

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 ходового вала-винта

Обучающийся

А.А. Ильясов

(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

Представлена разработка технологического процесса изготовления детали «Ходовой вал-винт» для условий серийного производства. Задачей определена объем выпуска в количестве 1000 деталей в год.

Проведен анализ служебного назначения и технологичности детали. Для проектирования технологии выбран тип производства. 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.

Выбрана и спроектирована для выбранного метода исходная заготовка - прокат. С учетом проката нормальной точности и среднесерийного производства разработана операционная технология. Разработан технологический маршрут обработки, выбор и проектирование заготовки. Выбраны станочное оборудование и станочные приспособления. Разработаны технологические наладки, операционные карты, а также составлена маршрутная карта, содержащая полное описание техпроцесса.

Конструкторская разработка направлена на повышение эффективности обработки на токарной операции, включая нарезание резьбы. Решены вопросы установки вала-винта, связанные с его малой жесткостью и большим объемом обработки резьбовой поверхности. Усовершенствована схема установки заготовки с применением дополнительных опор. Для этого предлагаются переналаживаемые специализированные приспособления – опорные люнеты. Инструмент для нарезания трапецеидальной резьбы - сборный резец с регулируемыми резцовыми вставками.

Проектирование технологического процесса сопровождается 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 Назначение поверхностей	6
1.3 Анализ технологичности	6
1.4 Формулировка задач	8
2 Технологическая часть работы	9
2.1 Определение типа производства	9
2.2 Проектирование заготовки.....	9
2.3 Выбор технологических переходов.....	13
2.4 Технологический маршрут.....	14
2.5 Расчет припуска аналитически	15
2.6 Разработка схем базирования	18
2.7 Выбор средств оснащения.....	19
2.8 Расчет режимов резания	21
2.9 Нормирование операций	28
3 Разработка специальной технологической оснастки	32
3.1 Проектирование приспособления.....	32
3.2 Проектирование инструмента.....	40
4 Экологичность и безопасность проекта.....	42
5 Экономическая эффективность работы	46
Заключение	50
Список используемых источников.....	51
Приложение А Технологические карты	54
Приложение Б Спецификация приспособления	60
Приложение В Спецификация инструмента	62

Введение

Зажимные приспособления являются одним из главных элементов технологического оснащения в процессах изготовления деталей. Они производят фиксацию заготовок при обработке, а также базирование, то есть точную ориентацию этих заготовок в рабочем пространстве станков.

Для того, чтобы данные вспомогательные переходы можно было выполнить за минимальное время, зажимные элементы приспособлений должны быть механизированы. Для этого используются различные гидравлические, пневматические, электромеханические приводы зажима. Но не всегда возможно использование данных механизированных устройств из-за особенностей компоновки приспособлений, типа производства, наличия необходимой инфраструктуры на участке. Поэтому ручные приводы зажимы также используются в механосборочном производстве. Зажимные механизмы могут быть различными по компоновке и передаточному механизму. Это могут быть рычажные, клиновые, эксцентриковые приводы. Одним из самых распространенных является винтовой зажимной механизм из-за своей технологичности, больших передаточных отношений, удобству использования. Основой данных механизмов является кинематическая пара винт-гайка. Обычно в зажимных приспособлениях в роли гайки выступает корпус, а подвижным элементом относительно него является винт. Для обеспечения высокой работоспособности такой детали необходимо правильно назначать технические требования на винтовую поверхность по точности и шероховатости. Также основой высокой износостойкости и долговечности винта является выбор материала и способа термообработки, который обеспечит высокую твердость поверхностного слоя. Поэтому проектирование зажимных приспособлений с использованием винтовых зажимных механизмов является одной из важных задач, которые необходимо решить для обеспечения эффективного производства. Основой этого является правильно спроектированная и изготовленная деталь – вал винт.

1 Анализ исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения детали

Вал винт входит в конструкцию зажимного приспособления. Он является зажимным элементом, который преобразует вращательное движение в поступательное [20].

Шейка малого диаметра со сферическим торцом, а также прилегающей канавкой, является несущим элементом зажимной опоры. По канавке происходит фиксация в осевом направлении этой зажимной опоры. Сферический торец способствуют самоустановке опоры при закреплении по неровной поверхности заготовки. Преобразование вращения в поступательное движение происходит за счет трапецеидальной резьбы, по которой происходит сопряжение винта с корпусом приспособления. Для создания крутящего момента используется коническая шестигранная поверхность, на которую надевается маховик. Фиксация маховика происходит гайкой по метрической резьбе.

Условия работы детали статические со значительными осевыми и крутящими нагрузками.

Материалом ходового вала является средней углеродистая сталь 38ХА (таблицы 1).

Этот материал относится к категории улучшаемых, применяется термообработка - закалка для обеспечения твердости на уровне 30 единиц по шкале HRC [7].

Таблица 1 - Химический состав стали 38ХА, % (ГОСТ 4543-71)

С	Si	Cr	Mn	S	P	Cu	Ni	As
			не более					
0,37-0,39	0,17—0,37	0,9-1,1	0,80	0,04	0,035	0,25	0,25	0,08

1.2 Назначение поверхностей

С учетом назначения детали, проведем систематизацию ее поверхности по служебному назначению. Для этого на рисунке 1 показана нумерация поверхностей вала винта [2].

Все поверхности сгруппированы по своему назначению.

Основная конструкторская база – резьбовая поверхность 11 по которой происходит и центрирование и установка в соевом направлении.

Исполнительные поверхности - это резьба 11, шестигранная коническая поверхность 9, а также опорная сферическая поверхность 1.

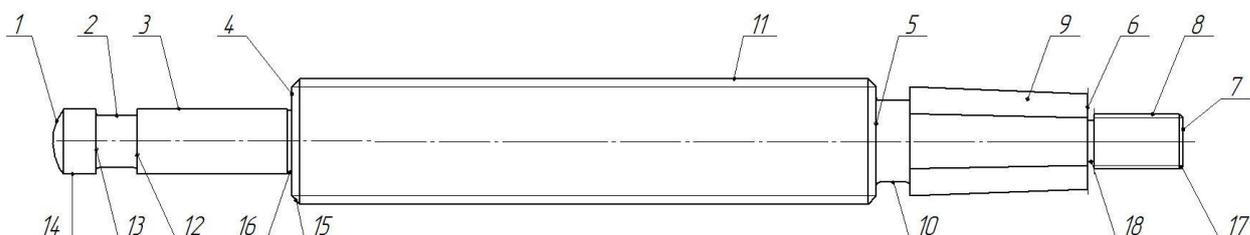


Рисунок 1 - Эскиз вала - винта

Вспомогательные конструкторские базы это паз 2, 13, 13, шестигранная коническая поверхность 9, а также метрическая резьба 8.

Все остальные поверхности, которые не контактируют ни с чем, свободные.

1.3 Анализ технологичности

Деталь вал-винт имеет достаточно сложную форму, так как он включает сразу две нестандартные поверхности. Это с одной стороны сферический наконечник, который упирается в перемещаемый узел. С другой стороны, шестигранник, выполненный под конус. Кроме этого, сам винт представляет собой стержень с трапецидальной резьбой, выполненной с

высокой точностью базовых поверхностей и резьбой по 5 классу точности [5].

При соотношении размеров винта к диаметру около 8, он будет иметь не высокую жесткость в поперечном направлении. Из-за этого при обработке винт будет деформироваться, снижается точность и качество обработки.

Конструктивные элементы не унифицированы. Канавка, которая присутствует на упорном конце, не стандартная по ширине и глубине. А также не стандартная канавка, разделяющая шестигранник и резьбу. Для их обработки потребуются сложные движения отрезного или канавочного резца с заданным закруглением вершины режущих пластин.

Материал детали сталь 38ХА, имеющая удовлетворительный коэффициент обрабатываемости резанием (0,8 для быстрорежущих сплавов, 0,7 – для твердосплавного инструмента). Это дополнительно усложняет обработку из-за значительной силы резания, возникающей при снятии припуска. Форма детали позволяет получать ее и из ступенчатой заготовки и из сортового проката. Ступенчатая заготовка может получаться методомковки. Перепад диаметров малый по краям на небольших участках по длине.

Доступность инструментом обеспечивается. Вход - выход есть нормальный, кроме указанных широких канавок.

Базирование данной детали может проводиться стандартным способом: в патроне и центрах. Но из-за наличия на крайней шейке сферической гладкой поверхности нужна или дополнительная обработка участка для срезания центрального отверстия, или нужно изменять необходимую схему установки. Например, использовать вместо поджимного центра с данной стороны самоцентрирующий люнет.

Для изготовления резьбовых поверхностей можно использовать разнообразные методы обработки. Универсальные способы - это резьбонарезание с использованием плашек. Для данных деталей он, как правило, не подходит из-за вида резьбы и технических требований к ней. Данный способ не обеспечит высоких технических требований.

Для нарезания трапецеидальной резьбы больше подходит метод резбонарезания при помощи токарных методов обработки резцом. В зависимости от типа производства можно использовать одно или много инструментальную обработку (например, резьбовой головкой). Использование фрез и гребенок для небольшой серии не подходит.

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

В целом деталь отличается не высокой технологичностью.

