.

Отработка изделий на технологичность с целью избежать дополнительных затрат позволяет обеспечить конкурентоспособность продукции.

Также на этапе проектирования необходимо особое внимание обращать на соответствие выбираемых средств оснащение и оборудования, методик расчета припуска и нормирования, организации производственного процесса типу производства. Кроме этого, на выбор всех этих шагов оказывают современные тенденции машиностроения, которые связаны с очень широким применением автоматизированного станочного оборудования. Современные станки имеют модульную компоновку и обеспечивающего интенсивные режимы резания. Модульность обеспечит гибкость производства и расширяет технологические возможности станочного парка. Интенсивные режимы резания обеспечивают повышение производительности и качества обработки. Исходя из вышесказанного, в технологическом процессе необходимо использовать станки с числовым программным управлением и современное оснащение, которое дает возможность использовать высокоскоростную обработку, а это снижает трудоемкость, технологическую себестоимость при условии обеспечения технических требований чертежа.

1 Анализ исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения детали

Вал привода работает в гидравлическом приводе для регулирования клапанного механизма [1].

Данный вал предназначен для преобразования вращательного движения в поступательное. Частота вращения вала при работе не высокая, нагрузки также не отличаются значительной величиной. Исходный момент передается через отверстие со шпоночным пазом. Вал устанавливается в подшипниках. С выходного конца вала подшипник поджимается гайкой по резьбе.

Работает при переменных нагрузках, которые усиливаются от неуравновешенности вала, которая возникает из-за несоосности центральной шейки.

В качестве материала для изготовления вала выбрана сталь 40ХН ГОСТ 4543-73. Также заложено требование по закалке до твердости HRC 28..32 [7].

1.2 Классификация поверхностей

С учетом назначения детали, проведем систематизацию ее поверхности по служебному назначению. Для этого на рисунке 1 показана нумерация поверхностей вала.

Далее все поверхности сгруппированы по своему назначению [10].

Систематизация по назначению следующая. Основная конструкторская база – шейки 6 и 10 (поверхность составная – часть резьба, часть посадочная поверхность под подшипник) и буртик 6.

Исполнительные поверхности это шпоночный паз 19, 21, а также поверхность эксцентриковой шейки 12.

Вспомогательные конструкторские базы это пазы 19, 20, 21 22, отверстие под привод 9, а также эксцентриковая шейка 12 с буртиками 4 и 5.

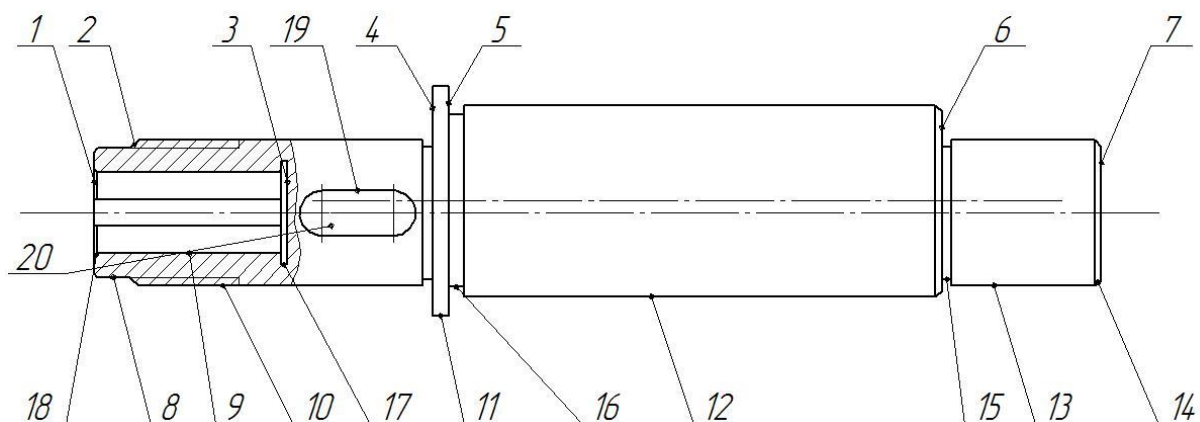


Рисунок 1 – Нумерация поверхностей









1.3 Технические требования чертежа




Для устойчивого позиционирования вала задаются отклонения от соосности базовых шеек, а также опорных торцов. Для шпоночных пазов определяются требования по отклонению от симметричности для обеспечения собираемости узла. Особое требование накладывается на эксцентриковую цилиндрическую шейку путем назначения допуска 0,018 мм на расстояние между осевыми базовыми цилиндрическими поверхностями и самой эксцентриковой шейки. Все технические требования по каждой поверхности приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Анализ технических требований

Вид	Габаритный размер l/b	IT	Ra, мкм	Техническое требования	HRC
1	2	3	4	5	6
1 Плоскость	264/38	12	6,3	-	30

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
2 Фаска	2,5/38	12	6,3	-	30
3 Плоскость	50/27	12	6,3	-	30
4 Плоскость	88/60	12	2,5	 0,012	30
5 Плоскость	40/40	12	1,25	 0,012	30
6 Плоскость	40/50	12	2,5	 0,012	30
7 Плоскость	264/38	12	6,3	-	30
8 Шейка	10/34	12	6,3	-	30
9 Отверстие	50/22	7	1,25	 0,012	30
10 Резьба-шейка	60/155	6	1,25	 0,012	30
11 Шейка	45/50	12	6,3	-	30
12 Шейка	130/50	6	0,63	-	30
13 Шейка	42/38	6	1,25	 0,012	30
14 Фаска	2/-	12	6,3	-	30
15 Шейка	2,5/34,5	12	6,3	-	30
16 Шейка	4/45	12	6,3	-	30
17 Отверстие	1,7/27	12	6,3	-	30
18 Фаска	1/-	12	6,3	-	30
19 Паз	33/12	9	3,2	 0,025	30
20 Паз	33/12	12	6,3		30
21 Паз	12/6	9	3,2	 0,025	30
22 Паз	12/6	12	6,3		30

Примечание: значки в таблице обозначают  - соосность;  - отклонение от перпендикулярности;  - отклонение от симметричности

Все технические требования, показаны в таблице 1, перенесены на рабочий чертеж детали.

1.4 Анализ технологичности детали

Деталь вал имеет достаточно сложную форму, так как он включает сразу две нестандартные поверхности. Это, с одной стороны, глухое отверстие с шпоночным внутренним пазом. С другой стороны,

цилиндрическая высокоточная поверхность с эксцентриситетом относительно базовых шеек.

Вал представляет собой ступенчатый стержень, выполненной с высокой точностью (шейки по 6 качеству точности).

При соотношении размеров винта к диаметру около 5, он будет иметь среднюю жесткость в поперечном направлении. Для снижения упругих деформаций необходима двух опорная схема установки.

Конструктивные элементы унифицированы. Вал содержит глухое отверстие с внутренней канавкой, шпоночный паз, и резьбовую поверхность.

Материал детали сталь 40ХН, имеющая нормальный коэффициент обрабатываемости резанием [7].

Форма детали позволяет получать ее из ступенчатой заготовки и из сортового проката. Ступенчатая заготовка может получаться методомковки. Перепад диаметров по краям на небольших участках по длине.

Доступность инструментом обеспечивается, есть нормальный вход – выход инструмента, за исключением глухого отверстия и шпоночного паза. Единственный метод обработки паза- долбление, что не точно и трудоемко.

Обработка смещенной поверхности будет требовать изменения базирования и использования специализированного патрона с смещенными установочными элементами.

Базирование данной детали может проводиться стандартным способом при обработке крайних шеек: в патроне и центрах. Но из-за наличия на крайней шейке глухого отверстия нужна или дополнительная обработка на отдельной операции с другой схемой обработки или использовать для базирования отверстие диаметром 20 мм с базовой фаской. Можно использовать вместо поджимного центра с данной стороны самоцентрирующий люнет [2].

Форма конструктивных элементов - стандартизированная. Конфигурация детали позволяют осуществлять ее установку или перемещение при помощи стандартных захватных устройств.

В целом деталь отличается не высокой технологичностью.

1.5 Задачи работы

Цель работы – спроектировать технологию, которая обеспечит изготовления вала по требованиям чертежа в указанном в задании объеме 1000 деталей в год [12].

С учетом типового проектирования технологического процесса необходимо выбрать тип производства, что позволит более обосновано подходить к выбору оборудования с оснащением.

Для изготовления вала должна быть спроектирована заготовка – штамповка или прокат. Так как возможно использовать два варианта необходимо выбрать наиболее оптимальный. Для детали и выбранной и спроектированной заготовки выбираются методы обработки.

По типовой технологии формируется технологический маршрут, который анализируют на наиболее ответственные или лимитирующие операции, которые подробно разрабатывают (режимы обработки и нормирование). Конструирование для разработки оснащения – приспособления и инструмента. Назначение для опасных производственных факторов мер по охране труда.

Технико-экономическое обоснование предложенных изменений в технологии или оснащении.

Выводы по разделу

В первом разделе для вала редуктора выполнен анализ исходных данных. С учетом условий работы назначены требования, а также выполнено проектирование с учетом обеспечения технологичности. Результат анализа последней показал определенные проблемы при выполнении обработки вала.

2 Технологическая часть работы

2.1 Определение типа производства

Проектирование технологии изготовления вала начинается с определения характеристик его технологии. Для этого необходимо определить тип производства. Это даст возможность правильно выбрать оборудование и оснащение, методы проектирования и оформление технологии.

С учетом указанного в чертеже массы вала 4,8 кг, а также объема выпуска 1000 деталей в год по [14] тип производства будет среднесерийный.

Определим размер партии запуска

$$n = N \cdot b / 254, \quad (1)$$

где b - периодичность запуска (6 дней);

N – объем выпуска по заданию.

Результат

$$n = 1000 \cdot \frac{6}{254} = 24 \text{ дет.}$$

2.2 Проектирование заготовки

Из данных [11] следует, что лучше всего для вала из стали 40ХН подходит или прокат горячекатаный или штамповка.

Для материала, размеров и способов литья выберем параметры заготовок по ГОСТ 7505-89 и [17].

По таблицам [17] определяются характеристики штамповки.

Для прессы гидравлического и открытой штамповки класс точности – Т4.

Для материала – группа М2.

Для степени сложности по соотношению объемов детали и цилиндра 0,82 – степень сложности С1.

Это дает исходный индекс 12.

Для него припуски на сторону будут равны для точных поверхностей 1,7 мм, для свободных – 1,4 мм.

Для крайних торцов припуск под фрезерование 1,9 мм. Для промежуточных торцов – 2 мм.

Допуски на размеры диаметров: верхнее – 1,4 мм; нижнее -0,8 мм.

Для линейных размеров: верхнее – 1,8 мм; нижнее - 1 мм.

Для проката припуски на наружную поверхность для однократных переходов: фрезерование 2 мм, обтачивание 1,5 мм на сторону. Для диаметра 63 мм заготовка из проката с отклонениями: верхнее – 0,5 мм, нижнее - 1,1 мм.

Выбор заготовки по себестоимости

$$C_T = \frac{m}{K_{им}} \cdot [C_{заг} + (C_{мех} - C_{отх}) \cdot (1 - K_{им})], \quad (2)$$

где m – масса вала, кг;

K_{M_i} – коэффициент использования материала.

$C_{заг_i}$ – стоимость исходной заготовки, руб/кг;

$C_{мех}$ – стоимость обработки, руб/кг;

$C_{отх}$ – стоимость стружки, руб/кг.

Второй параметр

$$K_{им} = \frac{m}{M}, \quad (3)$$

где m – масса вала, мм;

M – масса ее заготовки, мм.

Массу заготовки штамповки можно найти по поправочному коэффициенту. Для вала с искривленной осью он равен 1,1.

