

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой _____ А.В.Бобровский

«___» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы
(уровень бакалавра)

направление подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных произ-
водств»

профиль «Технология машиностроения»

Студент Яльмеев Ленар Наилевич гр. ТМбз-1101

1. Тема Технологический процесс изготовления зенкера специального.

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «___» _____ 2016 г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе 1. Чертеж детали; 2. Годовая программа выпуска - 10000 дет/год; 3. Режим работы – двухсменный.

4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 40-60 с.)

Титульный лист.

Задание. Аннотация. Содержание.

Введение, цель работы

1) Описание исходных данных

2) Технологическая часть работы

3) Проектирование станочного и контрольного приспособлений

4) Безопасность и экологичность технического объекта

5) Экономическая эффективность работы

Заключение. Список используемой литературы.

Приложения: технологическая документация

5. Ориентировочный перечень графического материала (6-7 листов формата А1)

1) Деталь (с изменениями) 0,5 – 1

2) Заготовка 0,25 – 1

3) План обработки 1 – 2

4) Технологические наладки 1 – 2

- 5) *Приспособление станочное* 1 – 1,5
 6) *Приспособление контрольное* 0,5 – 1
 7) *Презентация* 0,5 – 1

6. Консультанты по разделам

7. Дата выдачи задания « ____ » марта 2016 г.

Руководитель выпускной квалификационной работы	_____ (подпись)	_____ (И.О. Фамилия)
Задание принял к исполнению	_____ (подпись)	_____ (И.О. Фамилия)

Аннотация

УДК 621.17.01

Яльмеев Ленар Наилевич

Технологический процесс изготовления зенкера специального.

Тольяттинский государственный университет, 2016.

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства».

Выпускная квалификационная работа (уровень бакалавра).

В данной работе спроектирован технологический процесс изготовления зенкера специального в условиях среднесерийного типа производства.

Ключевые слова: заготовка, технологический маршрут, станок, припуск, штучное время, операционная карта.

В первом разделе работы проведен анализ исходных данных для проектирования, выявлены недостатки и пути их устранения, оценена технологичность детали при изготовлении.

По результатам анализа, в технологической части работы, предложено:

- применение нового технологического процесса изготовления детали в условиях серийного производства;
- получение заготовки из проката, с припусками, рассчитанными аналитическим методом;
- применение высокопроизводительного оборудования, оснастки, инструмента

В третьем разделе спроектировано приспособление для контроля для контроля биения с помощью контрольного блока Mitutoyo 542-923A и патрон поводковый с центром для токарной операции.

В четвертом и пятом разделе данной работы разработаны мероприятия по безопасности и экологичности технического объекта и рассчитана экономическая эффективность работы, в сравнении с базовым вариантом.

Работа содержит: пояснительную записку в размере 81 страницы, содержащей 23 таблицы, 4 рисунка, и графическую часть, состоящую из 7 листов.

Содержание

Введение, цель работы	7
1 Описание исходных данных	8
1.1 Анализ служебного назначения детали	8
1.2 Анализ технологичности конструкции детали	11
1.3 Анализ базового варианта техпроцесса.....	15
1.4 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса.....	17
2 Технологическая часть работы.....	20
2.1 Выбор типа производства	20
2.2 Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки.....	20
2.3 Обоснование выбора методов обработки поверхностей.....	26
2.4 Определение припуска и проектирование заготовки	28
2.5 Разработка нового технологического маршрута	36
2.6 Выбор средств технологического оснащения.....	39
2.7 Проектировать технологических операций	43
3 Проектирование станочного и контрольного приспособлений.....	57
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	57
3.2 Проектирование контрольного приспособления.....	62
4 Безопасность и экологичность технического объекта	64
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта	64
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков	66
4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.....	67
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов).....	67
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта	70

4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»	72
5 Экономическая эффективность работы.....	73
Заключение.....	78
Список используемой литературы.....	79
Приложения.....	81

Введение, цель работы

Машиностроение является одной из главнейших отраслей отечественной промышленности. Данная отрасль, влияет на множество сфер хозяйственной деятельности и является показателем научно-технического развития страны. На производственных мощностях машиностроительных предприятий задействовано огромное количество работников, что делает данную отрасль еще и социально значимой.

На рынке готового продукта идет постоянная борьба за покупателя, чем более высоки качество и эксплуатационные характеристики изделия и меньше его себестоимость изготовления, тем более конкурентноспособно предприятие на рынке. Для достижения данных целей, необходима постоянная оптимизация технологических процессов, своевременная модернизация производственных мощностей, внедрение в производство последних новинок в области машиностроения.