1.4 Формулировка задач

Цель работы – спроектировать технологию, которая обеспечит изготовления вала-винта по требованиям чертежа в указанном в задании объеме 1000 деталей в год. Необходимо выбрать тип производства. Для изготовления вала должна быть спроектирована заготовка. Для заготовки выбрать технологические методы обработки. По технологии сформировать технологический маршрут, который анализируют на наиболее ответственные операции, которые подробно разрабатывают. Спроектировать для технологии средства оснащения – приспособление и инструмент. Назначить для опасных производственных факторов меры по охране труда. Выполнить технико-экономическое обоснование предложенных изменений в технологии или оснащении [12].

Выводы по разделу

В первом разделе для вала-винта приспособления выполнен анализ исходных данных. С учетом условий работы назначены требования, а также выполнено проектирование самой детали с анализом ее технологичности.

2 Технологическая часть работы

2.1 Определение типа производства

Проектирование технологии изготовления вала-винта начинается с определения характеристик технологии по его производству. Для этого сначала необходимо определить тип производства. Это даст возможность правильно выбрать оборудование и оснащение, методы проектирования и тип технологической документации [11].

С учетом указанного в чертеже массы вала 4,1 кг, а также объема выпуска 1000 деталей в год по [14] тип производства будет среднесерийным.

Определим размер партии запуска

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

где b - периодичность запуска (12 дней);

N – объем выпуска по заданию.

Результат

$$n = 1000 \cdot \frac{12}{254} = 47 \text{ дет.}$$

2.2 Проектирование заготовки

Из данных [3] следует, что лучше всего как заготовка для вала-винта из стали 38ХА подходит с учетом размеров детали или штамповка или прокат.

На прессе происходит деформирование материала с формированием ступеней вала. Для материала, размеров и способа штамповки выберем параметры заготовок по ГОСТ 7505-89 из [17].

Заготовку в среднесерийном производстве данной детали можно получить также прокатом, так как ее конфигурация имеет небольшие перепады диаметра [9].

На рисунках 2 и 3 показаны приближенные конструкции заготовок, полученных различными способами.

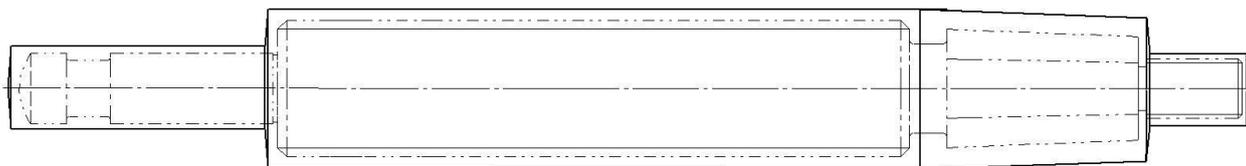


Рисунок 2 - Вариант конструкции заготовки - штамповка



Рисунок 3 - Вариант конструкции заготовки - прокат

По таблицам [17] определяются характеристики штамповки.

Для пресса гидравлического и открытой штамповки класс точности – Т4.

Для материала – группа М2.

Для степени сложности по соотношению объемов детали и цилиндра 0,81 – степень сложности С1.

Это даст 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 отклонение – 1,4 мм; нижнее - 0,8 мм.

Для линейных размеров: верхнее отклонение – 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 подготовки поверхности под резьбу применим еще чистовое обтачивание с припуском 0,6 мм на диаметр. Для диаметра детали 46 мм у заготовки проката диаметр будет 49,6 мм с округлением до 50 мм. Для проката нормальной точности отклонения: верхнее – 0,5 мм, нижнее - 1,1 мм [11].

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.

$C_{заг}$ – 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 прямой осью он равен 1,2.

Тогда масса штамповки равна

$$m = 4,1 \cdot 1,2 = 4,9 \text{ кг.}$$

Масса проката для описанной фигуры – цилиндра равна

$$m = 3,14 \cdot (0,050)^2 / 4 \cdot 0,376 \cdot 7850 = 5,8 \text{ кг.}$$

Стоимость штамповки

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{б}} \cdot h_{\text{T}} \cdot h_{\text{С}} \cdot h_{\text{В}} \cdot h_{\text{М}} \cdot h_{\text{П}}, \quad (4)$$

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

« h_{T} – коэффициент, учитывающий точность заготовки;

$h_{\text{С}}$ – коэффициент, учитывающий сложность заготовки;

$h_{\text{В}}$ – коэффициент, учитывающий массу заготовки;

$h_{\text{М}}$ – коэффициент, учитывающий материал заготовки;

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

Базовая цена одной тонны штамповок равна 373 руб.

Для штамповок низкой точности $h_{\text{T}} = 1$.

Штамповка вала при сложности С1 имеет коэффициент $h_{\text{С}} = 0,77$.

Для легированных сталей 15Х-50Х коэффициент $h_{\text{М}} = 1,18$.

Для массы $h_{\text{В}} = 0,89$.

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

Тогда стоимость штамповки

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

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

Себестоимость штамповки с учетом обработки

$$C_{\text{T}} = 4,9 \cdot [301,6 + (6,58 - 1,4) \cdot (1 - 0,82)] = 1482 \text{ руб.}$$

Стоимость проката с учетом проката мерной длины

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

Себестоимость проката

$$C_{\text{T}} = 5,8 \cdot [55,4 + (6,58 - 1,4) \cdot (1 - 0,7)] = 330 \text{ руб.}$$

Заготовка из проката оказалась намного дешевле. Этот способ и принимаем.

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

2.3 Выбор технологических переходов

В данном подразделе выберем переходы по обработке отдельных поверхностей вала-винта. Для этого нужно учесть тип заготовки – прокат нормальной точности и требования с рабочего чертежа вала-винта.

Технологические переходы по поверхностям указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Выбранные переходы

Тип поверхности	Квалитет	Ra, мкм	Переход
Плоский торец	12	6,3	Фрезерование черновое (11; Ra 6,3); закалка (12).
Сферический торец	12	1,25	Фрезерование черновое (11; Ra 6,3); точение черновое по профилю (10; Ra 3,2); точение чистовое по профилю (8; Ra 1,25); закалка (9).
Промежуточные торцы	12	6,3/3,2	Обтачивание торца черновое (11; Ra 6,3); обтачивание торца чистовое (9; Ra 3,2) закалка (9)
Цилиндрическая поверхность	7	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)
Конический шестигранник	12	2,5	Обтачивание шейки черновое (11; Ra 6,3); Фрезерование (9; Ra 2,5); Закалка (9)
Канавка прямоугольная	12	6,3	Обтачивание шейки черновое (11; Ra 6,3); точение канавки чистовое (9; Ra 3,2) закалка (9)
Резьба трапециевидальная	5h	1,25	Обтачивание шейки черновое (11; Ra 6,3); обтачивание шейки чистовое (9; Ra 3,2); нарезание резьбы резцом (7h; Ra 2,5); закалка (9); шлифование резьбы (5h; Ra 1,25)
Резьба метрическая	6g	2,5	Обтачивание шейки черновое (11; Ra 6,3); обтачивание шейки чистовое (9; Ra 3,2); Нарезание резьбы (8; Ra 6,3); закалка (8).

2.4 Технологический маршрут

Для проектирования маршрута учетом, что первая операция нужна для обработки чистовых технологических баз – торцев и центровых отверстий. Последними операциями в техпроцессе будут отделочные переходы – шлифование цилиндрической поверхности под опору и резьбы трапецеидальной. Общий технологический маршрут показан в таблице 3.

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

Таблица 3 –Маршрут изготовления вала-винта

Номер	Наименование	IT	Ra, мкм	Содержание	Станок
1	2	3	4	5	6
000	Заготовительная (прокат)	15	20	Прокат	Отрезной круглопильный полуавтомат 8A631
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 5, 6, 8, 9, 10, 11 Установ Б Точение черновое поверхностей 14,3, 4 Точение чистовое поверхностей 3,4,14 Точение канавки 2,13,13,16 Установ В Точение чистовое поверхностей 6, 8, 9, 11 Точение канавки 5,10,18 Нарезание метрической резьбы	Токарный центр М60 MILLTURN Используются упорный центр и патрон

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
010	Токарная	9	3,2	на поверхности 8 Нарезание трапецеидальной резьбы на поверхности 11	-
015	Фрезерная	9	2,5	Фрезерование шестигранника 9	Консольный вертикально- фрезерный станок 6Р11МФ3-1 Используются поворотный стол, патрон и делительная головка
020	Токарная	9	1,25	Подрезка черновая и чистовая поверхности 1	Токарный центр М60 MILLTURN Используются люнет и патрон
025	Термообра ботка	-	-	Закалка	Печь муфельная
030	Круглошл ифовальна я	7	1,25	Установ А Шлифование поверхности 10 Установ Б	Круглошлифовальн ый 3М150 Используются центр и и цанговый патрон
035	Резьбошли фовальная	5h	1,25	Шлифование поверхности 11	Резьбошлифовальн ый полуавтомат 5П822 Люнет и цанговый патрон
040	Промывка детали	-	-	Мойка	Моечная машина
045	Контроль	-	-	Контроль	Верстак

Содержание операций может быть пересмотрено в следующих разделах при необходимости.

2.5 Расчет припуска аналитически

По формулам рассчитаем припуск и операционные размеры на поверхность 14 и 3 – диаметром 28 мм с допуском 0,021 мм и шероховатостью Ra 1,25 мкм. 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

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

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

T - 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

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

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

$\Delta_{см}$ - смещение цилиндрической поверхности, мм;

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

Смещение в данном случае равно нулю.