Тогда масса штамповки равна

$$m = 4,8 \cdot 1,1 = 5,28 \text{ кг.}$$

Проката для описанной фигуры – цилиндра равен

$$m = 3,14 \cdot (0,063)^2 / 4 \cdot 0,268 \cdot 7850 = 6,6 \text{ кг.}$$

Стоимость штамповки

$$C_{заг} = C_{б} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{П}, \quad (4)$$

где $C_{б}$ – базовая стоимость, руб/кг;

« h_T – коэффициент, учитывающий точность заготовки;

h_C – коэффициент, учитывающий сложность заготовки;

h_B – коэффициент, учитывающий массу заготовки;

h_M – коэффициент, учитывающий материал заготовки;

$h_{П}$ – коэффициент, учитывающий группу серийности» [5].

Базовая цена одной тонны штамповок равна 373 руб.

Для штамповок низкой точности $h_T = 1$.

Штамповка вала при сложности С1 имеет коэффициент $h_C = 0,77$.

Для легированных сталей 15Х-50Х коэффициент $h_M = 1,18$.

Для массы $h_B = 0,89$.

Объем равен годовой программе. Серийность $h_{П} = 1$.

Тогда стоимость штамповки

$$C_{заг} = 373 \cdot 0,77 \cdot 1,18 \cdot 0,89 = 301,6 \text{ руб/кг.}$$

Данные для расчета по формуле 2 берем из [4] для станкостроения.

Себестоимость штамповки с учетом обработки

$$C_T = 5,28 \cdot [301,6 + (6,58 - 1,4) \cdot (1 - 0,90)] = 1595 \text{ руб.}$$

Стоимость проката с учетом проката мерной длины

$$C_{\text{заг}} = 52,3 \cdot 1,06 = 55,4 \text{ руб/кг.}$$

Себестоимость проката

$$C_T = 6,6 \cdot [55,4 + (6,58 - 1,4) \cdot (1 - 0,72)] = 375 \text{ руб.}$$

Намного заготовка из проката оказалась дешевле. Этот способ и принимаем.

Прокат отдельно на чертеж не выносится. Все его параметры выбраны ранее в этом пункте.

2.3 Проектирование заготовки

Эскиз спроектированной заготовки, полученной прокатом диаметром 63 по ГОСТ 2590-71 из материала - стали 40ХН ГОСТ 4543-73 (рисунок 2).

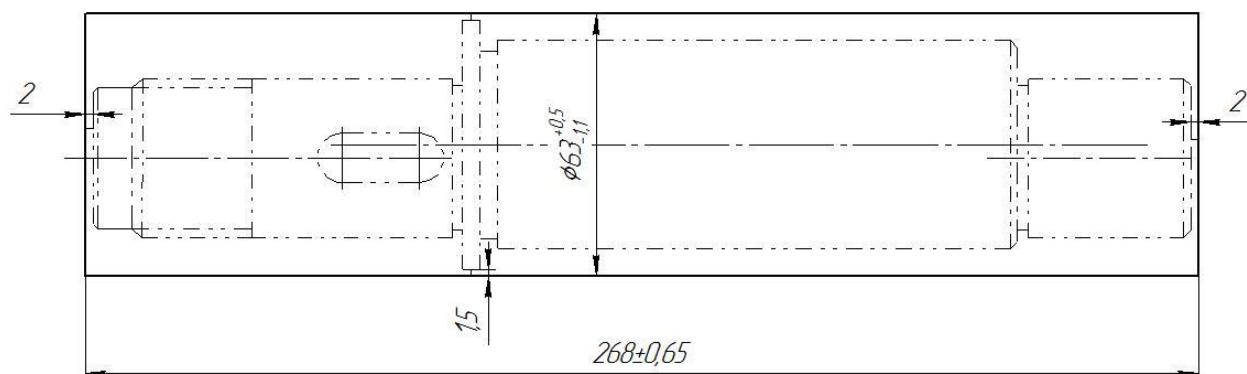


Рисунок 2 – Прокат

2.4 Разработка технологического маршрута

Выберем переходы по обработки поверхностей вала.

При этом нужно учесть тип заготовки – прокат и требования с рабочего чертежа.

Технологические переходы по поверхностям указаны в таблице 2.

Для проектирования маршрута учетом, что первая операция нужная для обработки чистовых технологических баз. Последними операциями

будут отделочные переходы – шлифование цилиндрических шеек и отверстия.

Таблица 2 – Выбранные переходы

Тип поверхности	Квалитет	Ra, мкм	Переход
Крайние торцы	12	12,5	Фрезерование черновое (11; Ra 6,3); закалка (12).
Промежуточные торцы	12	2,5	Обтачивание торца черновое (11; Ra 6,3); обтачивание торца чистовое (9; Ra 3,2) закалка (9); Шлифование торца (7; 2,5)
Цилиндрическая шейка	6, 7	0,63; 1,25	Обтачивание шейки черновое (11; Ra 6,3); обтачивание шейки чистовое (9; Ra 3,2) закалка (9); Шлифование шейки черновое (7; 2,5); Шлифование шейки чистовое (6; 1,25)
Отверстие	7	1,25	Сверление (11; Ra 12,5); Растачивание (9; Ra 6,3); Закалка (9); Шлифование внутреннее (7; Ra 1,25);
Шпоночный паз наружный	9	3,2	Фрезерование (9; Ra 32); закалка (9).
Шпоночный паз внутренний	9	3,2	Долбление (9; Ra 32); закалка (9).
Резьба	8	2,5	Обтачивание шейки черновое (11; Ra 6,3); обтачивание шейки чистовое (9; Ra 3,2); Нарезание резьбы (8; Ra 6,3); закалка (8).
Канавки	12	6,3	Обтачивание шейки черновое (11; Ra 6,3); обтачивание шейки чистовое (9; Ra 3,2); Точение канавки (8; Ra 3,2); закалка (8).

Общий маршрут в таблице 3.

В результате маршрут обработки вала имеет минимальное количество операций и отличается концентрацией переходов по ним.

Таблица 3 – Общий маршрут

Номер	Наименование	IT	Ra, мкм	Содержание	Станок
1	2	3	4	5	6
000	Заготовительная (прокат)	15	20	Прокат	Отрезной круглопильный полуавтомат 8А631
005	Фрезерно-центровальная	12 9	6,3 1,25	Позиция I Фрезерование поверхностей 1,7 Позиция II Сверление поверхностей 23	Фрезерно-центровальный полуавтомат МР72
010	Токарная	11 9	6,3 3,2	Установ А Точение черновое поверхностей 8,10 Установ Б Точение черновое поверхностей 11,13 Точение чистовое поверхностей 11, 13 Точение канавки 15 Фрезерование паза 19 Нарезание резьбы на поверхности 10 Установ В Точение чистовое поверхностей 8,10	Токарный центр М60 MILLTURN Используются вращающийся центр и поводковый патрон
015	Токарная	11 9	12,5 3,2	Сверление поверхности 9 Растачивание поверхности 9 Растачивание канавки 17	Токарный центр М60 MILLTURN Используются люнет и патрон
020	Долбежная	9	3,2	Долбление паза 21,22	Станок долбежный 7Д430
025	Токарная	11 9	6,3 3,2	Точение черновое и чистовое поверхности 12 Точение канавки 16	Токарный центр М60 MILLTURN Используются люнет и патрон
030	Термообработка	-	-	Закалка	Печь муфельная
035	Внутришлифовальная	7	1,25	Шлифование поверхности 9	Внутришлифовальный Люнет и цанговый патрон
040	Круглошлифовальная	7	1,25	Установ А Шлифование поверхности 10 Установ Б	Круглошлифовальный 3М150 Используются центр и

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
				Шлифование поверхности 13	поводковый патрон
045	Круглошлифовальная	6	0,63	Шлифование поверхности 12	Круглошлифовальный 3М150 Используются вращающийся центр и патрон
050	Промывка детали	-	-	Мойка	Моечная машина
055	Технический контроль	-	-	Контроль	Верстак

Содержание операций может быть пересмотрено в следующих разделах при необходимости.

2.5 Расчет припуска

По формулам рассчитаем припуск и операционные размеры на поверхность 11 – диаметр 50гб. Отклонения размера учтены в таблице 4.

Для них аналитическим способом определим размеры, а также операционные припуски.

Элементы припуска, который определяется расчетным путем, складываются из глубины дефектного слоя и шероховатости, а также включают пространственные отклонения и погрешность установки. Три первых элемента припуска относятся к предыдущим переходам, а последний – к данному. Припуск

$$z_{min} = Rz^{i-1} + T^{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_{iy}^2}, \quad (5)$$

где Rz^{i-1} – шероховатость от предыдущего перехода, мкм;

T^{i-1} - дефектный слой, мкм;

Δ_{i-1} - отклонение расположения, мкм;

ε_{iy} - погрешность установки, мкм.

Расчет ведем для настроенного оборудования и автоматического получения точности.

Пространственное отклонение будет складываться из смещения шейки и ее коробления

$$\Delta_{i-1} = \sqrt{(\Delta_{\text{кор}})^2 + (\Delta_{\text{см}})^2 + (\Delta_{\text{ц}})^2}, \quad (6)$$

где $\Delta_{\text{кор}}$ – величина коробления, мм;

$\Delta_{\text{см}}$ - смещение шейки по допускам отливки, мм;

$\Delta_{\text{ц}}$ - погрешность зацентровки, мм.

Смещение равно биению данной поверхности относительно исходной базы – центровых фасок. Оно определяется из чертежа заготовки и равно $\Delta_{\text{см}} = 3,2$ мм.

Коробление для проката без правки определяется по размерам шейки

$$\Delta_{\text{кор}} = \sqrt{(\Delta_{\text{кор}.d})^2 + (\Delta_{\text{кор}.L})^2}, \quad (7)$$

где $\Delta_{\text{кор}.d}$ – величина коробления в диаметральном направлении, мм;

$\Delta_{\text{кор}.L}$ - величина коробления в осевом направлении, мм.

Зацентровка компенсируется выверкой заготовки при обработке данной поверхности с точность по биению 0,01 мм за счет планшайбы.

Каждое зависит от удельного коробления $\Delta_{\text{уд}} = 10$ мкм/мм и размеров поверхности

$$\Delta_{\text{кор}} = \sqrt{(10 \cdot 63)^2 + (10 \cdot 150)^2} = 1626 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_{i-1} = \sqrt{(1626)^2 + (3200)^2} = 3590 \text{ мкм.}$$

С учетом коэффициента уточнений для всех последующих переходов данная величина пространственных отклонений пересчитывается.

Сам коэффициент уточнения берется из ряда 0,06; 0,05; 0,04.

Тогда

$$\Delta_2 = 3590 \cdot 0.06 = 215 \text{ мкм};$$

$$\Delta_3 = 3590 \cdot 0.05 = 180 \text{ мкм};$$

$$\Delta_4 = 3590 \cdot 0.04 = 144 \text{ мкм}.$$

Расчет размеров ведем для размеров по минимальным припускам

$$2d_{\min}^{i-1} = 2d_{\min}^i + 2Z_{\min}^i, \quad (8)$$

где $2d_{\min}^i$ - диаметр на переходе, мм;

d_{\min}^{i-1} - тоже самое на предыдущем переходе, мм.

Результаты сведены в таблицы 4.

Таблица 4 - Расчет припусков

Переход	Элементы припуска, мкм			Допуск, мкм	Размер, мм		Припуск, мкм	
	Rz	T	ρ		d_{\min}	d_{\max}	$2z_{\min}^{np}$	$2z_{\max}^{np}$
Прокат	100	150	3590	1600	58,8	60,4	-	-
Токарная черновая	90	90	215	190	51,14	51,33	7,7	90,1
Токарная чистовая	20	25	180	74	50,352	50,426	0,791	0,907
Шлифование чистовое	10	20	144	16	49,975	49,991	0,377	0,435

Максимальный диаметр

$$2d_{\max}^{i-1} = 2d_{\min}^{i-1} - Td_{i-1}, \quad (9)$$

где Td_{i-1} - допуск, мм.

Сведения из расчета применяются в пункте по проектированию операции.