Однако, на данный момент времени машиностроительная отрасль переживает спад, что значительно снижает количество инвестиций в производство, предприятия стараются достичь повышения производительности и качества готового изделия за счет внутренних резервов, т.е. оптимизации техпроцесса, логистики, сокращение всевозможных издержек, активно применяется практика дозагрузки производственных мощностей предприятия изготовлением непрофильной продукции.

Таким образом, целью ВКР является разработка нового технологического процесса изготовления детали «Зенкер специальный», для условий среднесерийного типа производства, повышение качества, снижение себестоимости изготовления детали .

1 Описание исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения детали

1.1.1 Описание конструкции узла, в который входит деталь

Для подтверждения правильности предъявленных к детали требований по точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей, проведем анализ служебного назначения детали.

Деталь «Зенкер специальный» предназначен для обработки отверстия диаметром 34,5 мм, деталь устанавливается в шпиндельном узле расточного станка.

На рисунке 1.1 приведен фрагмент узла, в который входит данная деталь.

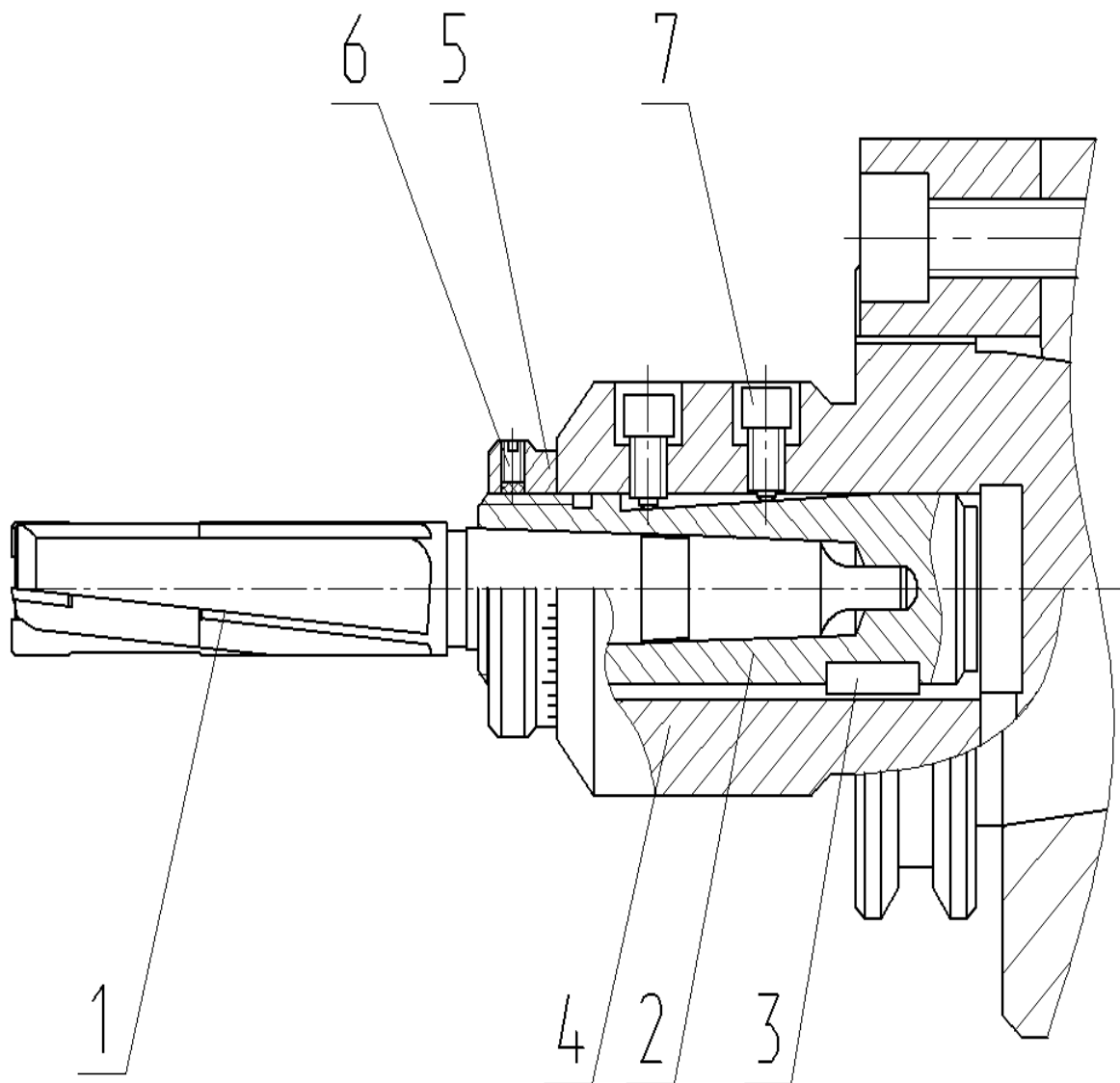


Рисунок 1.1 - Фрагмент узла расточного станка

Зенкер 1 (рисунок 1.1), устанавливается в промежуточной оправке 2, которая, в свою очередь, на шпонке 3 устанавливается в оправке 4. Оправка 2 регулируется с помощью гайки 5, которая фиксируется винтом 6. Винтами 7 промежуточная оправка 2 фиксируется в оправке 4.

1.1.2 Анализ материала детали

Зенкер является сборным – корпус с режущими пластинами, соединяется с помощью пайки. К изделию предъявляются высокие требования к точности изготовления и к свойствам материала.