Зацентровка на первой операции приводит к биению обрабатываемой поверхности с биением 0,15 мм.

Коробление для проката без правки определяется по размерам цилиндрической поверхности

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

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

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

Каждое зависит от удельного коробления $\Delta_{\text{уд}} = 11$ мкм/мм и размеров поверхности

$$\Delta_{\text{кор}} = \sqrt{(11 \cdot 50)^2 + (11 \cdot 190)^2} = 2161 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_{i-1} = \sqrt{(2161)^2 + (150)^2} = 2166 \text{ мкм.}$$

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

$$\Delta_2 = 2166 \cdot 0.06 = 130 \text{ мкм};$$

$$\Delta_3 = 2166 \cdot 0.05 = 108 \text{ мкм};$$

$$\Delta_4 = 2166 \cdot 0.04 = 87 \text{ мкм}.$$

Расчет размеров ведем для размеров по минимальным припускам

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

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

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

Максимальный диаметр

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

где Td_{i-1} – допуск, мм.

Результаты сведены в таблицы 4.

По расчету получается глубина резания по переходам будет равна 3,1 мм, 0,36 мм, 0,16 мм.

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	2166	1600	33,7	35,3	-	-
Токарная черновая	90	90	130	190	28,86	29,05	4,8	6,2
Токарная чистовая	20	25	108	74	28,242	28,316	0,62	0,736
Шлифование чистовое	10	20	87	21	27,979	28	0,263	0,316

С учетом проката первый переход будет вестись с размера 50 мм. Тогда общий напуск до размера под чистовое точение равен 10,48 мм на сторону. При расчете можно принять первые переходы по 4 мм. Два перехода обеспечат размер 34 мм. Далее размеры и припуски как в таблице.

Сведения из расчета применяются в пункте по проектированию операции.

2.6 Разработка схем базирования

Так как вал-винт относятся к категории маложестких деталей, применим типовую схему установки такого вала. Схема базирования традиционная для валов из двойной направляющей и двух опорных баз. Но реализация этой схемы базирования будет производиться различным образом.

На первой операции в самоцентрирующих тисках с откидным упором для реализации пятой опорной точки. На основной токарной операции в патроне и центре. На токарной операции с обработкой сферического торца – в патроне и люнете.

На фрезерной необходимо обеспечить наклон заготовки для фрезерования конических лысок. Это делается за счет поворота оси заготовки в вертикальной плоскости на угловой поворотной плите типа НВСК 12 010 004. Для поворота на 60° необходимо на плите установить делительную головку F2-6. Она фиксирует заготовку в патроне по длинной цилиндрической поверхности с трапецеидальной резьбой.

На резьбошлифовальной - в патроне и центре. На круглошлифовальной - в патроне и люнете. Это связано с невозможностью сохранения центрального отверстия на сферическом торце и невозможности консольной установки заготовки с большим вылетом.

2.7 Выбор средств оснащения

На первой фрезерно-центральной операции производится обработка торцов фрезерованием и засверловка базовых центровых отверстий при установке винта в самоцентрирующие с призматическими зажимами тиски. Для базирования в продольном направлении используется крайний торец поверхность 7. На токарных операциях схемы базирования будут однотипные, но с разной реализацией: в трех кулачковом патроне слева с поджимом задним центром справа или в патроне с установкой вместо центра люнета. Переходы требуют токарных резцов (контурных, резьбовых двух типов – под метрическую и трапецеидальную резьбы, канавочные двух типов – прямоугольный и угловой).

Все приспособления для зажима заготовок, инструменты и другое оснащение показано в таблице 4.

Таблица 4 – Средства технологического оснащения

Операция	Приспособлени е	Режущий инструмент	Средства контроля
1	2	3	4
Фрезерно-центровальная	Тиски 7200-0261 ГОСТ 21167-75	01.2.059.000-00 Фреза диаметр 100, z=6 P6M5 ТУ 2-035-874-82 2317-0032 Сверло диаметр 3.15 P6M5 ГОСТ 14952-75	ШЦ-I-125-0,1 Штангенциркуль ГОСТ 166-89
Токарная	Центр 7032-0020 ГОСТ 13214-79 Патрон 7102-0059 ГОСТ 24351-80	PDINL3232P15 Резец T5K10 ТУ 2-035-892-82 PDINL3232P15 Резец T15K6 ТУ 2-035-892-82 Резец QEND3232R13 канавочный T14K8 2660-0001 Резец резьбовой метрический T15K6 ГОСТ 18885-73 Резец для трапецеидальной резьбы C4-ASHA-25046-10U с пластиной 266RG-16TR01F300E 1135	Штангенциркуль ШЦЦ-I-160-0,01 ГОСТ 166-88
Фрезерная	Поворотный угловой стол НВСК 12 010 004 УДГ F2-6 с патроном 7100-0009 ГОСТ 2675-80	2214-0354 Фреза диаметр 50, z=5 T15K6 ГОСТ 26595-85	Штангенциркуль ШЦЦ-I-160-0,01 ГОСТ 166-88
Токарная	Патрон 7102-0059 ГОСТ 24351-80 Люнет SZL 047	Резец контурный CP-25BL-2020-11 с пластиной CP-25BL-2020-11 материал 4325 с покрытием CVD TiCN+Al2O3+TiN	Шаблон
Резьбо-шлифовальная	Патрон цанговый CL-52 Центр 7032-0020 ГОСТ 13214-79	2727-0180 Круг AC6 50/40 25 M2-01 ГОСТ 30352-96	Калибр кольцо трапецеидальное Tr 46x3

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4
Кругло-шлифовальная	Люнет SZL 047 Патрон цанговый CL-30	Круг 3 300x40x76 24A F60 N 6 V 35м/с А 1кл. ГОСТ 2424-2008	ШЦ-I-250-0,01 Штангенциркуль ГОСТ 166-89

Для обеспечения операционного контроля необходимо предусмотреть универсальные средства измерения, которые имели бы соответствующую точность [10].

Также выбираем инструмент с хвостовиками призматического типа. Для установки резьбового резца с укороченным вылетом применим вставку типа MAS BT-40 или CAT-40 для сопряжения инструмента с установочными элементами резцедержателя.

2.8 Расчет режимов резания

Лимитирующими считаем токарную операцию, где будет выполняться на трех станках обработка всех поверхностей, включая нарезание резьб.

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].

На токарной операции технологического процесса изготовления вала-винта можно выделить два наиболее ответственных и сложных перехода. Это черновой переход со снятием напуска, включая обработку самой маленькой цилиндрической поверхности, а также метрической и трапецеидальной резьбы.

С учетом этого в следующем конструкторском разделе предложена конструкция режущего инструмента – токарного резца для обработки резьбы со сменными пластинами.

Сама токарная операция проходит по типовой схеме на токарном центре, и не требует дополнительных затрат времени и использования специализированных опорных устройств для выверки заготовки.

С учетом этого, в следующем конструкторском разделе спроектировано приспособление для закрепления вала-винта на данной операции по чистовым технологическим базам без выверки.

Для обработки плоских конических лысок шестигранника на фрезерной операции необходимо выполнить однократное фрезерование с установкой заготовки под углом к траектории движения фрезы и с периодическим поворотом заготовки на 60° .

Подробное проектирование выполним на токарную операцию на переходы точения и нарезания резьбы, а также на фрезерную операцию по фрезерованию лысок. Для точения используем данные, полученные в ходе расчета операционных размеров и припусков; а также параметры технологического оборудования и режущего инструмента, выбранные в предыдущем подразделе. Для расчета режимов на фрезерование необходимо использовать начальные параметры: диаметры фрез (по ширине паза).

Для закрепления заготовки применяется приспособление – самоцентрирующий патрон с поджимным центром.

Операционные размеры поверхности 3 под опорный зажим следующие.

Точение черновое: 29,05 мм. Допуск 0,19 мм.

Точение чистовое: 28,316 мм. Допуск 0,074 мм.

Последовательно обрабатываются поверхности 11, 9, 8 с прилегающими торцами на установе А. На установе Б – поверхность 3 также с торцем. Далее чистовая обработка этих же поверхностей. Обработка канавок и резьбы.

Материал вала-винта – сталь 38ХА. Для расчета коэффициентов скорости и силы резания с учетом предела прочности – для заготовки 690 МПа.

Станок – токарно-фрезерный центр M60 MILLTURN.

Для чернового точения применим контурный резец PDINL3232R15 ТУ 2-035-892-82 с твердосплавной вставкой из материалов Т5К10 и Т15К6. Эти материалы последовательно применим на черновом, чистовом переходах. Сечение державки 32 на 32 мм, что обеспечивает необходимую прочность и жесткость при точении.

Для канавок под выход шлифовального инструмента резец угловой канавочный 035-2128-0558 Т14К8 ОСТ 2И10-8-84

Для прямоугольной канавки резец прорезной 2120-0519 Р18 ГОСТ 18874-73.

Для резьбы резец: метрической 2660-0001 Т15К6 ГОСТ 18885-73; трапецеидальной С4-ASHA-25046-10U с пластиной 266RG-16TR01F300E.

Для учета геометрических параметров назначает угол в плане 95° , передний угол – -10° .

Сначала идет расчет глубины резания. Эти значения берутся из подраздела 2.4.

Схема снятия припуска и напуска послойно по 5 мм показана на рисунке 4.