2.6 Выбор средств технологического оснащения

Для всех операций выбираем специализированные наладочные приспособления для установки вала. На черновой операции типа тисков, далее, на всех последующих – типа патрон.

Выбираем инструмент с хвостовиком типа MAS BT-40 или CAT-40. Для обеспечения операционного контроля необходимо предусмотреть универсальные средства измерения.

Все оснащение показано в таблице 5.

Таблица 5 – Средства технологического оснащения

Операция	Приспособление	Режущий инструмент	Средства контроля
1	2	3	4
Фрезерно-центральная	Тиски 7200-0261 ГОСТ 21167-75	01.2.059.000-00 Фреза d100, z=6 P6M5 ТУ 2-035-874-82 2317-0032 Сверло d3.15 P6M5 ГОСТ 14952-75	ШЦ-I-125-0,1 Штангенциркуль ГОСТ 166-89
Токарная	Центр ГОСТ 13214-79 Патрон ГОСТ 2571-71 Льонет 6046-0012 ГОСТ 21190-75	PDINL3232P15 Резец Т5К10 ТУ 2-035-892-82 Резец чистовой PDINL3232P15 Резец Т15К6 ТУ 2-035-892-82 035-2128-0558 Резец канавочный наружный Т14К8	Штангенциркуль ШЦ-I-160-0,01 ГОСТ 166-88

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4
-	-	ОСТ 2И10-8-84 2660-0001 Резец резьбовый Т15К6 ГОСТ 18885-732223- 1102 Фреза d12, z=3 P8M3K6C ГОСТ 23247-78	-
Токарная	Центр ГОСТ 13214-79 Патрон ГОСТ 2571-71 Люнет 6046-0012 ГОСТ 21190-75	2301-0889 Сверло d16 P6M5 ГОСТ 19546-74 2320-0035 Зенкер d18 BK8 ГОСТ 3231- 71 К.01.4983.000-03 Резец канавочный внутренний Т15К6 ТУ 2-035-1040-86	Штангенглубиномер ШГ-160-0,05 ГОСТ 162-90
Долбежная	Тиски 7200-0261 ГОСТ 21167-75	2180-0803 Резец P18 ГОСТ 10046-72	Штангенглубиномер ШГ-160-0,05 ГОСТ 162-90
Токарная	Центр ГОСТ 13214-79 Патрон ГОСТ 2571-71 Люнет 6046-0012 ГОСТ 21190-75	PDINL3232P15 Резец Т5К10 ТУ 2- 035-892-82 Резец чистовой PDINL3232P15 Т15К6 ТУ 2-035-892- 82 035-2128-0558 Резец канавочный наружный Т14К8 ОСТ 2И10-8-84	ШЦ-I-125-0,1 Штангенциркуль ГОСТ 166-89
Внутришлифовальная	Центр 7032-0020 ГОСТ 13214-79 Патрон 7100-0061 ГОСТ 2675-80		Штангенглубиномер ШГ-160-0,05 ГОСТ 162-90
Круглошлифовальная	Центр 7032-0020 ГОСТ 13214-79 Патрон 7100-0061 ГОСТ 2675-80	Круг 1 300x40x76 24AF40M5V 35м/с А 1кл. ГОСТ 2424-83	ШЦ-I-125-0,01 Штангенциркуль ГОСТ 166-89
Круглошлифовальная	Центр 7032-0020 ГОСТ 13214-79 Патрон 7100-0061 ГОСТ 2675-80	Круг 1 300x40x76 24AF60M5V 35м/с А 1кл. ГОСТ 2424-83	ШЦ-I-125-0,01 Штангенциркуль ГОСТ 166-89

Для проектирование долбежной операции более подробная информация по станку долбежному 7Д430. Его характеристики следующие. Длина хода долбяка составляет 120...320 мм. Необходимо ограничить минимальный ход 50 мм [9].

Расстояние от наружной плоскости резцедержателя до стойки (вылет): 615 мм, что делает возможным вертикальную установку вала.

Скорость долбяка на рабочем ходу: 3...38 м/мин.

Для проектирования резца - наибольшее сечение резца: 20×32 мм. Мощность электродвигателя привода главного движения: 10 кВт.

Все станки, инструментальные средства, а также станочные приспособления указаны в маршрутной и операционной картах (приложение А).

2.7 Проектирование технологических операций

Требуется определить подачу, скорость резания и частоту вращения шпинделя с заготовкой, затем рассчитать мощность, затраченную на механическую обработку и сделать вывод о целесообразности выбора станка. Расчет режимов резания проведем по [15].

Из операций технологического процесса изготовления вала можно выделить две наиболее ответственные и сложные операции. Это операция по обработке отверстия с глухим пазом и обработка эксцентриковой шейки на токарной и шлифовальной операции. Сама операция проходит по типовой схеме, но выверка заготовки требует дополнительных затрат времени и использование специализированного устройства.

С учетом этого в следующем конструкторском разделе спроектированы приспособление для закрепления вала на данной операции по чистовым технологическим базам с выверкой [19].

Для обработки отверстия на токарной операции необходимо выполнить последовательное сверление, зенкерование или растачивание, растачивание канавки и долбление шпоночного паза на отдельной операции [13].

С учетом этого в следующем конструкторском разделе предложена конструкция режущего инструмента – резца для долбления шпоночного паза.

Подробное проектирование выполним на токарную операцию по обтачиванию шейки. Для расчета необходимо использовать начальные параметры: диаметры шейки, полученные в ходе расчета операционных размеров и припусков; параметры технологического оборудования и режущего инструмента, выбранные в предыдущем разделе.

Для закрепления заготовки применяется разработанное приспособление – токарный патрон, установленное на планшайбу с возможностью радиального смещения по направляющим с заданной точностью. Это позволяет провести обработку поверхности смещенной на 3,2 мм относительно крайних шеек.

Операционные размеры отверстий следующие.

Точение черновое (операция 025): мм.

Точение чистовое (операция 025): мм.

Шлифование (операция 040): мм.

Поверхность 12 обрабатывается одна на этой операции.

Материал вала – сталь 40ХН. Для расчета коэффициентов скосроты и силы с учетом предела прочности – для заготовки 690 МПа, после закалки 1370 МПа.

Станок - токарный центр M60 MILLTURN.

Приспособление патрон на планшайбе с радиальным регулированием положения центра патрона [20].

Для точения применим контурный резец PDINL3232P15 ТУ 2-035-892-82 с твердосплавной вставкой из материалов Т5К10 и Т15К6. Эти материалы последовательно применим на черновом, чистовом переходах.

Для учета геометрических параметров назначает угол в плане 93° , передний угол – -10° .

Сначала идет расчет глубины резания. Эти значения берутся из подраздела 2.5.

Глубина резания t из расчетов по переходам 8,4 мм и 0,85 мм. Для первого перехода такая глубина очень большая, поэтому делим ее на два прохода по 4,2 мм. Кроме этого размер расчетный заготовки 60,4 мм меньше диаметра принятой заготовки 63 мм. Для наибольшей ступени 60 мм припуск 1,5 мм. Для данной поверхности это дополнительный напуск в 1,5 мм, который будет удаляться на первом проходе. В результате на токарной операции черновых переходов будет три с глубиной резания: 1,5 мм, 4,2 мм и 4,2 мм [8].

Подача S для черновых переходов с учетом прочности инструмента и глубины резания 0,6 мм/об для черновых всех переходов и 0,246 мм/об для чистового переходов с учетом требуемой шероховатости Ra 2,5 мкм [13].

Скорость резания по выбранным параметрам

$$V = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot S^y}} \cdot K_v, \quad (10)$$

где C_v – коэффициент обработки;

T – нормируемая стойкость резца, мин;

t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об;

m, x, y - показатели степени;

K_v - коэффициент условий обработки.

По [12] параметры в (10) для чернового перехода следующие: $C_v = 350$, стойкость T равна 30 мин, показатели степени $x=0,15$; $y=0,35$; $m=0,20$.

По [12] параметры в (10) для чистового перехода следующие: $C_v = 420$, стойкость T равна 30 мин, показатели степени $x=0,15$; $y=0,2$; $m=0,20$.

Коэффициент условий обработки

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{пв} \cdot K_{ив}, \quad (11)$$

где K_{mv} - учитывает свойства 30ХН;

$K_{пв}$ – учитывает поверхность;

$K_{ив}$ – учитывает инструментальный материал.

Учет свойств 40ХН

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}, \quad (12)$$

где K_r, n_v – коэффициент и показатель степени.

Для 40ХН, обрабатываемого твердым сплавом n_v равен 1,25.

Тогда

$$K_{mv} = 0,9 \left(\frac{750}{690} \right)^{1,25} = 1.$$

По переходам: для черновой поверхности $K_{пв}$ равен 0,8; для чистовой поверхности – 1.

Для черного материала Т5К10 $K_{ив}$ примем 0,65, а для Т15К6 – 1.

Черновая обработка

$$K_v = 1 \cdot 0,8 \cdot 0,65 = 0,52.$$

Для чистовой

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1.$$

Первый проход:

$$V = \frac{350}{30^{0,20} \cdot 4,2^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,52 = 89 \text{ м/мин.}$$

Второй:

$$V = \frac{420}{30^{0,20} \cdot 0,85^{0,15} \cdot 0,246^{0,20}} \cdot 1 = 289 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения инструмента:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (13)$$

где V – скорость из (10), м/мин;

D - диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

Первый проход:

$$n = \frac{1000 \cdot 89}{3,14 \cdot 63} = 450 \text{ мин}^{-1}.$$

Второй проход:

$$n = \frac{1000 \cdot 289}{3,14 \cdot 51,3} = 1790 \text{ мин}^{-1}.$$

Минутная подача:

$$S_m = S \cdot n. \quad (14)$$

Первый проход:

$$S_m = 0,6 \cdot 450 = 270 \text{ мм/мин.}$$

Второй проход:

$$S_m = 0,246 \cdot 1790 = 440 \text{ мм/мин.}$$

Тангенциальная составляющая силы резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (15)$$

где C_p – коэффициент обработки;

t, S, V – режим резания;

x, y, n – показатели степени;

K_p - поправочный коэффициент.

Последний равен:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (16)$$

где K_{mp} - поправочный коэффициент для 40ХН;

$K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}$ - коэффициенты, учитывающие соответствующие углы инструмента.

Коэффициент C_p равен 300, показатели степени $x=1; y=0,75; n=-0,15$.

По геометрии: на главный угол в плане $K_{\varphi p}$ равен 0,7, на передний угол $K_{\gamma p} = 1,25$ и наклона кромки $K_{\lambda p}$ примем 1,0.

Коэффициент для стали

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n. \quad (17)$$

где n – показатель степени 0,75.

По расчету получается

$$K_{mp} = \left(\frac{690}{750}\right)^{0,75} = 0,94.$$

$$K_p = 0,7 \cdot 1,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,88.$$

Для первого прохода, где сила резания имеет максимальное значение

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot (4,2)^{1,0} \cdot (0,6)^{0,75} \cdot (89)^{-0,15} \cdot 0,88 = 3855 \text{ Н.}$$

Тогда мощность резания будет:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}. \quad (18)$$

После подстановки

$$N = \frac{3855 \cdot 89}{1020 \cdot 60} = 5,6 \text{ кВт.}$$

Что при паспортной мощности станка 15 кВт при проверке:

$$N_e \leq N_{ст} \cdot \eta, \quad (19)$$

где $N_{ст}$ - мощность станка, кВт ;

η – коэффициент полезного действия (примем 0,85).

Условие соблюдается, значит, обработка возможна.

$$5,6 \leq 15 \cdot 0,85 = 12,8 \text{ кВт.}$$

Для фрезерных переходов по обработке шпоночного паза и резьбонарезания все режимы аналогично определенные вынесены в приложение А и в наладку.

На долбежной операции подача равна 0,3 мм/ход. Скорость резания принимаем как для чистового точения с дополнительным коэффициентом 0,6. Тогда скорость 173 м/мин.

Режимы резания заносятся в операционную карту в приложении Б.