Материал зенкера - конструкционная легированная сталь 19ХГН ГОСТ 1414-75.

Химический состав и физико-механические свойства стали представлены в таблицах 1.1. и 1.2.

Таблица 1.1 - Химический состав стали 19ХГН ГОСТ 1414-75

Элемент в %	С	S	P	Cr	Mn	Ni	Si
		Не более					
Содержание	0.16-0.21	0.035	0.035	0,8- 1,1	0.7- 1,1	0.8- 1,1	0.17- 0.37

Таблица 1.2 - Физико-механические свойства стали 19ХГН ГОСТ 1414-75

Состояние поставки. режим термообработки	Сечение, мм	σ_T	σ_B	δ_5	ψ	KCU	НВ
		МПа	МПа	%	%	Дж/см ²	Не более
Закалка 870°С, масло, Отпуск 150 - 180°С, воздух	-	930	1180- 1520	7	60	69	217

Согласно таблицам 1.1 и 1.2 химсостав и мехсвойства стали 19ХГН соответствуют служебному назначению изготавливаемой из нее детали.

Режущая пластина выполнена из металлокерамического вольфрамкобаль-

тогового твердого сплава ВК6 ГОСТ 3882-74.

В таблице 1.3 приведена массовая доля основных компонентов в смеси порошков сплава ВК6.

В таблице 1.4 приведены физико-механические свойства твердого сплава ВК6.

Таблица 1.3 - Массовая доля основных компонентов в смеси порошков твердого сплава ВК6

Элемент в %	WC	TiC	TaC	Co
Содержание	94	-	-	6

Таблица 1.4 - Физико-механические свойства твердого сплава ВК6

σ	ρ	λ	E	HRA
МПа	г/см ³	Вт/(м·°C)	ГПа	
1550	88.5	15	62.8	633

Согласно таблицам 1.3 и 1.4 состав компонентов в смеси порошков и физико-механические свойства твердого сплава ВК6 вполне соответствуют служебному назначению изготавливаемой из нее детали.

1.1.3 Классификация поверхностей детали по служебному назначению

Выполним систематизацию поверхностей детали (рисунок 1.2), результаты сведем в таблицу 1.5.

В зависимости от служебного назначения нумеруем все обрабатываемые поверхности детали на чертеже (однотипные поверхности, нумеруются однократно).