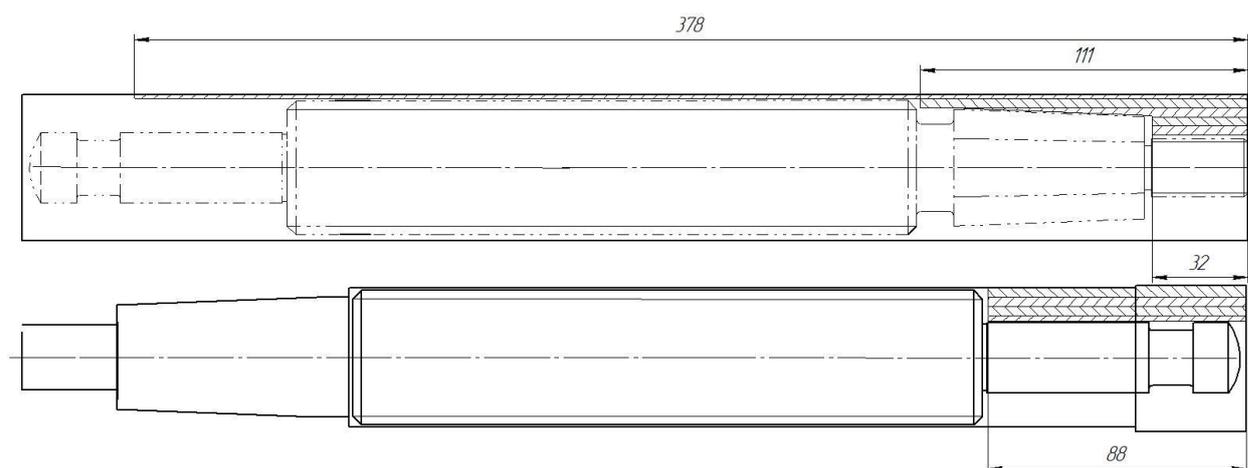


Рисунок 4 – Схема снятия припуска

Глубина резания t из расчетов по переходам 3,1 мм и 0,36 мм. Также учтем, что размер расчетный заготовки 35,3 мм больше диаметра расчетного диаметра заготовки для данной шейки – 50 мм. Получается для данной шейки и для других ступеней, кроме диаметра 46 мм, на них будет напуск. Это потребует снятия большого количества материала слоями.

Суммарная длина перемещения инструмента равна длине снимаемых слоев, которые определяем по эскизу. На чистовом переходе длина перемещения резца равна длине контура детали.

Подача S для черновых переходов, с учетом сечения резца 32 на 32 мм и глубины резания 3,1, равна 0,655 мм/об для всех черновых переходов. Для чистового перехода 0,11 мм/об с учетом требуемой шероховатости Ra 6,3 мкм [8].

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 [9] параметры в (10) для чернового перехода следующие: $C_v = 340$, стойкость T равна 30 мин, показатели степени $x=0,15$; $y=0,45$; $m=0,2$.

По [15] параметры в (10) для чистового перехода следующие: $C_v = 420$, стойкость T равна 90 мин, показатели степени $x=0,15$; $y=0,2$; $m=0,2$.

Коэффициент условий обработки

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

где K_{mv} - учитывает свойства 38ХА;

K_{pv} – учитывает поверхность;

K_{iv} – учитывает инструментальный материал.

Учет свойств 38ХА

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

где K_{Γ}, n_v – коэффициент и показатель степени.

Для 38ХА, 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_{pv} равен 0,8; для чистовой поверхности – 1.

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

Черновая обработка

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

Для чистовой обработки

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

Первый проход:

$$V = \frac{340}{90^{0,20} \cdot 3,1^{0,15} \cdot 0,655^{0,45}} \cdot 0,52 = 73 \text{ м/мин.}$$

Второй:

$$V = \frac{420}{90^{0,20} \cdot 0,36^{0,15} \cdot 0,11^{0,20}} \cdot 1 = 310 \text{ м/мин.}$$

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:

$$n = \frac{1000 \cdot 73,3}{3,14 \cdot 50} = 467 \text{ мин}^{-1}.$$

Второй проход:

$$n = \frac{1000 \cdot 310}{3,14 \cdot 46} = 2146 \text{ мин}^{-1}.$$

Минутная подача:

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

Первый проход:

$$S_m = 0,655 \cdot 467 = 306 \text{ мм/мин.}$$

Второй проход:

$$S_m = 0,11 \cdot 2146 = 236 \text{ мм/мин.}$$

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 38ХА;

$K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}$ – 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

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot (3,1)^{1,0} \cdot (0,655)^{0,75} \cdot (73,3)^{-0,15} \cdot 0,88 = 3129 \text{ Н.}$$

Тогда мощность резания будет:

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

После подстановки

$$N = \frac{3129 \cdot 73,3}{1020 \cdot 60} = 3,7 \text{ кВт.}$$

Что при паспортной мощности станка 19 кВт при проверке:

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

где $N_{ст}$ - мощность станка, кВт ;

η – коэффициент полезного действия примем 0,9.

Условие соблюдается, значит, обработка возможна.

$$3,7 \leq 19 \cdot 0,9 = 17,1 \text{ кВт.}$$

Для точения резьбы режимы резания получаются расчетом в автоматизированном калькуляторе Sandvick Coromant. Для выбранного инструмента для трапецеидальной резьбы скорость резания составит 144 м/мин при стойкости инструмента 20 мин. Метод нарезания профиля – с боковым врезанием. Частота вращения заготовки будет 998 об/мин. Подача равна шагу резьбы – 3 мм/об. Число проходов при этом будет равно 12. Время машинное составит – 0,97 мин.

Для фрезерования лысок шестигранника глубину резания примем 2 мм. Диаметр фрезы подбирается по ширине фрезерования 50 мм. Подача на зуб 0,044 мм. Для пяти зубьев фрезы подача на оборот будет равна 0,22 мм.

Длина хода вдоль образующей шестигранника равна составляет 72 мм.

Формулы аналогичные для точения, только учитываются еще диаметр фрезы, ширина фрезерования, число зубьев фрезы.

$$V = \frac{12 \cdot 50^{0,3}}{80^{0,26} \cdot 2^{0,3} \cdot 0,044^{0,25} \cdot 20^0 \cdot 5^0} \cdot 0,626 = 135 \text{ м/мин.}$$

Обороты фрезы:

$$n = \frac{1000 \cdot 135}{3,14 \cdot 50} = 860 \text{ об/мин.}$$

Все остальные режимы назначаются упрощенно из [16], и заносятся в операционную карту в приложении Б.

2.9 Нормирование операций

«Общее время на операцию:

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

где T_o – машинное время, мин;

T_v – время вспомогательное, мин;

$T_{об}$ – время обслуживания, мин;

$T_{от}$ – время отдыха, мин» [13].

«Машинное время:

$$T_0 = \frac{l_1 + l_p + l_2}{S_{\text{мин}}}, \quad (21)$$

где l_1 - подвод, мм;

l_p - длина резания, мм;

l_2 - перебеги инструмента, мм;

$S_{\text{мин}}$ - подача» [12].

С учетом схемы снятия припуска (рисунок 4) длина рабочих перемещений равна

$$l_0 = 371 + 2 \cdot 111 + 2 \cdot 32 + 2 \cdot 88 = 833 \text{ м.}$$

Это будет срезание послойное. В формулу включается длина снимаемого слоя, а также перебеги и врезание.

Время общее по переходам:

$$T_0 = \frac{(833 + 7 \cdot 5)}{306} = \frac{868}{306} = 2,84 \text{ мин.}$$

Время по чистовому переходу:

$$T_0 = \frac{(410 + 2 \cdot 5 + 2 \cdot 15)}{236} = \frac{450}{236} = 1,9 \text{ мин.}$$

Резьбонарезание метрическое:

$$T_0 = \frac{5 \cdot 35 + 5 \cdot 5}{2,5 \cdot 1274} = 0,06 \text{ мин.}$$

Для канавки:

$$T_0 = \frac{4 \cdot 6 + 3 \cdot 7 + 6}{236} = 0,22 \text{ мин.}$$

Для трапецеидальной резьбы 12 проходов с подачей 3 мм/об $T_0 = 0,96$ мин.

Общее время обработки на токарной операции составит 5,98 мин.

Время обработки лысок на фрезерной операции будет составлять

$$T_0 = 6 \frac{75 + 15}{860 \cdot 0,22} = 2,85 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время включает время по установке и закреплению заготовки вала-винта в приспособлении, а также снятии 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 $K_{ср}$:

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

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

$T_{з.о.}$ - время закрепления;

$T_{уп}$ - время управления станком;

$T_{из}$ - время контроля, мин;

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

В сумме

$$T_{в} = (0,25 + 0,12 + 0,05 + 0,7) \cdot 1,85 = 2,1 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

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

Сумма основного по переходам 5,98 мин. Тогда

$$T_{оп} = 5,98 + 2,1 = 8,1 \text{ мин.}$$

Время обслуживания:

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

где a – коэффициент обслуживания.