2.8 Нормирование

«Штучное время:

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_v + T_{\text{об}} + T_{\text{от}}, \quad (20)$$

где T_o – основное время, мин;

T_v – вспомогательное время, мин;

$T_{\text{об}}$ – время обслуживания станка, мин;

$T_{\text{от}}$ – время отдыха, мин» [13].

«Машинное время:

$$T_o = \frac{l_1 + l_p + l_2}{S_{\text{мин}}}, \quad (21)$$

где l_1 – подвод, мм;

l_p – длина резания, мм;

l_2 – перебеги инструмента, мм;

$S_{\text{мин}}$ – подача» [12].

Первый переход по обработке поверхности длиной 50 мм.

Тогда время по переходам (три черновых перехода и один чистовой) – черновая обработка:

$$T_o = 3 \frac{2+50+1}{270} = 0,59 \text{ мин.}$$

Чистовая:

$$T_o = \frac{2+20+1}{440} = 0,12 \text{ мин.}$$

Для канавки:

$$T_o = \frac{2+1}{440} = 0,01 \text{ мин.}$$

Для фрезерования:

$$T_o = 6 \frac{18+5}{139} = 0,78 \text{ мин.}$$

Для резьбообработки:

$$T_o = 5 \frac{35+3}{943} = 0,2 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время включает время по установке и закреплению заготовки вала в приспособлении, его выверки, а также снятие в конце операции. Также необходимо включать-выключать станок, изменять движение рабочих органов, а также проводить контроль требований (измерение размеров).

Составляющие вспомогательного времени нормируем по [15] с учетом коэффициент серийного типа производства $K_{ср}$:

$$T_B = (T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп} + T_{из}) \cdot K_{ср}, \quad (22)$$

«где $T_{у.с.}$ - время установки вала;

$T_{з.о.}$ - время закрепления корпуса;

$T_{уп}$ - время управления станком;

$T_{из}$ - время контроля, мин;

$K_{ср}$ - коэффициент серийного производства, 1,85» [6].

В сумме

$$T_B = (0,2 + 0,4 + 0,14 + 0,1 + 0,2) \cdot 1,85 = 1,9 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{в}} + T_{\text{о}}. \quad (23)$$

Сумма основного по переходам 0,72 мин. Тогда

$$T_{\text{оп}} = 1,72 + 1,9 = 3,62 \text{ мин.}$$

Время обслуживания:

$$T_{\text{об}} = T_{\text{оп}} \cdot \frac{a}{100}. \quad (24)$$

где a – коэффициент обслуживания.

В серийном производстве

$$T_{\text{об}} = 3,62 \cdot \frac{6}{100} = 0,21 \text{ мин.}$$

Время личных надобностей:

$$T_{\text{от}} = T_{\text{оп}} \cdot \frac{b}{100}, \quad (25)$$

где b – процент от оперативного для вала массой не более 5 кг.

$$T_{\text{от}} = 3,62 \cdot \frac{5}{100} = 0,18 \text{ мин.}$$

Тогда общее время:

$$T_{\text{шт}} = 3,62 + 0,21 + 0,18 = 4,01 \text{ мин.}$$

С учетом подготовительно-заключительного времени по [16] и программы запуска 24 детали (периодичность 6 дней)

$$T_{\text{шт-к}} = \frac{14}{24} + 4,01 = 4,6 \text{ мин.}$$

Для долбежной операции для числа проходов - 3

$$T_{\text{о}} = 3 \cdot \frac{2+50+1}{270} = 0,59 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт-к}} = \frac{14}{24} + 1,3 + 0,59 + (1,89 \frac{11}{100}) = 2,7 \text{ мин.}$$

В результате все данные переносятся на наладку (лист 4) и в приложение А.

Выводы по разделу

Технологическая часть работы содержит описание всех этапов проектирования технологии изготовления вала.

Выполнен выбор типа производства. Для 1000 деталей в год – средне-серийный.

Для 40ХН и детали типа вал выбран метод получения – прокат горяче-катанный. Спроектирована заготовка, как с табличными припусками, так и с расчетными.

Переходы назначены по обработке на каждую поверхность с учетом требований. Маршрут спроектирован с выбором станков и оснащения и представлен в таблице А.1 приложения А, а операционная карта с картой эскизов в таблице А.2 приложения А.

Для выбранной одной из самых сложных по назначению операции (самая точная поверхность обрабатывается со смещением), рассчитаны режимы и нормы времени.

3 Разработка специальной технологической оснастки

3.1 Проектирование станочного приспособления

В разделе 2.6 для токарной 025 операции было выбрано технологическое оснащение в виде специализированного наладочного приспособления – токарного патрона. Схема базирования, показанная на листе плана изготовления, соответствует схеме установки по плоскости и осевой линии. В разделе 2.4 сказано, что обработка производится с одного станка. Это связано с тем, что на данной операции обрабатывается только одна поверхность цилиндрическая с прилегающим торцом и канавкой.

Расчет тангенциальной силы резания проведен в предыдущем разделе. При необходимости определения остальных составляющих силы резания расчет будет выполнен ниже для стали 40ХН с пределом прочности после заготовительной операции 590 МПа.

025 токарная операция состоит из четырех переходов.

Сначала снимается припуск по максимальной шейке. Затем переход из двух ходов по снятию напуска на самой точной шейке. Затем чистовой переход и последний – точение канавки.

Весь силовой расчет проводится для черногого точения с максимальной глубиной резания 4,2 мм. Это силовой переход с максимальным значением припуска, что приводит к наибольшей силе резания.\

Для обработки используется токарный упорный резец с твердосплавной пластиной. Материал режущей пластины Т5К10 для черногого перехода.

Режимы резания: глубина резания t равна 4,2 мм; подача S 0,6 мм/об, скорость резания V 89 м/мин.

Само приспособление предлагается компоновать из стандартных комплектующих. На планшайбе, которая крепится к шпинделю станка, устанавливается трех кулачковый патрон.

Для зажима предлагается использовать гидравлический привод для трех кулачков.

По методике проектирования приспособлений необходимо рассчитать силы и момент резания. Сила закрепления должна препятствовать им.

Схема базирования изображена на рисунке 3. Расчетная схема составляющих сил резания и сил закрепления дана на рисунке 4.

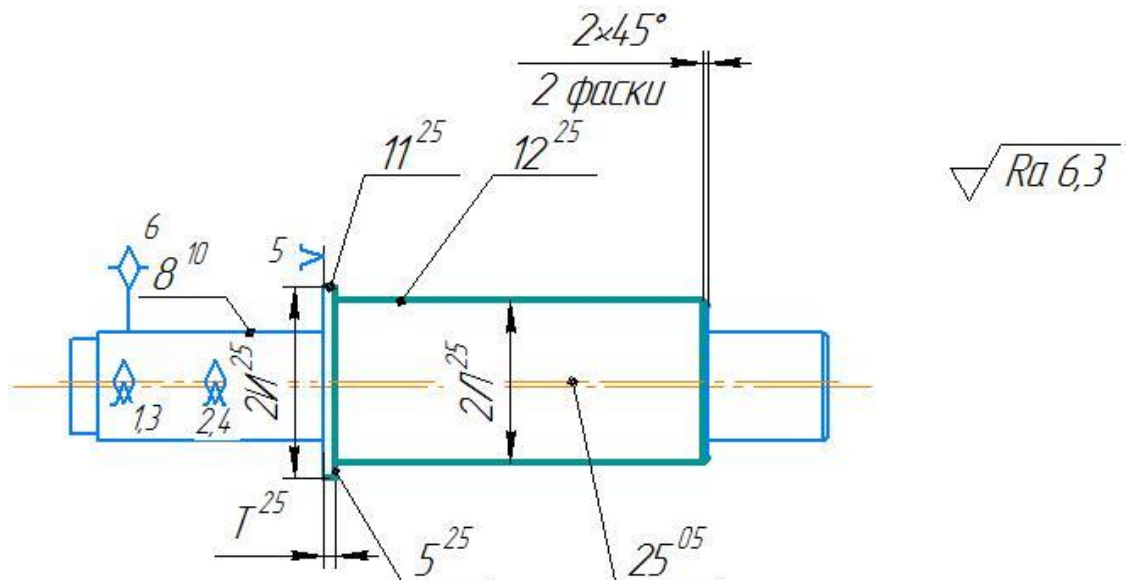


Рисунок 3 -Схема базирования

Осевая сила резания прижимает заготовку к торцу кулачков. Исключает ее из расчета.

К сдвигу заготовки также ведет действие радиальной силы резания:

$$P_y = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p, . \quad (26)$$

где все составляющие идентичны параметрам уравнения (15), только для радиальной силы резания.

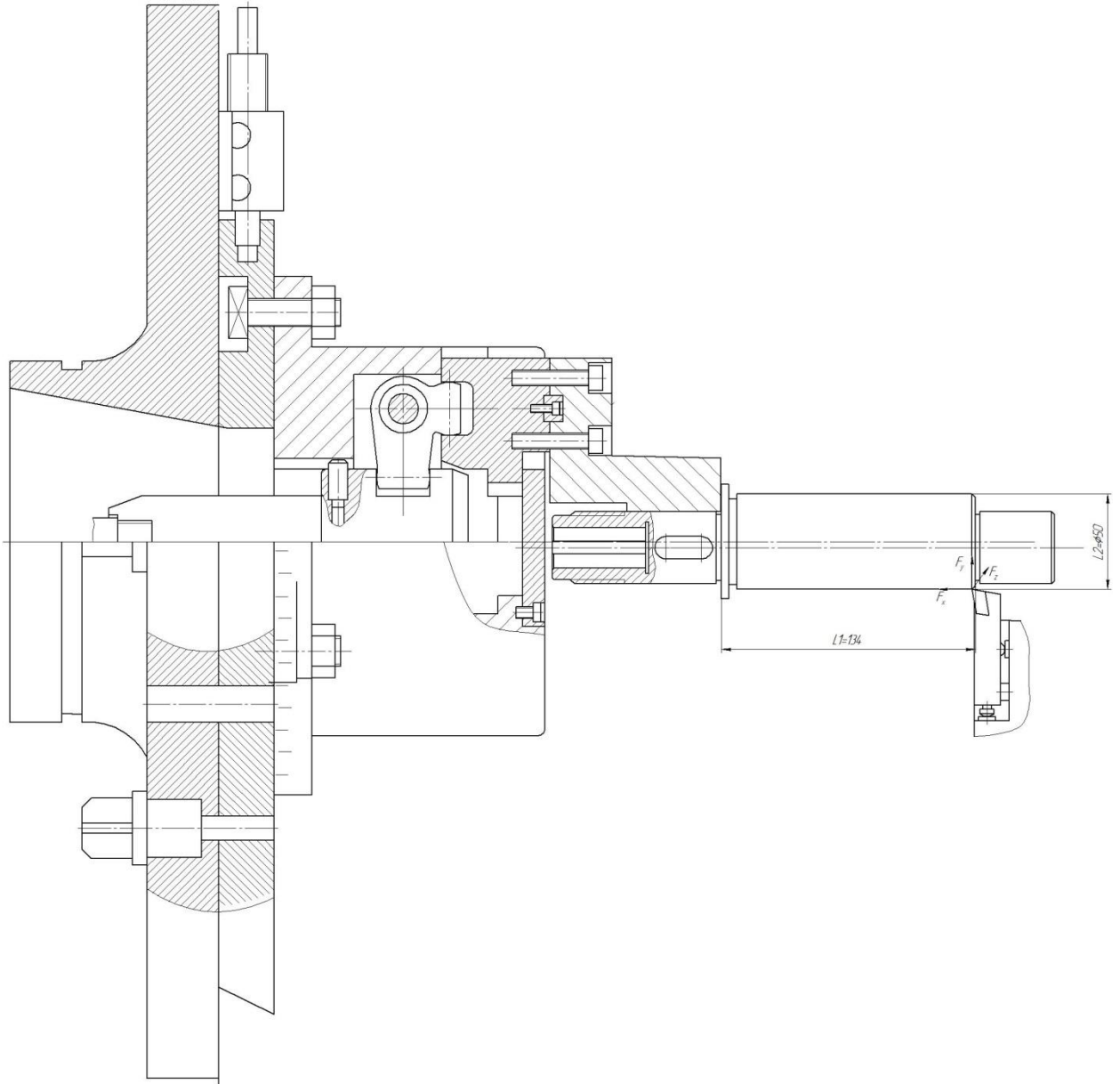


Рисунок 4 -Схема сил резания и зажима

Недостающие коэффициенты определяем по формулам (16) и (17) для соответствующих составляющих сил: радиальной или осевой.