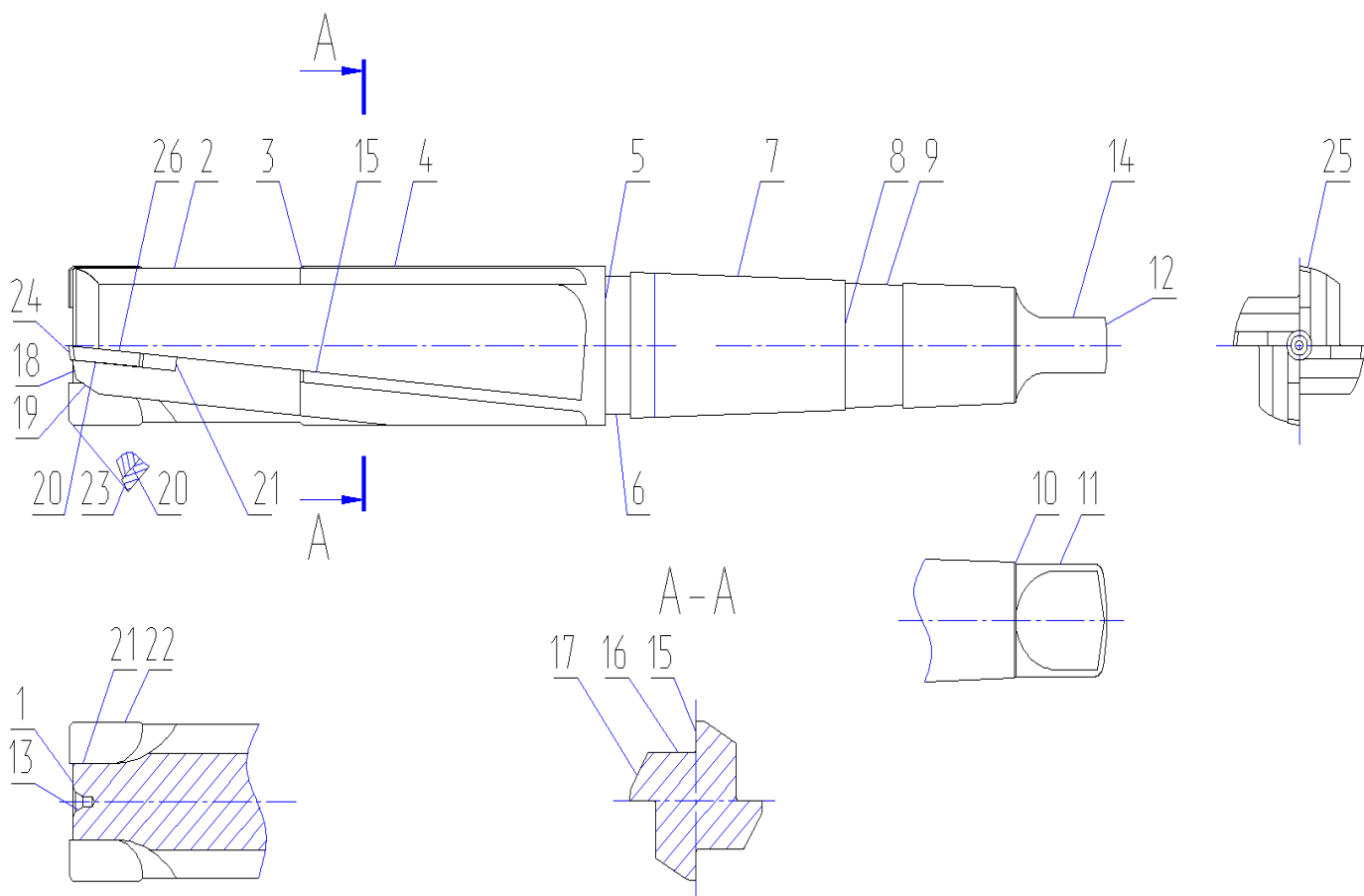


Рисунок 1.2 - Систематизация поверхностей детали «Зенкер»

Таблица 1.5 - Систематизация поверхностей детали

N	Вид	Номера поверхностей
1	Исполнительные поверхности	4,22,23,24,25,26,15
2	База: основная конструкторская	7
3	База: вспомогательная конструкторская	20,21,14
4	Свободные поверхности	Остальные

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Проведем анализ детали на технологичность, включающий в себя количественный и качественный анализ технологичности.

1.2.1 Количественный анализ технологичности

1.2.1.1 Коэффициент, учитывающий унификацию поверхностей:

$$K_y = n_y / \Sigma n, \quad (1.1)$$

где n_y - число поверхностей унификации;

Σn – общая сумма поверхностей.

$$K_y = 1$$

1.2.1.2 Коэффициент, учитывающий шероховатость поверхностей:

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{cp}}, \quad (1.2)$$

где B_{cp} - среднее значение параметра;

$$B_{cp} = \frac{\Sigma B_{ni}}{\Sigma n_i}, \quad (1.3)$$

где B_{ni} – число шероховатости поверхности;

Σn_i – число поверхностей данного значения шероховатости.

Подставив значения, с чертежа детали в формулу (1.3) и (1.2) получим:

$$B_{cp} = (3 \cdot 0,32 + 3 \cdot 0,63 + 1 \cdot 1,25 + 19 \cdot 3,2) / 26 = 2,50 \text{ мкм}$$

$$K_{ш} = 1 / 2,50 = 0,4.$$

Видим, что по данному показателю деталь не технологична, т.к коэффициент шероховатости получился больше, чем предельное его значение $K_{ш} = 0,4 < 0,32$. Однако, исходя из того, что минимальное значения шероховатости можно получить на шлифовальных станках нормально точности, а шероховатость свободных поверхностей можно получить одно- или двукратной обработкой без последующего шлифования, принимаем что по показателям шероховатости деталь – технологична.