В серийном производстве

$$T_{об} = 8,1 \cdot \frac{6}{100} = 0,48 \text{ мин.}$$

Время личных надобностей:

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

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

$$T_{от} = 8,1 \frac{5}{100} = 0,41 \text{ мин.}$$

Тогда общее время:

$$T_{шт} = 8,1 + 0,48 + 0,41 = 9 \text{ мин.}$$

С учетом подготовительно-заключительного времени по [16] и программы запуска 47 детали (периодичность 6 дней)

$$T_{шт-к} = \frac{20}{47} + 9 = 9,42 \text{ мин.}$$

В результате все данные переносятся на наладку токарной операции. Аналогично на фрезерную операцию

$$T_{шт-к} = \frac{25}{47} + 3,6 = 4,1 \text{ мин.}$$

Все данные также переносятся на технологическую наладку фрезерной операции и в приложение А.

Выводы по разделу

Технологическая часть работы содержит описание технологии изготовления вала-винта. Выполнен выбор типа производства. Для 1000 деталей в год – средне-серийный. Для 38ХА и детали типа вал выбран метод получения – прокат. Спроектирована заготовка. Переходы назначены по обработке на каждую поверхность. Маршрут спроектирован с выбором станков. Для выбранных операций (токарной и фрезерной), рассчитаны режимы и нормы времени.

3 Разработка специальной технологической оснастки

3.1 Проектирование приспособления

В подразделе 2.7 для 010 токарной операции было выбрано технологическое оснащение в виде специализированного наладочного приспособления – токарного самоцентрирующего патрона и поджимного вращающегося центра. Схема базирования, показанная на листе плана изготовления, соответствует схеме установки по осевой линии с упором в торец. В подразделе 2.6 указана структура операции. Обработка производится с трех установов. Это связано с тем, что на данной операции обрабатывается последовательно с двух сторон длинномерная деталь [21].

Расчет тангенциальной силы резания проведен в предыдущем разделе. При необходимости определения остальных составляющих силы резания расчет будет выполнен ниже для стали 38ХА с пределом прочности после заготовительной операции в виде поковки 690 МПа.

010 токарная операция состоит из трех установов и восьми переходов.

Сначала снимается напуск и черновой припуск по протяженной стороне вала-винта. Затем черновой переход с другого установа. После чистового перехода с той же стороны переход по точению канавок. После переустановки переходы по точению канавок, переходы по нарезанию резьбы.

Весь силовой расчет проводится для чернового точения с максимальной глубиной резания 3,1 мм. Это силовой переход с максимальным значением припуска, что приводит к наибольшей силе резания [19].

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

Режимы резания: глубина резания t равна 3,1 мм; подача S 0,655 мм/об, скорость резания V 73 м/мин.

Расчет проведем для двух опорной схемы. Патрон и центр выполняют функцию базирующих элементов, а патрон еще и зажимного элемента.

Для зажима заготовки в рычагах люнета предлагается использовать гидравлический привод.

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

Схема базирования на установке А токарной операции изображена на рисунке 5. На остальных установках этой операции и других операциях она аналогичная.

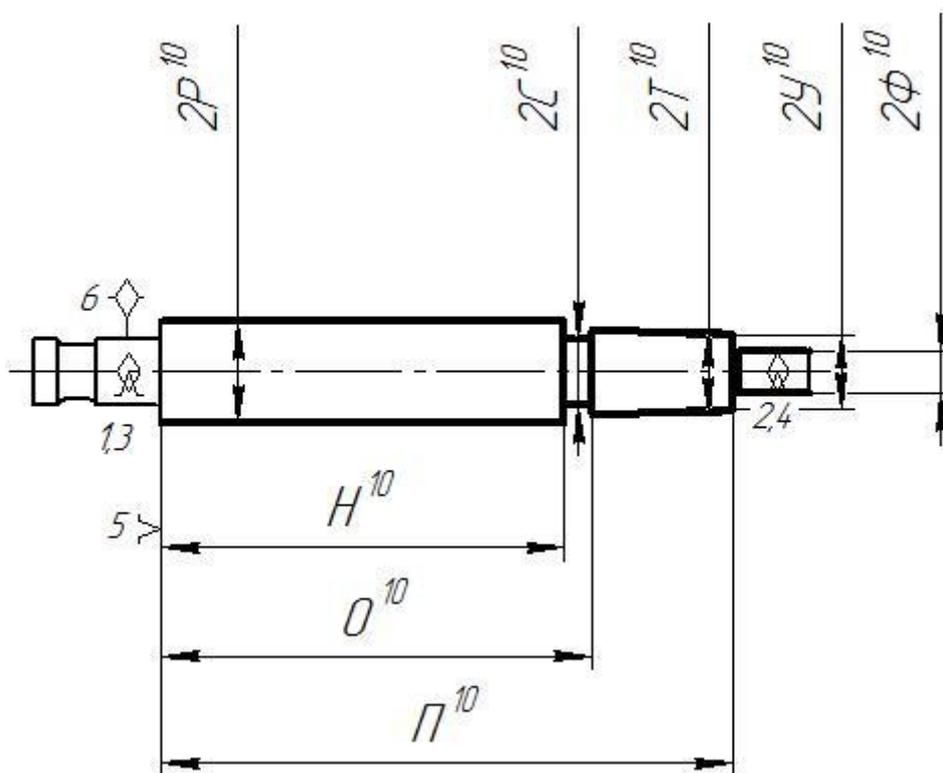


Рисунок 5 -Схема базирования

Расчетная схема составляющих сил резания и сил закрепления дана на рисунке 6.

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

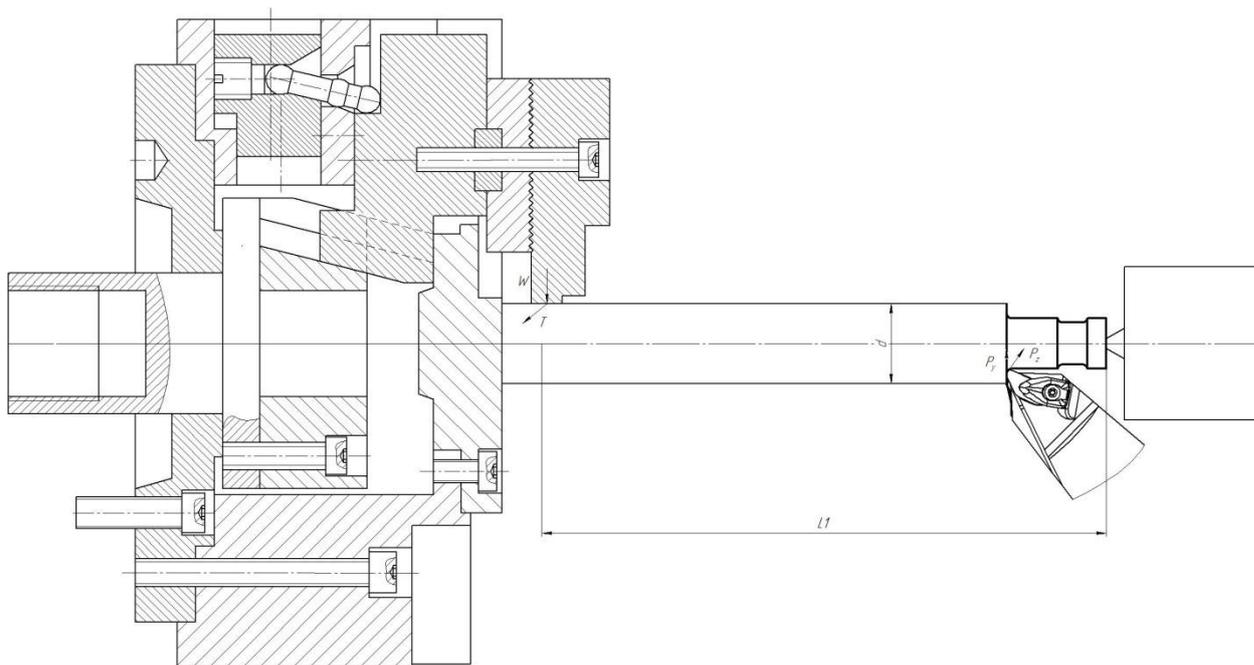


Рисунок 6 -Схема сил резания и зажима

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.

Частично действие поперечной силы компенсируется поджимным центром, который работает на срез.

Для повышения надежности рассчитаем момент резания от поперечной силы на максимальном удалении от патрона, а действие касательной силы учтем на максимальном диаметре. Выберем тот момент, который окажется больше. Недостающие коэффициенты для формулы (26) определяем по формулам (16) и (17) для соответствующей составляющей радиальной силы.

Для радиальной осевой силы параметры уравнения (26) будут 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

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

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

Для черновой обработки t равно 3,1 мм, S будет 0,655 мм/об, v равна 73 м/мин, n составит 440 об\мин, $S_{\text{мин}}$ составит 46 мм/мин.

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot (3,1)^{0,9} \cdot (0,655)^{0,6} \cdot (73)^{-0,3} \cdot 0,31 = 446 \text{ Н.}$$

В приспособлении предполагается использовать три кулачка. Данные кулачки фиксируют заготовку вала-винта по цилиндрической шейке.

Из-за сил зажима возникают силы трения. Эти силы действуют по касательной линии к поверхности базовой шейки вала. На базовом диаметре создают моменты закрепления, противодействующие силам резания.

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.

Действие сил максимальное на наибольшем плече. Момент резания имеет максимальную величину при обработке на самом краю первого перехода, когда диаметр шейки имеет максимальное значение. При этом диаметр обрабатываемой поверхности и базовой шейки одинаковый. Он равен 50 мм. Для радиальной силы плечо действия составляет 390 мм. Плечо противодействия для него равно 15 мм.