Для радиальной осевой силы параметры уравнения (26) следующие.

$C_p=243$, $x=0,9$; $y=0,6$; $n=-0,3$. По параметрам инструмента: $K_{\varphi p} = 0,5$,
 $K_{\gamma p} = 1,0$ $K_{\lambda p} = 0,75$.

Тогда

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{690}{750}\right)^{0,75} = 0,94.$$

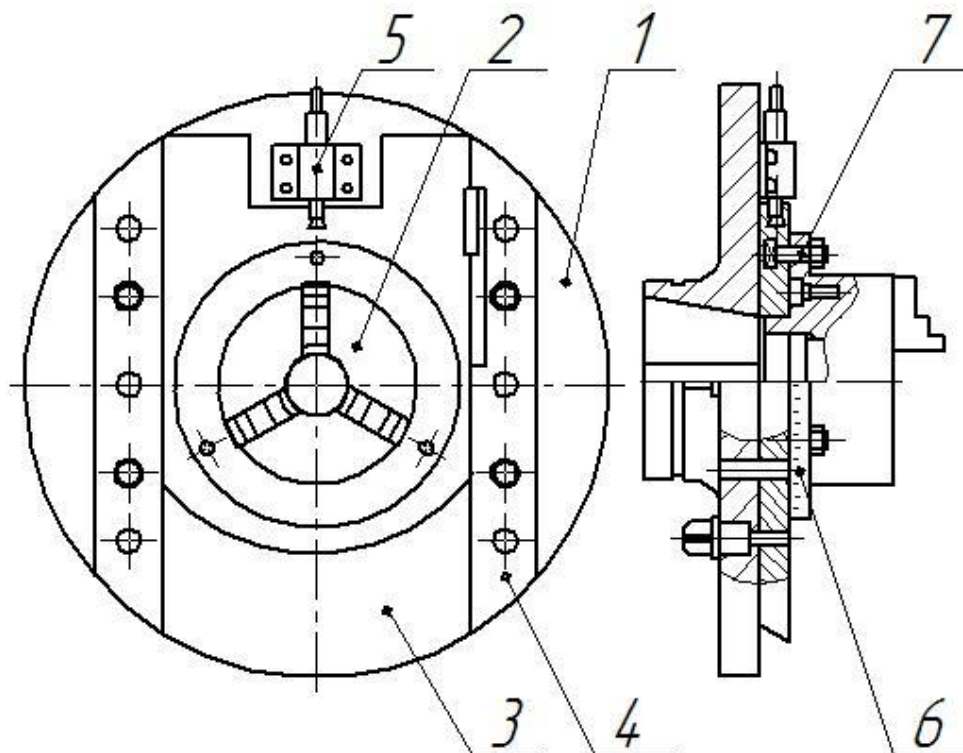
$$K_p = 0,94 \cdot 0,89 \cdot 0,5 \cdot 0,75 = 0,31.$$

Для черновой обработки t равно 4,2 мм, S будет 0,6 мм/об, v равна 89 м/мин, n составят 450 об/мин, $S_{\text{мин}}$ составит 270 мм/мин.

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot (4,2)^{0,9} \cdot (0,6)^{0,6} \cdot (89)^{-0,3} \cdot 0,31 = 525 \text{ Н}.$$

В приспособлении предполагается использовать три кулачка.

При помощи этих кулачков происходит фиксация заготовки вала по цилиндрической шейке, ось которой смещена на заданное расстояние при помощи планшайбы (рисунок 5).



1 – фланец; 2 – патрон; 3 – плита; 4 – планки; 5 – упор; 6 – шкалы; 7 - винт

Рисунок 5 – Схема планшайбы

На фланце 1 планшайбы на плите 3 крепится патрон 2 Т-образными винтами 7. В планках 4 плиту 3 можно смещать при помощи регулирующего

упора 5. На планке 4 и на корпусе патрона 2 есть установочные шкалы 6 для выверки его положения в радиальном и угловом положениях.

Из-за сил зажима возникают силы трения по касательной к поверхности базовой шейки.

Общий момент сил резания складывается из отдельных компонент. Это опрокидывающий момент в горизонтальной плоскости от радиальной составляющей силы резания. Второй момент – от касательной приводит к повороту заготовки относительно оси.

Осевая составляющая силы прижимает заготовку корпуса к кулачкам.

Действие сил максимальное на наибольшем плече. Момент резания имеет максимальную величину при обработке на самом краю эксцентриковой шейки, где плечо действия сил максимальное. При этом расстояние равно 134 мм. Так как плечо поворота касательной 25 мм гораздо меньше момента, который вырывает заготовку 134 мм, его не учитываем.

В расчете учтем действие трех кулачков.

Сила закрепления заготовки при действии двух составляющих сил резания по схеме рисунка 3

$$W = \frac{k \cdot (P_Z \cdot l_1 + P_Y \cdot l_2)}{m \cdot f \cdot l_3}, \quad (27)$$

где k – коэффициент безопасности;

P_Z – тангенциальная силы резания, Н;

P_Y – радиальная силы резания, Н;

$l_{1,2,3}$ – плечи для расчета момента от тангенциальной, радиальной сил резания и силы закрепления m ;

m – количество прихватов;

f – коэффициент трения.

Коэффициент безопасности

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (28)$$

где k_0 – минимальный коэффициент, $k_0 = 1,5$;

k_1 – коэффициент, учитывающий возмущения сил резания из-за колебаний припуска, $k_1 = 1$;

k_2 – коэффициент учитывает износ, $k_{2Pz}=k_{2Py}=1,1$;

k_3 – коэффициент, учитывает кинематику прерывистого резания (например, фрезерование). Точение непрерывное - $k_3 = 1$;

k_4 – коэффициент учитывает механизацию, $k_4=1$;

k_5 – коэффициент, учитывает эргономику ручного привода, $k_5 = 1$;

k_6 – коэффициент установки на опорные штыри не учитываем.

В целом коэффициент по условиям точения

$$k=1,5 \cdot 1,1 \cdot 1,1 = 1,82.$$

Необходимо округлить до минимально допустимого 2,5.

Для зажимной поверхности кулачков коэффициент трения f равен 0,3.

Тогда в расчете

$$W = \frac{2,5 \cdot (3855 \cdot 0,134 + 525 \cdot 0,134)}{3 \cdot 0,3 \cdot 0,18} = 9057H.$$

Из-за трения кулачков в корпусе сила зажима W_1 фактически увеличивается на потери от трения:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{l_k}{H_k} \cdot f_1 \right)}, \quad (29)$$

где W - исходная расчетная сила, Н;

l_k – Расстояние от центра штока до места действия W , м;

H_k – длина направляющей привода, м;

f_1 - коэффициент трения по штоку $f_1=0,1$.

По компоновочной схеме

$$W_1 = \frac{9057}{1 - \left(\frac{70}{100} \cdot 0,1\right)} = 9121 \text{ Н.}$$

Для рычажного механизма коэффициент усиления равен

$$Q = W_1 \cdot \frac{l_1}{l_2}, \quad (30)$$

где Q – усилие штока, МПа;

l_1, l_2 – плечи рычага, м.

Конструктивно приняв 24 и 36 мм

$$Q = 9121 \cdot \frac{24}{36} = 6081 \text{ Н.}$$

Определим параметры привода. Диаметр поршня на который действует давления рабочей среды P создает силу W_1 . С учетом коэффициента полезного действия

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{\eta \cdot P}}, \quad (31)$$

где P – давление масла, МПа.

Для гидравлики примем $P = 1,5$ МПа.

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{6081}{0,95 \cdot 1,5}} = 76 \text{ мм.}$$

Принимаем по стандарту $D = 100$ мм.

Погрешность базирования вала в кулачках зависит от трех сопряжений (рычаг в центровке и в постоянном кулачке), а также от погрешности трех размеров (плечи рычага, а также расстояния от базовой поверхности кулачков до шпонки).

В случае протачивания кулачков с фиксацией в кольце после выверки их на заданное положение, погрешность можно принять равной 0,02 мм, как погрешность чистового растачивания.

Приспособление для базирования и закрепления заготовки вала на 025 токарной операции содержит .

Корпус 3 кулачкового патрона по фланцу закрепляют на подвижной плите 3 планшайбы, которая прижимается планками 4 к фланцу. Один из краев плиты контактирует с регулирующим винтом. Он установлен в корпусе, который крепится на фланце. Сам патрон в своем корпусе по центру имеет подвижный шток, в пазы которого входят скругленные края рычагов. Другим концом рычаги входят в паз постоянных кулачков, которые перемещаются в пазах корпуса патрона. На постоянные кулачки закрепляются через шпонку кулачки сменные. Подвижная плита фиксируется после выверки. Расстояние в радиальном направлении считывается по шкале, закрепленной на планке. Угловое положение патрона считывается на круговой шкале, нанесенной на фланец корпуса патрона.

Приспособление работает следующим образом. Оправку, сделанную по 6 качеству, закрепляют в кулачках патрона. Далее подвижная плита 3 смещается по шкале 6 на заданное расстояние по эксцентриситету при помощи регулировочного винта. После чего закрепляют винтами на фланце. Для компенсации биения штока относительно оси гидроцилиндра, используется свободное соединение с радиальным зазором. Для точной регулировки установленного смещения, производим дополнительный контроль биения оправки по индикатору. В случае не соответствия проводим повторную регулировку положения подвижной плиты. Если биение выставлено правильно, производим закрепление уже заготовки вала для обтачивания эксцентриковой шейки. Для фиксации шток перемещается влево и сходящиеся рычаги производят смещения кулачков к оси вала. Раскрепление производится в обратном порядке.

3.2 Проектирование инструмента

На операции 020 обрабатывается глухой паз методом долбления.

Режимы предельные 0,3 мм глубина резания на ход. Для глубины паза 2 мм число ходов составит 7. Скорость резания 173 м/мин.

Заготовка – обработанное начисто отверстие в стали 40ХН.

Спроектируем резец для долбления с регулированием вылета резца. Элементы комплектующие: хвостовик, корпус, режущая вставка (рисунок 6).

Хвостовик цилиндрический со шпоночным пазом [18].

В корпусе хвостовика есть отверстие для установки корпуса резца.

В пазу корпуса фиксируется режущая вставка.

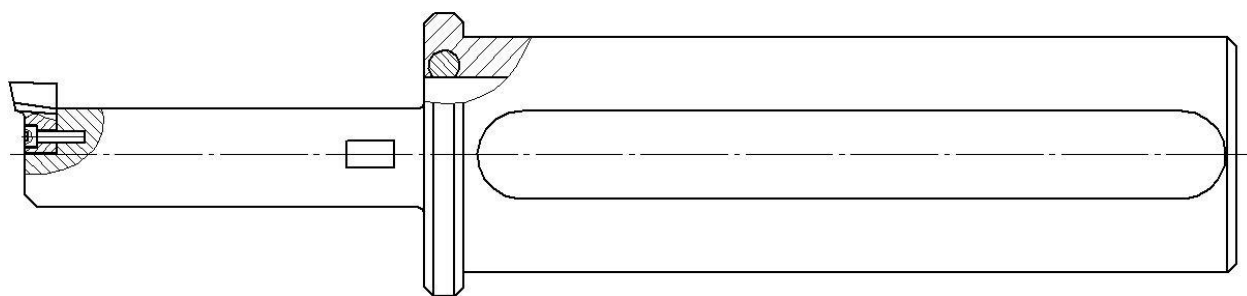


Рисунок 6 – Резец для долбления паза

В хвостовике (материал корпуса – закаленная сталь 45) крепится корпус (сталь 45), в которой устанавливается режущая вставка. Тип соединения хвостовика и корпуса - центрирующая шейка с упором в торец.