1.2.1.3. Коэффициент точности поверхностей, определяется по формуле:

$$K_T = 1 - \frac{1}{A_{cp}}, \quad (1.4)$$

где A_{cp} - средняя точность;

$$A_{cp} = \frac{\sum A_{ni}}{\sum n_i}, \quad (1.5)$$

где A_{ni} – числовое значение точности;

$\sum n_i$ – число поверхностей точности.

Подставив значения, с чертежа детали в формулу (1.4) и (1.5) получим:

$$A_{cp} = (1 \cdot 7 + 2 \cdot 8 + 10 \cdot 11 + 13 \cdot 14) / 26 = 12,1;$$

$$K_T = 1 - 1/12,1 = 0,92.$$

Деталь технологична, т.к. $K_T = 0,92 > 0,85$.

1.2.2 Качественный анализ технологичности

Оценку технологичности заданной детали проведем, с целью, выявления возможности снижения себестоимости изготовления детали, путем совершенствования ее конструкции.

1.2.2.1 Технологичность заготовки

Корпус зенкера изготавливается из стали 19ХГН ГОСТ 1414-75 методом горячей объемной штамповки, из проката или профильного проката. Конфигурация наружного контура детали не вызывают значительных трудностей при получении заготовки и считать ее технологичной.

Пластина зенкера изготавливается из твердого сплава ВК6 ГОСТ 3882-74 (покупное изделие), технологичность не рассматриваем.

1.2.2.2 Технологичность конструкции детали в целом

На чертеже детали «Зенкер» присутствует вся необходимая для ее изготовления информация. Представление о конфигурации детали, точности, чистоте поверхностей и отклонения от правильности геометрических форм детали исчерпывающие. Все необходимые для проектирования размеры - присутствуют.

Все поверхности имеют удобный доступ для обработки на обычных универсальных станках с помощью стандартного режущего инструмента и не требует специальных СТО для обработки и транспортировки детали. Возможно, широко использовать механизацию и автоматизацию при ее установке заготовки, обработке и ее транспортировке.

Все поверхности имеют удобный доступ для обработки и контроля.

Следовательно, по общей конфигурации детали ее можно считать технологичной.

1.2.2.3 Технологичность базирования и закрепления

При базировании детали необходимо выполнения двух условий: совпадения измерительной и технологической баз и постоянство баз при обработке.

В качестве черновых баз на центrovально-подрезной операции возможно использовать наружный диаметр проката пов. 4 и торец 1.

В качестве баз при дальнейшей токарной и шлифовальной обработке необходимо использовать центровые отверстия 13.

В качестве баз при фрезерной обработке лапки, пов. 14 необходимо использовать поверхности 4,7 с торцем 12.

При фрезеровании в качестве баз используем центровые отверстия 13.

В качестве баз при заточной обработке необходимо использовать базовую поверхность конуса, пов. 7.

На большинстве операций в качестве технологических баз можно использовать измерительные базы. Базовые поверхности имеют высокую точность и малую шероховатость, что обеспечивает точность и шероховатость обработанных поверхностей.

Деталь технологична, с точки зрения базирования и закрепления.

1.2.2.4 Технологичность обрабатываемых поверхностей

Максимальное значение качества, степени точности и шероховатости поверхности детали, соответствуют ее служебному назначению:

- качество: IT7 – на пов. 7;
- шероховатость: Ra 0,32 мкм на пов. 26,24,22;
- биение 0,025 мм пов. 22 относительно пов. 7.

Для нормальной работы детали необходимо обеспечить получение заданных чертежом параметров, т.к. они являются оптимальными, соответствуют ее служебному назначению и определяются требованиями работоспособности всего узла. Завышение данных параметров приведет к увеличению стоимости изготовления детали, а занижение оптимальных параметров приведет к снижению работоспособности детали и к возможному выходу из строя всего узла.

Протяженность поверхностей и их параметры определяются компоновкой самого узла, элементом которого является деталь. Деталь технологична.

1.3 Анализ базового варианта техпроцесса

Рассмотрим базовый технологический процесс, выявим его недостатки и наметим пути их устранения.