В расчете учтем действие трех кулачков.

Сила закрепления заготовки при действии двух составляющих сил резания по схеме рисунка 6

$$W = \frac{k \cdot M_p}{m \cdot f \cdot d_3}, \quad (27)$$

где k – коэффициент безопасности;

M_p – момент резания, Н·м;

m – количество кулачков;

f – коэффициент трения;

d_3 – плечо для расчета момента от силы закрепления, м.

Момент резания может быть

$$M_{p1} = P_Z \cdot l_1, \quad (28)$$

$$M_{p1} = P_Y \cdot l_2, \quad (29)$$

где P_Z – тангенциальная сила резания, Н;

P_Y – радиальная сила резания, Н;

$l_{1,2}$ – плечи для расчета момента от тангенциальной или радиальной сил резания, м;

Для расчета

$$M_{p1} = 3129 \cdot 0,025 = 78,2 \text{ Нм.}$$

$$M_{p2} = 446 \cdot 0,39 = 174 \text{ Нм.}$$

Коэффициент безопасности [1]

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (30)$$

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, $k_2 = 1,1$;

k_3 – коэффициент, учитывает кинематику прерывистого резания.

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

$$W = \frac{2,5 \cdot (78,2 + 174)}{3 \cdot 0,3 \cdot 0,025} = 28016H.$$

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

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{l_k}{H_k} \cdot f_1 \right)}, \quad (31)$$

где W - исходная расчетная сила, Н;

l_k – расстояние от центра кулачка до места действия W , м;

H_k – длина направляющей кулачка, м;

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

С учетом указанных параметров

$$W_1 = \frac{28016}{1 - \left(\frac{100}{155} \cdot 0,1 \right)} = 29964 \text{ Н.}$$

Для клинового механизма усилие на штоке будут с учетом коэффициент усиления [18]

$$Q = W_1 / i_c, \quad (32)$$

где Q – усилие штока, МПа;

i_c – коэффициент усиления.

Для угла 14° принимается конструктивно коэффициент усиления 1,5.
По справочнику ближайшее значение угла 15° .

$$Q = \frac{29964}{1,5} = 19976 \text{ Н.}$$

Определим параметры привода. Диаметр поршня, на который действует давление рабочей среды P , создает силу W_1 . С учетом коэффициента полезного действия [19]

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{\eta \cdot P}}, \quad (33)$$

где P – давление масла, МПа.

Для гидравлики примем $P = 2,5$ МПа.

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{19976}{0,95 \cdot 2,5}} = 103 \text{ мм.}$$

Принимаем по стандарту $D = 120$ мм.

Погрешность базирования вала в кулачках зависит от нескольких посадок. Тяга установлена с зазором в крышке. Крышка базируется в корпусе по отверстию. На тяге установлена клиновья направляющая. Эту посадку можно назначить с натягом. Смещение в ней учитываться не будут. Для самой направляющей три направляющих паза относительно отверстия будут иметь отклонения. Кроме этого, влияет зазор в клиновом пазе с направляющей сменного кулачка. Также влияет допуск на расстояние от направляющей до базирующей шпонки.

В результате, если даже каждый параметр назначить по 0,01 мм и сложить их с учетом вероятностных отклонений, суммарное значение погрешности вала в радиальном направлении составит 0,22 мм, что при

допуске на размер на черновом переходе 0,19 мм не удовлетворяет заданной точности.

В случае протачивания кулачков с фиксацией в кольце после выверки их на заданное положение, погрешность можно принять равной 0,025 мм, как погрешность чистового растачивания.

Приспособление для базирования и закрепления заготовки вала на 010 токарной операции содержит корпус 1, к которому по внутреннему отверстию устанавливается установочная крышка 7. Она служит для крепления патрона на шпиндель станка и крепится к нему при помощи 16. Внутри корпус 1 имеет центральное отверстие, в котором перемещается тяга 8. Она при помощи резьбового отверстия соединяется со штоком привода (не показан). На тяге 8 по посадке с натягом устанавливается направляющая втулка 6. Для фиксации она крепится винтами 14 к тяге 8. По наклонным пазам во втулке 6 перемещаются направляющие постоянных кулачков 4. Они через шпонку 19 винтами 13 соединяются с базовой проставкой 3. По ее поверхности устанавливается на заданный размер сменный кулачок 2. Постоянный кулачок 4 имеет с задней стороны уступ. В него упирается палец 11 с двумя сферическими торцами. Они нужны для постоянного нажима на уступ сменного кулачка 4 и контакта с коническим отверстием противовеса 9. Поджим пальца 11 в упор осуществляется винтом 10. Для защиты трущихся поверхностей патрона корпус закрывается крышкой 5 винтами 12. Крышка 7 к корпусу 1 притягивается длинными винтами 15.

Патрон работает следующим образом. В правую полость гидравлического привода подается давление. Это приводит к перемещению тяги 8 и направляющей втулки 6 влево. При скольжении направляющих постоянного кулачка 4 в пазах втулки 6 перемещаются постоянные кулачки 4 и сменные кулачки 2 к центру заготовки. Происходит ее закрепление. При вращении патрона противовес 9 под действием центробежных сил смещается от центра вращения заготовки. При этом палец 11 поворачивается по часовой стрелке и давит на уступ кулачка 4.

При подаче давления в левую полость гидравлического привода тяга 8 и направляющая втулка 6 смещаются вправо. При скольжении направляющих постоянного кулачка 4 в пазах втулки 6 перемещаются постоянные кулачки 4 и сменные кулачки 2 от центра заготовки. Происходит раскрепление заготовки.

3.2 Проектирование инструмента

На токарной операции 010 на установке В обрабатываются резьбовые поверхности.

Режимы предельные 0,25 мм глубина резания на ход с боковым смещением резца на проходе. Для глубины паза число ходов составит 12.

Скорость резания 144 м/мин.

Заготовка – обработанная начисто цилиндрическая поверхность для стали 38ХА диаметром 46,1 мм.

Спроектируем токарный резец для высокопроизводительного нарезания трапецеидальной резьбы. Элементы инструмента: державка, режущая вставка, элементы крепления (рисунок 7).

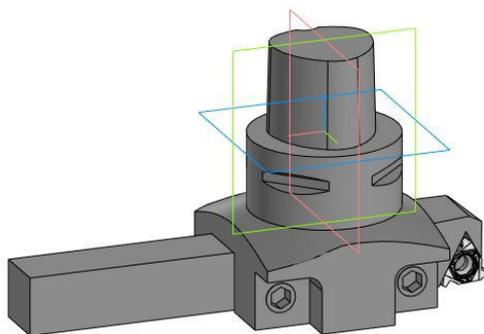


Рисунок 7 – Резьбовой резец

Хвостовик призматический из стали 40ХН после закалки.

В державке в паз устанавливаются сменные режущие пластины. Режущая вставка винтом крепится в паз корпуса.

В случае использования инструментальных головок с цилиндрическими установочными отверстиями используется переходная державка, в которой закрепляется резец.

Обеспечивается оперативная регулировка инструмента, которая повышает точность настройки, снижает количество брака. Сменная пластина изготавливается из сплава T15K6 с покрытием из нитрида титана (NiTi).

Выводы по разделу

В конструкторском разделе разработано станочное приспособление для токарной операции технологического процесса изготовления вала-винта с учетом высокоскоростной обработки (на чистовом переходе 2146 об/мин). Для установки используется патрон и поджимной центр.

Также предлагается инструмент для обработки трапецеидальной резьбы, который дает возможность высокоточной и оперативной регулировки смены резцовых вставок, снижает затраты на инструмент.

4 Экологичность и безопасность проекта

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

На участке по обработке вала винта применяется следующее оборудование: отрезной круглопильный полуавтомат 8А631 для изготовления штучных заготовок из проката; фрезерно-центровальный полуавтомат МР72 для подготовки чистовых баз; токарный центр М60 MILLTURN для точения; консольный вертикально-фрезерный станок 6Р11МФ3-1 для обработки лысок; печь муфельная для термообработки; круглошлифовальный станок 3М150 для окончательной обработки шеек; резьбошлифовальный полуавтомат 5П822 для доводки резьбы. В конце технологии используется моечная машина.

На этих станках применяется разнообразный режущий инструмент.

Для чернового точения применим контурный резец PDINL3232R15 ТУ 2-035-892-82 с твердосплавной вставкой из материалов Т5К10 и Т15К6. Для канавок под выход шлифовального инструмента используется канавочный угловой резец 035-2128-0558 Т14К8 ОСТ 2И10-8-84. Для прямоугольной канавки применим резец прорезной 2120-0519 Р18 ГОСТ 18874-73. Для резьбы резец: метрический 2660-0001 Т15К6 ГОСТ 18885-73; трапецеидальный С4-ASHA-25046-10U с пластиной 266RG-16TR01F300E. 2214-0354 Фреза диаметр 50, z=5 Т15К6 ГОСТ 26595-85. Шлифовальный круг АС6 50/40 25 М2-01 ГОСТ 30352-96 и круг 3 300x40x76 24А F60 N 6 V 35м/с А 1кл. ГОСТ 2424-2008.

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 возникает 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 и зона обработки закрываются или ограждаются 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. Это 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 имеющие повышенные скорости вращения (на шлифовальных операциях). Необходимо активно использовать виброизоляторы и виброопоры под оснастку.