Режущая вставка винтом крепится в паз корпуса.

Обеспечивается оперативная регулировка инструмента, которая повышает точность настройки, снижает количество брака.

Сменная пластина изготавливается из сплава Т15К6 с покрытием из нитрида титана (NiT) [21].

Спецификация для резца в соответствии со сборочным чертежом показана в приложении В в таблице В.1.

Выводы по разделу

В конструкторском разделе разработано станочное приспособление для токарной операции технологического процесса изготовления вала по обтачиванию цилиндрической поверхности с эксцентриситетом. Для этого патрон устанавливается на планшайбу, которая может регулировать радиальное положение трех кулачкового патрона. Требуется дополнительная выверка положение смещенной поверхности с обеспечением радиального биения не больше заданного. В приложении Б в таблице Б.1 представлена спецификация на планшайбу с патроном.

Также предлагается инструмент для обработки по долблению шпоночного паза в глухом отверстии с затрудненным выходом инструмента, который дает возможность высокоточной и оперативной регулировки вылета резца, снижает затраты на инструмент.

4 Экологичность и безопасность проекта

Задача раздела – на основе анализа составляющих технологического процесса выявить вредные и опасные факторы и предложить меры по их или устранению или снижению их вредного воздействия [3].

На участке по обработке вала привода применяется следующее оборудование: отрезной круглопильный полуавтомат 8А631; фрезерно-центровальный полуавтомат МР72; токарный центр М60 MILLTURN; станок долбежный 7Д430; внутришлифовальный 3К228; круглошлифовальный 3М150. В конце технологии используется моечная машина.

На этих станках применяется разнообразный режущий инструмент. Для установки применяем тиски 7200-0261 ГОСТ 21167-75, центр ГОСТ 13214-79, патрон ГОСТ 2571-71 и люнет 6046-0012 ГОСТ 21190-75. Для обработки фрезы торцовые из быстрорежущего сплава Р6М5 и фреза концевая Р8МЗК6С, сверла спиральные Р6М5 ГОСТ 14952-75, резцы упорные PDINL3232P15 Т5К10 и Т15К6 ТУ 2-035-892-82, резцы канавочные наружные 035-2128-0558 Т14К8 ОСТ 2И10-8-84, резцы резьбовые 2660-0001 Т15К6 ГОСТ 18885-73, круг 1 300х40х76 24АФ40М5V 35м/с А 1кл. ГОСТ 2424-83. Для измерений ШЦ-I-125-0,1 штангенциркуль ГОСТ 166-89, штангенглубиномер ШГ-160-0,05 ГОСТ 162-90.

При обработке применяются охлаждающие жидкости: Укринол 1М (4-5%), эмульсия.

Основным транспортом являются электро погрузчики.

При механической обработке на станках будут следующие опасные и вредные производственные факторы. Физические травмы рабочих движущимися и вращающимися частями станков или инструментов, а также стружкой. Возможно поражение электрическим током. Из-за короткого замыкания или при нагреве заготовок в печах возможны пожары. При перемещениях элементов станков шум и вибрация. Влияет также

монотонность труда, физическое переутомление, напряжение анализаторов, в том числе из-за недостатков освещения.

Для устранения этих факторов необходим набор мероприятий.

Для исключения травматизма подвижные части оборудования, а также зона обработки закрываются или ограждаются, в том числе защитными экранами. Для исключения проблем с электрическими цепями все оборудование заземляется. Все электрические цепи проходят профилактический осмотр и проверку, оснащаются предохранителями.

Все станки должны быть установлены на пружинные виброопоры. Кроме этого, для шумных операций могут использоваться звукопоглощающие экраны. Необходимо минимизировать вылеты режущего инструмента, а также уменьшить пролеты между опорами заготовки, что повысит жесткость подсистемы заготовка-опора и инструментальной подсистемы. За счет повышения жесткости увеличивается собственная частота технологической системы и соответственно сдвигается зона опасных с точки зрения резонанса режимов резания в область более интенсивных режимов резания. Необходимо балансировать вращающиеся части станков, особенно имеющих повышенные скорости вращения (на шлифовальных операциях), а также активно использовать виброизоляторы и виброопоры под оснастку.

Для комплексной защиты рабочих необходимо обеспечить операторов средствами индивидуальной защиты, включая одежду (комбинезоны), обувь и защитными очками, перчатками. Для очистки воздуха от пыли и паров эмульсии необходимо использовать систему вентиляции. Принудительная вентиляция на рабочих местах осуществляется вытяжными установками. У печи для термообработки используется приточная установка с кондиционированием. Для всего участка задействована естественная вентиляция через окна.

Для нормальной трудовой деятельности обеспечиваются системы отопления и освещения. Освещение на участке применяется комплексное и

естественное и искусственное. В дневное время естественное освещение осуществляется через окна (верхние и боковые), а в вечернее время – искусственное, при помощи люминесцентных ламп. Искусственное освещение выполняется системой общего освещения, в некоторых местах (на рабочих станочных операциях) комбинированное.

Здание с участком механической обработки по пожарной опасности относится к категории «Д». Для защиты от пожара необходимы наличие устройства сигнализации. На участке предусматриваются стационарные огнетушащие установки, а также огнетушители марок ОХП-10 и УО-5, а также оборудованные пожарные стенды. Пожары на рабочем месте надо быстро тушить с помощью огнетушителей и стационарных установок.

По усовершенствуемым операциям – токарной и долбежной. В первую очередь необходимо обратить внимание на уменьшение концентрации вредных веществ – мелкой стружки и паров эмульсии. На данных рабочих местах применяется приточно-вытяжная вентиляция. Токарный и долбежный станок снабжают местной вытяжной вентиляцией. На этих станках необходимо предусмотреть защитно-обеспылевающие кожухи. Из-за использования современного оборудования режимы обработки форсированы – увеличены скорость резания, что сопровождается увеличением динамических нагрузок на оборудование с возникновением вибраций, как из-за процесса резания. Для уменьшения этих недостатков необходимо балансировать шпиндель, а также использовать демпфирующие устройства. Для нормальной зрительной работы предусматривается местное искусственное освещение. Также предусматривается контроль по соблюдению всех мер безопасности труда и электробезопасности.

Выводы по разделу

Рассмотрев все вредные факторы, предложены мероприятия по их устранению для технологии изготовления вала привода.

5 Экономическая эффективность работы

Основной задачей данного раздела является экономическое обоснование предложенного совершенствования технологического процесса.

Для выполнения данной задачи необходимо проанализировать только отличия между совершенствованиями технического решения [6]. Основываясь на подробном описании технологического процесса из предыдущих разделов бакалаврской работы, на рисунке 7, представлены отличительные особенности сравниваемых вариантов.

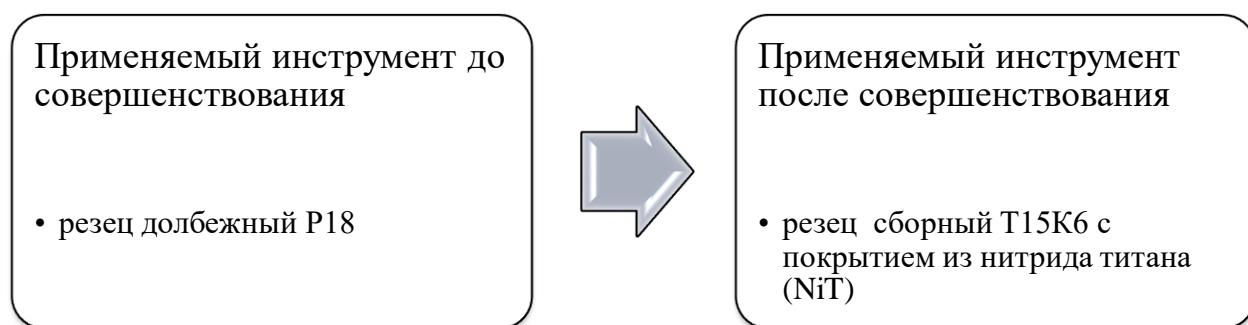


Рисунок 7 – Отличительные особенности сравниваемых вариантов выполнения операции

На рисунке 7 представлены только предлагаемые изменения на долбежной операции. Слева, описан применяемый на данной операции инструмент, по исходному технологическому процессу, а справа – по измененному.

Чтобы дать компетентное заключение по предложенному совершенствованию, необходимо воспользоваться определенными материалами и информацией, которые позволят сделать необходимый вывод. Более детальное описание материалов и информации представлено на рисунке 8.

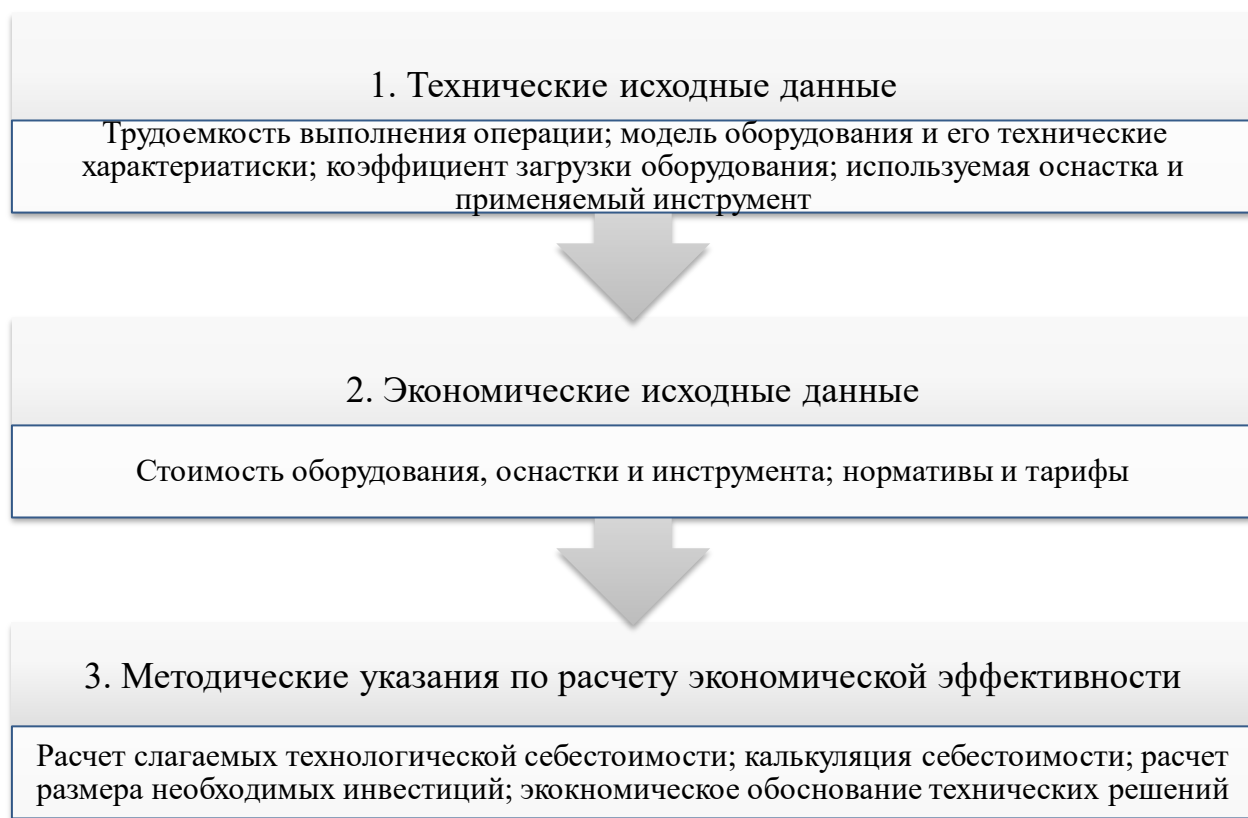


Рисунок 8 – Детальное описание материалов и информации, необходимых для проведения соответствующих экономических расчетов

Информация и материалы, представленные на рисунке 8, описывают совокупность необходимых данных для проведения всех соответствующих расчетов. А также показывают направление на источник, для этой информации, а именно:

– технические исходные данные – это тот материал, который можно найти в технической части бакалаврской работы. При разработке технологического процесса описывают используемое оборудование, оснастка и инструмент, рассчитывается трудоемкость выполнения предложенных операций и коэффициент загрузки этих операций. Естественно оборудование подбираю исходя из серийности производства, которые напрямую зависит от программы выпуска изделия. Что касается технических параметров используемого оборудования, то это общедоступная информация из справочной литературы.

– экономические исходные данные – это стоимостные значения оборудования, оснастки и инструмента, т.е. его цена, тарифы на энергоносители, тарифные ставки по оплате труда и всевозможные экономические коэффициенты. Эти данные, как правило, предоставляются предприятиями, соответствующими министерствами и регулируются правительством РФ.

– методические указания по расчету экономической эффективности – это методики по расчету всех необходимых экономических показателей. По их значениям можно сделать вывод о необходимости внедрения или, наоборот, об отказе вкладывать денежные средства в данный проект. Зная методику и используя соответствующее программное обеспечение, например такое, как Microsoft Excel, можно рассчитать все итоговые показатели и сделать заключение.

Если первые два пункта: технические и экономические исходные данные, это только источники информации, а вот третий – является объектом пристального внимания. Поэтому, далее будут представлены результаты расчетов всех необходимых экономических показателей, по результатам которых будут сделаны выводы, на которые и нацелен данный раздел.

На рисунке 9 представлены значения всех слагаемых технологической себестоимости, которая является основой для всех дальнейших расчетов.

Из рисунка 9 видно, что все значения совершенствованного варианта значительно меньше исходного. Такое изменение привело к итоговой разнице между вариантами значения величины технологической себестоимости в размере 1,25 рублей, что составило 15,8%. Максимальное влияние на такой результат оказал такой показатель, как основная заработная плата работников. Его доля в величине технологической себестоимости составляет 61,8% в исходном варианте, и 58,2% – в совершенствованном. Следующий весомый вклад в результат оказала величина – расходы на содержание и эксплуатацию оборудования. Доля этого показателя составила 19,6% и 24,2% соответственно.

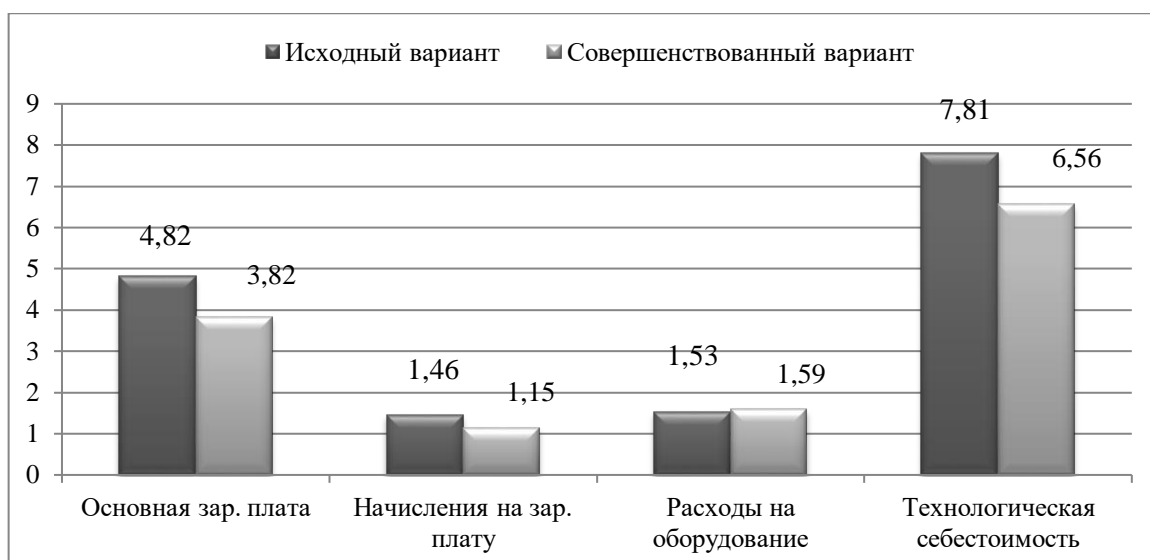


Рисунок 9 – Величина технологической себестоимости выполнения операции и значения ее слагаемых

На рисунке 10 представлены значения итоговых показателей, по которым формируется вывод об эффективности предложенных совершенствований.

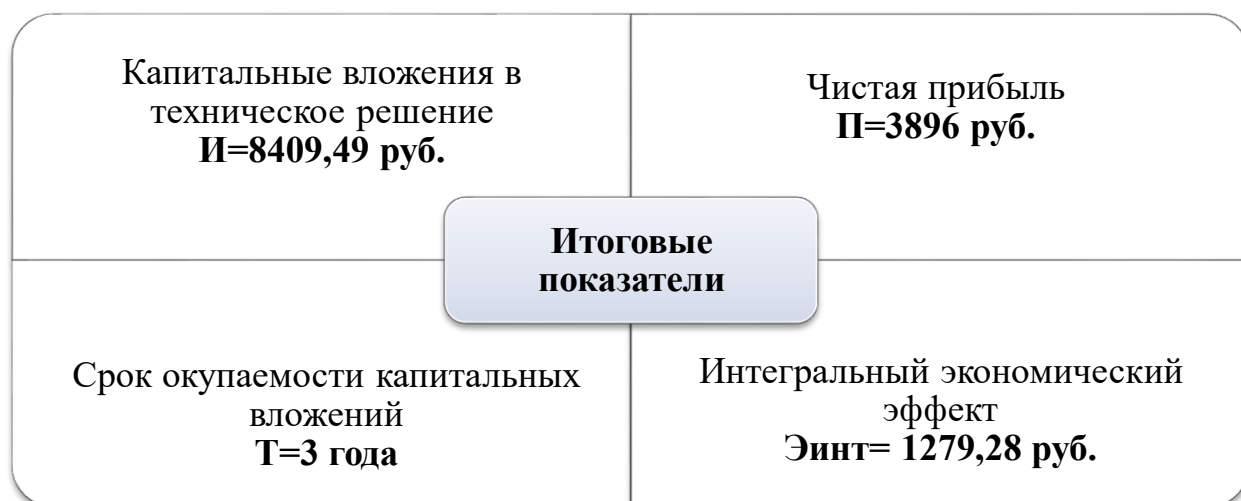


Рисунок 10 – Значения итоговых показателей

Учитывая, представленные на рисунке 9 данные, можно сделать вывод об эффективности предлагаемых совершенствований, т. к. экономический эффект в результате расчетов получился положительным.

Заключение

В выпускной работе с проектирована технология изготовления вала редуктора с эксцентриковой цилиндрической поверхностью и глухим отверстием со шпоночным пазом. Для спроектированной детали назначены по стандартам геометрические требования и физико-механические свойства материала. С учетом технических требований, указанных в чертеже, выполненного анализа технологичности и объема изделий в год 1000 штук выбран среднесерийный тип производства. Все последующее проектирование выполнено с учетом обеспечения характеристик данного производства.

При проектировании найдены и учтены технологические недостатки, связанные с общей конфигурацией детали. Использование современных станков с модульной конструкцией, а также настраиваемых приспособлений позволяет при выполнении точения эксцентриковой поверхности обеспечивать заданную точность и качество.

В технологической части спроектирована для выбранного способа заготовка - прокат.

С учетом проката нормальной точности и среднесерийного типа производства разработана операционная технология. Для обработки эксцентриковой поверхности и глухого шпоночного паза выполнено проектирование операций с подробным расчетом припусков, размеров, режимов обработки и нормированием.

Конструкторская часть содержит проектирование налаживаемого патрона с механизированным приводом зажима, которое обеспечивает точность и надежность закрепления заготовки вала. Долбежный резец обеспечивает производительность и точность. Предлагается список мероприятий по защите охраны труда на участке, меры по обеспечению экологичности. Эффективность изменений технологической долбежной операции подтверждается экономическим расчетом.

Список используемых источников

1. Антонюк В. Е. Конструктору станочных приспособлений : справ. пособие / В. Е. Антонюк. - Минск : Беларусь, 1991. - 400 с. : ил. - 5-50. - Текст : непосредственный.
2. Бушуев В. В. Практика конструирования машин : справочник / В. В. Бушуев. - Москва : Машиностроение, 2006. - 448 с. : ил. - (Библиотека конструктора). - Прил.: с. 440-448. - Библиогр.: с. 438-439. - ISBN 5-217-03341-X : 500-00. - Текст : непосредственный.
3. Горина Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы "Безопасность и экологичность технического объекта" : электрон. учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Управление промышленной и экологической безопасностью" . - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 41 с. - Прил.: с. 31-41. - Библиогр.: с. 26-30. - Режим доступа: Репозиторий ТГУ. - ISBN 978-5-8259-1370-4. - Текст : электронный.
4. Горохов В. А. Проектирование и расчет приспособлений : учебник для вузов / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 301 с. : ил. - Прил.: с. 252-297. - Библиогр.: с. 298-299. - ISBN 978-5-94178-181-2 : 329-60. - Текст : непосредственный.
5. Зубарев Ю. М. Специальные методы обработки заготовок в машиностроении : учеб. пособие для студентов машиностр. вузов / Ю. М. Зубарев. - Гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 400 с. : ил. - (Учебник для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 392-395. - ISBN 978-5-8114-1856-5 : 1091-00. - Текст : непосредственный.
6. Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова, – Тольятти : ТГУ, 2015. - 46 с.
7. Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение,

2003. - 782 с.

8. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке : учебное пособие / В. М. Кишуров, М. В. Кишуров, П. П. Черников, Н. В. Юрасова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 216 с. — ISBN 978-5-8114-4521-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121986> (дата обращения: 17.05.2020)

9. Обработка металлов резанием [Текст] : справочник технолога / А. А. Панов [и др.] ; под общ. ред. А. А. Панова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2004. - 784 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Прил.: с. 764-779. - Предм. указ.: с. 780-784. - ISBN 5-94275-049-1 : 1242-91. - 1000-00.

10. Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин [Текст] : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с. : ил. - Библиогр.: с. 50. - 28-58.

11. 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. : ил. - Библиогр.: с. 55-56. - Прил. : с. 57-140. - ISBN 978-5-8259-0817-5 : 1-00.

12. Расторгуев Д. А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления [Электронный ресурс] : электронное учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2017. - 34 с. : ил. - Библиогр.: с. 31-34. - ISBN 978-5-8259-1145-8.

13. Расчет режимов резания при точении и фрезеровании [Текст] : метод. пособие к курс. работе по дисциплине "Технол. процессы машиностроит. пр-ва" для заоч. формы обучения спец. 12 01 00, 12 02 00, 15

01 00, 150200 / ТГУ ; Каф. "Технология машиностроения". - Тольятти : ТГУ, 2002. - 59 с. : ил.

14. Режущий инструмент [Текст] : учеб. для вузов / Д. В. Кожевников [и др.] ; под ред. С. В. Кирсанова. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2004. - 511 с. : ил. - Библиогр.: с. 510-511. - ISBN 5-217-03250-2 : 312-00.

15. 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.

16. Строителей В. Н. Методы и средства измерений, испытаний и контроля [Текст] : учеб. для вузов / В. Н. Строителей ; [редкол.: В. Н. Азаров (председ.) и др.]. - Москва : Европ. центр по качеству, 2002. - 150 с. : ил. - (Управление качеством). - Библиогр.: с. 150. - Прил.: с. 115-149. - ISBN 5-94768-023-8 : 180-00.