Для комплексной защиты рабочих необходимо обеспечить операторов средствами индивидуальной защиты, включая одежду (комбинезоны), обувь, защитные очки, перчатки.

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, 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. На рабочих станочных операциях применяется комбинированное освещение.

Здание с участком механической обработки по пожарной опасности относится к категории «Д». Для защиты от пожара необходимо наличие устройства сигнализации. На участке предусматриваются стационарные огнетушащие установки, а также огнетушители марок ОХП-10 и УО-5, а также оборудованные пожарные стенды.

Большими пожарами на машиностроительных предприятиях должна заниматься пожарная служба. Маленькие пожары на рабочем месте надо быстро тушить с помощью огнетушителей и стационарных установок.

По усовершенствуемой токарной операции рекомендации следующие. Необходимо обратить внимание на уменьшение концентрации вредных веществ в виде мелкой стружки и паров эмульсии. На данном рабочем месте применяется приточно-вытяжная вентиляция. Для уменьшения воздухообмена в помещении необходимо улавливать вредные вещества в местах их выделения. Для этого токарный станок снабжают местной вытяжной вентиляцией. На этом станке происходит обработка с пылевыведением и отлетанием крупных частиц. Необходимо предусмотреть защитно-обеспылевающие кожухи. Из-за использования современного оборудования режимы обработки форсированы, увеличена скорость резания, что сопровождается увеличением динамических нагрузок на оборудование с возникновением вибраций из-за процесса резания и дисбаланса

быстровращающихся элементов станка. Для уменьшения этих недостатков необходимо тщательно балансировать шпиндельный узел, следить за состоянием элементов привода, а также использовать демпфирующие устройства (в станочном приспособлении и опорах станка). Для нормальной зрительной работы предусматривается местное искусственное освещение. Также предусматривается контроль по соблюдению всех мер безопасности труда, электробезопасности.

Выводы по разделу

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

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. Основываясь на подробном описании технологического процесса из предыдущих разделов бакалаврской работы, на рисунке 8, представлены отличительные особенности сравниваемых вариантов [6].

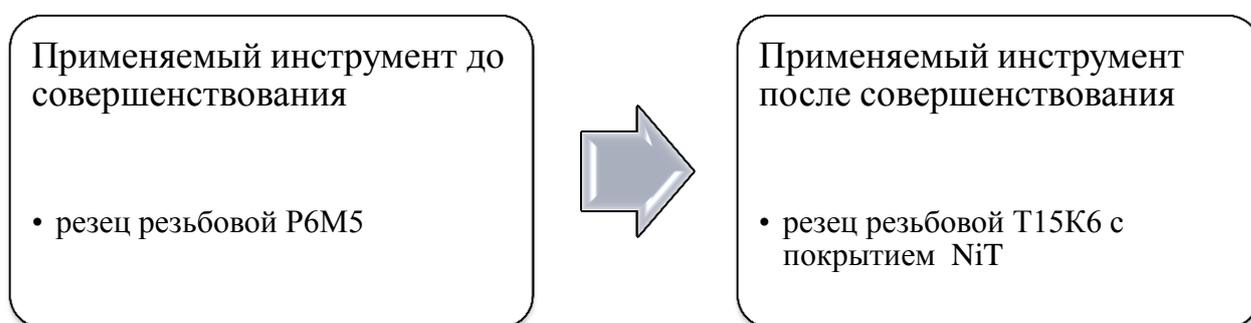


Рисунок 8 – Отличительные особенности сравниваемых вариантов выполнения операции

На рисунке 8 представлены только предлагаемые изменения на токарной 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 9.

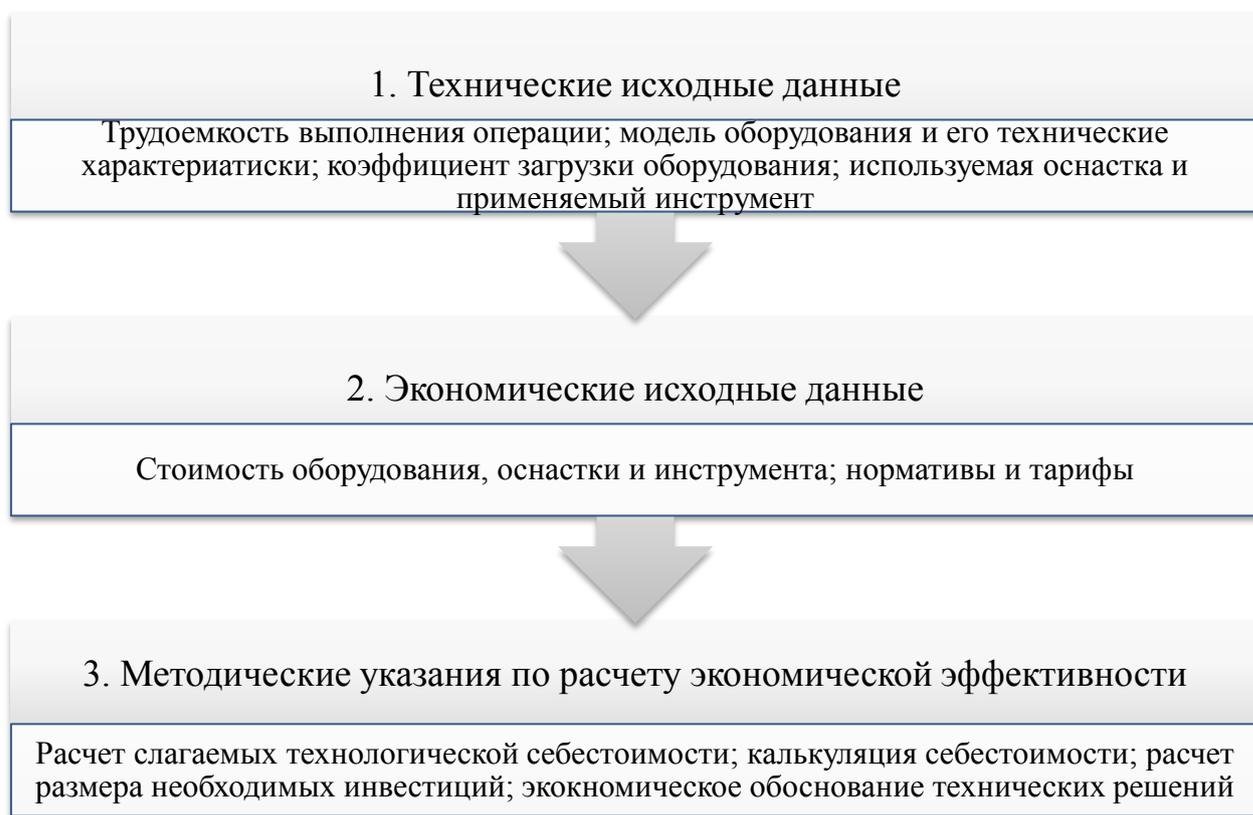


Рисунок 9 – Детальное описание материалов и информации, необходимых для проведения соответствующих экономических расчетов

Информация и материалы, представленные на рисунке 9, 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 10 представлены значения всех слагаемых технологической себестоимости, которая является основой для всех дальнейших расчетов.

Из рисунка 10 видно, что все значения совершенствованного варианта значительно меньше исходного. Такое изменение привело к итоговой разнице между вариантами значения величины технологической себестоимости в размере 2,85 рублей, что составило 3,7%. Максимальное влияние на такой результат оказал такой показатель, как основная заработная плата работников. Его доля в величине технологической себестоимости составляет 43,9% в исходном варианте, и 44,1% – в совершенствованном. Следующий весомый вклад в результат оказала величина – расходы на содержание и эксплуатацию оборудования. Доля этого показателя составила 42,8% и 42,7% соответственно.

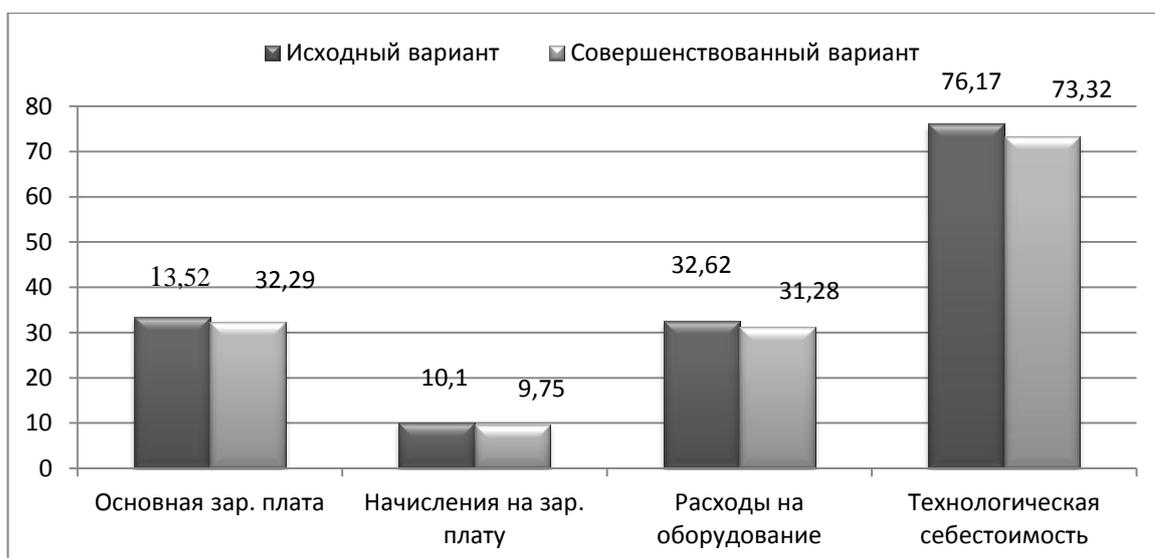


Рисунок 10 – Величина технологической себестоимости выполнения операции и значения ее слагаемых

На рисунке 11 представлены значения итоговых показателей, по которым формируется вывод об эффективности предложенных совершенствований.