17. Станочные приспособления : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлениям подготовки 15.03.05 (151900) "Конструкторско-технол. обеспечение машиностроит. пр-в", "Автоматизация технол. процессов и пр-в (машиностроение)" / В. В. Клепиков [и др.]. - Гриф УМО. - Москва : Форум, 2016. - 318 с.

18. Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 1 / А. И. Астахов [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 591 с.

19. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие. Т. 2 / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 518 с.

20. Grote K.-H., Antonsson E.K. Springer Handbook of Mechanical Engineering / K.-H Grote, E.K. Antonsson – New York : Springer Science - Business Media, 2008.

21. Pahl G. Design for Minimum Cost. In: Engineering Design/ Pahl G., Beitz W., Feldhusen J., Grote KH. Springer: London. 2007. – p. 156

Приложение А

Технологические карты

Таблица А.1 - Маршрутная карта

										ГОСТ 3.1118-82 Форма 1				
Дуол.														
Взам.														
Тлоол.													3	1
Разраб.	Сычев Н.В.													
Проверил	Рассторгуев Д.А.													
Утвердил	Логинев Н.Ю.													
Н. контр.	Рассторгуев Д.А.													
Вал привода														
М 01	Круг 67 ГОСТ 2590-88 / Сталь 40ХН ГОСТ 4543-71													
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД	МЗ				
М 02		кз	4,8	1	6	0,82	Круг	67	1	5,9				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции					Обозначение документа				
Б	Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Гшт.
А03	000	2171	Заготовительная (прокат)											
Б04									1	1	1	1		
А05	010	4269	Фрезерно-центровальная											
Б06	Фрезерный станок (обрабатывающий центр) ИР320ПМФ4													
А07	07	2	015	4114	Токарная					ИОТ Т5, С6				
Б08	M60 MILL TURN													
А09	07	2	020	4114	Токарная					ИОТ Т5, С6				
Б10	EтsoTип332МС													
А11	025	4175	Долбежная											
Б12	Долбежный станок 7Д430													
А13	07	2	030	4114	Токарная					ИОТ Т5, С6				
Б14	EтsoTип332МС													
А15	035	5030	Закалка											
Б16														
МК	Маршрутная карта													

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

		Дуол. / Взам. / Любл.		ГОСТ 3.1118-82												Форма		
				А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л	М	Н		
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Плз	Ишт.		
Б	Код. наименование оборудования																	
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала																	
						Обозначение, код						Обозначение документа						
												ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.		
A01	040 4132 Внутришлифовальная																	
B02	Внутришлифовальный станок 3К225В																	
A03	07	2	045	Круглошлифовальная											1	1	1	1
B04	Круглошлифовальный станок 3М150																	
A05	07	2	050	Круглошлифовальная											1	1	1	1
B06	Круглошлифовальный станок 3М150																	
A07	07	2	055	Промывка											4	1	1	1
B08	Моечная машина																	
A09	07	2	060	Контроль											1	1	1	1
B10	Стол																	
O11	1. Проверить внешним осмотром отсутствие заусенцев, острых кромок и шероховатость поверхностей																	
T12	Ra 0,63 Образец шероховатости ГОСТ 9378-93																	
T13	Ra 1,25 Образец шероховатости ГОСТ 9378-93																	
T14	Ra 2,5 Образец шероховатости ГОСТ 9378-93																	
O15	2. Проверить размеры																	
T16	Скоба ГОСТ 11098-75																	
T17	Шаблон																	
МК	Маршрутная карта																	

Продолжение Приложения А

Таблица А.2 – Операционная карта

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3														
Дубл.														
Взам.														
Табл.													3	1
Разраб.	Сычев Н.В.													
Проверил	Расторгуев Д.А.													
Утвердил	Логинев Н.Ю.													
Н. контр.	Расторгуев Д.А.													
Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ		МД		Профиль и размеры		07		025
Токарная		Сталь 40ХН ГОСТ 4543-71		кг		4,8		4,8		67		МЗ		КОИД
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		То		Тв		Т лз.		Т шт.		СОЖ		1
Токарный центр M60 MILLTURN				1,72		1,9		14		4,6				
T01	Планшайба регулируемая													
T02	Патрон ГОСТ 2571-71													
03														
O04	1. Установить вал и закрепить													
O05	2. Точить наружную поверхность начерно													
T06	PDINL3232P15 Резец T15K6 TY 2-035-892-82													
P07					60		276		4,2	1	0,6		450	89
08														
O09	3. Точить наружную поверхность начерно													
T10	PDINL3232P15 Резец T15K6 TY 2-035-892-82													
P11					60		276		4,2	1	0,6		450	89
O12	4. Точить канавку													
T13	PDINL3232P15 Резец T15K6 TY 2-035-892-82													
OK	Операционная карта													

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

Дубл. Взам. Посл.	ГОСТ 3.1404-86											Форма	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Р	ПИ	Д или В	L	t	f	s	n	v					
T01	PDINL3232P15	Резец Т15К6	ТУ 2-035-892-82										015
P02		60	276	0,85	1	0,246	1790	289					
O03	6. Точить канавку												
T04	035-2128-0558	Резец Т14К8	ОСТ 2И10-8-84										
P05		34,5	2	2	1	0,246	1790	289					
O06	7. Фрезеровать шпоночный паз												
T07	2223-1166	Фреза диаметр 10, z=3	P8M3K6C	ГОСТ 23247-78									
P08		50	23	0,5	6	0,04	2300	87					
O09	8. Нарезать резьбу												
T10	2660-0001	Резец Т15К6	ГОСТ 18885-73										
P11		38	28	1,5	5	1,25	628	75					
O12	9. Раскрепить деталь в патроне, установить в патрон, поджать центром и закрепить.												
O13	10. Точить наружную поверхность начисто												
M14													
T15	PDINL3232P15	Резец Т15К6	ТУ 2-035-892-82										
P16		60	276	0,85	1	0,246	1790	289					
O17	11. Контролировать деталь.												
T18	Линейка ГОСТ 427-75												
OK	Операционная карта												

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

		ГОСТ 3.1404-86 Форма									
Дубл.	Взам.										
Глобл.	Глобл.										
											2
											025
P		ПИ	D или B	L	t	i	s	n	v		
T01											
P02		-	60	276	0,85	1	0,246	1790	289		
O03	5. Раскредить и снять заготовку										
04											
05											
06											
07											
08											
09											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
OK	Операционная карта										

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

ГОСТ 3.1105-84 ФОРМЕ		4		015	
ДЮБЛ.					
ВЗАМ.					
ГРОУЛ.					
КЭ	Карта эскизов				

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл. Взам. Людл.	Разраб. Проверил Утвердил Н. контр.	Сычев Н.В. Расторгуев Д.А. Логинюв Н.Ю. Расторгуев Д.А.	Наименование операции	Материал	Твердость			Вал привода			Профиль и размеры	МЗ	КОИД
					40ХН ГОСТ 4543-71	ЕВ	МД	Тв	Тпз	Тшт.			
			Долбежная	Сталь 40ХН ГОСТ 4543-71	кг	4,8		67			5,9	1	025
			Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы									СОЖ
			Долбежный станок 7Д430										
P				ПИ									
T01			Тиски 7200-0251 ГОСТ 21168-75										
O02			1. Установить и закрепить заготовку										
O03			2. Долбить глухой паз										
T04			2180-0803 Резец Р18 ГОСТ 10046-72										
P05				-	6	50	0,3	8					173
O06			3. Снять заготовку										
07													
08													
09													
10													
11													
12													
13													
OK			Операционная карта										

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

ГОСТ 3.1105-84 Форме										
Дуол.										
Взам.										
Плоп.										
									4	
										020

Technical drawing showing a cylindrical part with a hole. The drawing includes a side view and a cross-section labeled 'A'. The side view shows a hole with a diameter of 6P8 (-0.012, -0.030) and a length of 48.3 mm. The surface finish is specified as $\sqrt{Ra\ 3,2}$. The cross-section 'A' shows a hole with a diameter of 23 +0.15 and a surface finish of $\sqrt{Ra\ 6,3}$.

Карта эскизов

КЭ

Приложение Б

Спецификация приспособления

Таблица Б.1 – Спецификация приспособления

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
<i>Документация</i>							
A1			22.ВКР.ОТМП.22.65.00.000.СБ	Сборочный чертеж			
<i>Детали</i>							
		1	22.ВКР.ОТМП.22.65.00.001	Пластина	1		
		2	22.ВКР.ОТМП.22.65.00.002	Плита	1		
		3	22.ВКР.ОТМП.22.65.00.003	Планка	2		
		4	22.ВКР.ОТМП.22.65.00.004	Центровик	1		
		5	22.ВКР.ОТМП.22.65.00.005	Винт	6		
		6	22.ВКР.ОТМП.22.65.00.006	Стойка	1		
		7	22.ВКР.ОТМП.22.65.00.007	Кулачок постоянный	3		
		8	22.ВКР.ОТМП.22.65.00.008	Кулачок сменный	3		
		9	22.ВКР.ОТМП.22.65.00.009	Рычаг	3		
		10	22.ВКР.ОТМП.22.65.00.010	Корпус	1		
		11	22.ВКР.ОТМП.22.65.00.011	Ось рычага	3		
		12	22.ВКР.ОТМП.22.65.00.012	Штифт направляющий	1		
		13	22.ВКР.ОТМП.22.65.00.013	T-образный фиксатор	3		
		14	22.ВКР.ОТМП.22.65.00.014	Винт регулировочный	1		
		15	22.ВКР.ОТМП.22.65.00.015	Крышка	1		
		16	22.ВКР.ОТМП.22.65.00.016	Шкала	1		
<i>Стандартные изделия</i>							
22.ВКР.ОТМП.22.65.00.000.СП							
Изм./Лист		№ докум.		Подп.		Дата	
Разраб. Сычев Н.В.							
Проб. Расторгуев Д.А.							
Н.контр. Расторгуев Д.А.							
Утв. Логинов Н.Ю.							
Патрон				Лит.		Лист	
				Д		1	
						Листов	
						2	
				ТГУ, ИМ			
				ТМБД-17028			
Копировал				Формат А4			

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		17		Винт 2 М8 х 1-6д х 40.35Х.01 ГОСТ Р 10342-84	6	
		18		Винт 2 М4 х 0,5-6д х 1258.35Х.01 ГОСТ Р 10342-84	3	
		19		Винт 2 М6 х 0,5-6д х 1058.35Х.01 ГОСТ Р 10342-84	3	
		20		Винт 2 М6 х 0,5-6д х 1658.35Х.01 ГОСТ Р 10342-84	4	
		21		Гайка А М14 х 6.7Н.35.3.019.3 ОСТ9064-75	3	
		22		Шпанка 2-14 х 14 х 14 ГОСТ 23360-78	3	
		3		Штифт 2.20 н9 х 65.20Х.88 ХимОксспрм ГОСТ 10774-80	4	
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	22.ВКР.ОТМП.22.65.00.000.СП	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
						2

Приложение В
Спецификация инструмента

Таблица В.1 – Спецификация инструмента

		Листы проекта			Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		А2									
									<i>Документация</i>		
									<i>Сборочный чертеж</i>		
									<i>Детали</i>		
Справ. №			1				22.ВКР.ОТМП.22.70.00.001.	Хвостовик	1		
			2				22.ВКР.ОТМП.22.70.00.002.	Державка	1		
			3				22.ВКР.ОТМП.22.70.00.003.	Пластина режущая	1		
			4				22.ВКР.ОТМП.22.70.00.004.	Фиксатор	1		
Листы и детали								<i>Стандартные изделия</i>			
			5				Вымп 2 М2 x 0,1-6д x 658.35X01 ГОСТ Р 11738-84	1			
Взам. инв. №					22.ВКР.ОТМП.22.70.00.000.СП						
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Листы и детали					Резец долбежный				Лист	Лист	Листов
					Копировал				Д1		1
Инв. № листа					ТГУ, ИМ зр. ТМдд-17028						
					Формат А4						