Рисунок 11 – Значения итоговых показателей

Учитывая, представленные на рисунке 11 данные, можно сделать вывод об эффективности предлагаемых совершенствований, т. к. экономический эффект в результате расчетов получился положительным.

Заключение

В выпускной работе спроектирована технология изготовления вала-винта зажимного приспособления. 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 и других переходов обеспечивать заданную точность и качество. В технологической части спроектирована для выбранного способа заготовка - прокат.

С учетом напусков и среднесерийного типа производства разработана операционная технология. Для обработки общего контура, канавок, резьбы и конического шестигранника 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 при скоростном точении. Сборный резьбовой резец обеспечивает производительность и точность.

Предлагается список мероприятий по защите охраны труда на участке, меры по обеспечению экологичности.

Эффективность изменений технологической токарной операции путем использования более современной конструкции резца 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. Строителев В. Н. Методы и средства измерений, испытаний и контроля [Текст] : учеб. для вузов / В. Н. Строителев ; [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. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие. Т. 1 / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 547 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. Nee A. Y. Handbook of Manufacturing Engineering and Technology / A. Y. C. Nee – London : Springer Reference, 2015.

Приложение А
Технологические карты

Таблица А.1 - Маршрутная карта

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1													
Дубл.													
Взам.													
Лист.									3				
									1				
Разраб.	Ильиcов А.А.	Вал винт											
Проверил	Расторуев Д.А.												
Утвердил	Логинев Н.Ю.												
Н. контр.	Расторуев Д.А.												
M 01	Круг 50 ГОСТ 2590-88 / Сталь 38ХА ГОСТ 4543-71												
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД	МЗ			
M 02		кз	4.1	1	5,8	0,82	Круг	67	1				
А	Цех Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции			Обозначение документа						
Б	Код, наименование оборудования		СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тшт.	
A03	000 2171 Заготовительная (прокат)												
B04	Молот М1340А												
A05	010 4269 Фрезерно-центровальная												
B06	Фрезерный станок (обрабатывающий центр) ИР320ПМФ4												
A07	07	2	015	4114	Токарная		ИОТ Т5, С6						
B08	M60 MILLTURN												
A09	020 4261 Вертикально-фрезерная												
B10	Консольный вертикально-фрезерный станок 6Р11МФ3-1												
A11	07	2	025	4114	Токарная		ИОТ Т5, С6						
B12	EтcoTurn332MC												
A13	030 5030 Закалка												
B14													
A15	07	2	035	Круглошлифовальная							1	1	1
B16	Круглошлифовальный станок 3М150												
МК	Маршрутная карта												

Продолжение Приложения А

Таблица А.2 – Операционная карта

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл. Взам. Тисл.		И		3		1	
Разраб. Ильясов А.А.							
Проверил Расторгуев Д.А.							
Утвердил Логинов Н.Ю.							
Н. контр. Расторгуев Д.А.							
Наименование операции		Материал		Вал винт		Профиль и размеры	
Точарная		Сталь 38ХА ГОСТ 4543-71		ТВ		67	
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		МД		МЗ	
Токарный центр M60 MILL TURN				4,1			
Р		ПИ		Л		S	
		Д или В		L		n	
		t		i		V	
T01	Центр 7032-0020 ГОСТ 13214-79						
T02							
T03	Патрон 7102-0059 ГОСТ 24351-80						
O04	1. Установить и закрепить вал.						
O05	2. Точить наружную поверхность начерно					0,66	
T06	PDINL3232P15 Резец T5K10 TY 2-035-892-82						
P07				29	90	3,2	1
						0,655	467
O08	3. Раскрепить деталь, переустановить и закрепить.						73
O09	4. Точить наружную поверхность начерно						0,66
T10	PDINL3232P15 Резец T5K10 TY 2-035-892-82						
P11				47	320	3,2	1
						0,655	467
O12	5. Точить наружную поверхность начисто						1,6
T13	PDINL3232P15 Резец T15K6 TY 2-035-892-82						
OK	Операционная карта						

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

		ГОСТ 3.1404-86 Форма										
Дубл.	Взам.											
Тлоол.												
		П	П	П	П	П	П	П	П	П	П	П
		PI	D или B	L	t	l	s	n				
P												2
P01		46	320	0,36	1	0,11		2146	310			
O02	6. Точить канавку											
T03	035-2128-0558 Резец Т14К8 ОСТ 2И10-8-84											
P04		-		2	1							
O05	7. Раскрепить деталь, переустановить и закрепить.											
O06	8. Точить наружную поверхность начисто											
T07	PDINL3232P15 Резец Т15К6 ТУ 2-035-892-82											
P08		-	28	90	0,36	1	0,11	2146	310			
O09	9. Точить канавку											
T10	035-2128-0558 Резец Т14К8 ОСТ 2И10-8-84											
P11		-		2	1							
O12	10. Нарезать резьбу трапецидальную											
T13	Резец сборный Т15К6											
P14		-	46	205	0,33	12	3	998	144			
O15	11. Нарезать резьбу метрическую											
T16	2660-0005 Резец Т15К6 ГОСТ 18885-73											
P17		-	20	40	0,5	5	2,5	1274	155			
O18	12. Раскрепить заготовку											
OK	Операционная карта											

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

ГОСТ 3.1105-84 Форме		4		010	
Дубл.					
Езам.					
ТЮсл.					
КЭ	Карта эскизов				

Приложение Б

Спецификация приспособления

Таблица Б.1 – Спецификация приспособления

Лист примен.		Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						<i>Документация</i>			
		A1			22.ВКР.ОТМП.7.65.00.000.СБ	Сборочный чертеж			
						<i>Детали</i>			
			1		22.ВКР.ОТМП.7.65.00.001	Корпус	1		
			2		22.ВКР.ОТМП.7.65.00.002	Кулачок сменный	3		
			3		22.ВКР.ОТМП.7.65.00.003	Вставка промежуточная	3		
			4		22.ВКР.ОТМП.7.65.00.004	Кулачок постоянный	3		
			5		22.ВКР.ОТМП.7.65.00.005	Крышка	1		
			6		22.ВКР.ОТМП.7.65.00.006	Центровик	1		
			7		22.ВКР.ОТМП.7.65.00.007	Крышка	1		
			8		22.ВКР.ОТМП.7.65.00.008	Тяга	1		
			9		22.ВКР.ОТМП.7.65.00.009	Баланс	3		
			10		22.ВКР.ОТМП.7.65.00.010	Винт стопор	3		
			11		22.ВКР.ОТМП.7.65.00.011	Рычаг	3		
						<i>Стандартные изделия</i>			
			12			Винт 2 М12 х 0,5-6г х 23,58.35Х01 ГОСТ Р 11738-84	3		
			13			Винт 2 М12 х 0,75-6г х 78,58.35Х01 ГОСТ Р 11738-84	3		
			14			Винт 2 М14 х 0,5-6г х 52,58.35Х01 ГОСТ Р 11738-84	3		
			15			Винт 2 М14 х 1-6г х 62,58.35Х01 ГОСТ Р 11738-84	3		
		22.ВКР.ОТМП.7.65.00.000.СП							
		Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
		Разраб.		Ильясов А.А.					
		Проб.		Распорцев В.А.					
		Н.контр.		Распорцев В.А.					
		Утв.		Логинов Н.Ю.					
		Патрон зажимной					Лист	Лист	Листов
								1	2
							ТГУ ИМ ТМБд-1702а		
		Копировал					Формат А4		

Приложение В

Спецификация инструмента

Таблица В.1 – Спецификация приспособления

		Формат	Знак	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
		Знак						
Перв. примен.						<i>Документация</i>		
	A1				<i>22.ВКР.ОТМП.7.70.00.000.СБ</i>	<i>Сборочный чертёж. Сборочный чертёж</i>		
						<i>Сборочные единицы</i>		
Справ. №				1	<i>22.ВКР.ОТМП.7.70.01.000.СБ</i>	<i>Резец резьбовой</i>	1	
				2	<i>22.ВКР.ОТМП.7.70.02.000.СБ</i>	<i>Державка</i>	1	
						<i>Детали</i>		
Подп. и дата				3	<i>22.ВКР.ОТМП.7.70.00.003</i>	<i>Винт фиксатор</i>	2	
Взам инв. №								
Подп. и дата								
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<i>22.ВКР.ОТМП.7.70.00.000.СП</i>		
	Разраб.	Ильясов А.А.				Лит.	Лист	Листов
	Проб.	Расторгуев Д.А.						1
	Н.контр.	Расторгуев Д.А.				<i>Резцовый блок</i>		
	Учб.	Логинов Н.Ю.				<i>ТГУ, ИМ ТМд-1702а</i>		
						<i>Копировал</i>		
						<i>Формат А4</i>		