1.3.1 Технологический маршрут базового техпроцесса

Порядок и содержание операций базового маршрута приведены в таблице 1.6.

Таблица 1.6 - Характеристика базового техпроцесса

Операция		Средства технического оснащения			Тшт, час
№оп	Наименование операции	Оборудование	Приспособле- ние	Инструмент (материал режущей части)	
1	2	3	4	5	6
005	Заготовительная				0,20
010	Токарная	Токарно- винторезный 16К20	Патрон 3-х ку- лачковый	Резец подрезной Т5К10 Сверло центровочное Р6М5К5	0,16
015	Токарная (черновая)	Токарно- винторезный 16К20	Патрон повод- ковый с цен- тром. Центр вращаю- щийся	Резец проходной Т5К10 Резец подрезной Т5К10 Резец канавочный Т5К10	0,86
020	Токарная (чистовая)	Токарно- винторезный 16К20	Патрон повод- ковый с цен- тром. Центр вращаю- щийся	Резец проходной Т15К6 Резец подрезной Т15К6 Резец канавочный Т15К6	0,72
025	Слесарная (разметочная)				
030	Фрезерная	Горизонтально- фрезерный 6Р83Ш	Приспособление специальное	Фреза дисковая профильная Р6М5К5	0,22
035	Фрезерная	Горизонтально- фрезерный 6Р83Ш	Приспособление специальное	Фреза дисковая Р6М5	0,45
040	Фрезерная	Вертикально- фрезерный 6Р11	Приспособление специальное	Фреза концевая Р6М5	0,24
045	Фрезерная	Вертикально- фрезерный 6Р11	Приспособление специальное	Фреза пазовая Р6М5	0,24
050	Слесарная			Напильник, шлифшкурка	0,12
055	Контрольная				0,08
060	Термическая (закалка)				
065	Слесарная (пайка)				0,12
070	Токарная (правка центров)	Токарно- винторезный 16К20	Патрон 3-х ку- лачковый	Сверло центровочное Р6М5К5	0,1
075	Круглошлифо- вальная	Круглош- лифовальный станок 3М151	Патрон повод- ковый с цен- тром. Центр упорный	Шлифовальный круг	0,38
080	Круглошлифо- вальная	Круглош- лифовальный станок 3М151	Патрон повод- ковый с цен- тром. Центр упорный	Шлифовальный круг	0,29

Продолжение таблицы 1.6

1	2	3	4	5	6
085	Заточная	Универсально-заточной ЗБ642	Патрон цанговый	Шлифовальный круг	0,25
090	Заточная	Универсально-заточной ЗА64Д	Патрон цанговый	Шлифовальный круг	0,32
095	Заточная	Универсально-заточной ЗА64Д	Патрон цанговый	Шлифовальный круг	0,28
100	Моечная				0,04
105	Контрольная				0,08
110	Маркировочная				0,05
050	Моечная	КММ			0,1
055	Контрольная				
060	Термическая				
065	Токарная	Токарно-винторезный 16К20	Патрон 3-х кулачковый	Сверло центровочное	0,12

1.4 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса

1.4.1 Недостатки базового ТП

Недостатки базового ТП: используемое оборудование, оснастка не достаточно производительны и пригодны лишь для использования в единичном и мелкосерийном производстве.

Факторы мешающие росту производительности и снижению себестоимости в базовом технологическом процессе:

Недостатки базового техпроцесса обнаруженные в результате анализа:

1. Неоптимальное универсальное оборудование, инструмент, универсальные станочные приспособления;
2. Повышенное штучно-калькуляционное время на токарных операциях вследствие завышенного припуска, низких режимов резания, старого оборудования;
3. Неоптимальная структура на фрезерных операциях: последовательность и содержание переходов веден к повышению трудоемкости;
4. Центровые отверстия обрабатываются на токарной операции, а не на цен-

тровочно-подрезной, что обеспечит большую точность;

5. центра правят на токарной операции, а не на центрошлифовальной;

6. большое время тратится на слесарную операцию по разметке стружечных канавок и пазов;

7. большое штучное время на операциях при применении станочно-технологической оснастки универсального типа;

8. большое время контроля на контрольных операциях вследствие применения универсальных низкопроизводительных контрольных инструментов и приспособлений.

1.4.2 Задачи работы, мероприятия по совершенствованию техпроцесса

На основе проведенного анализа базового ТП, сформулируем задачи ВКР и пути совершенствования ТП:

1. Применить для изготовления детали, в условиях среднесерийного производства, высокопроизводительные станки (станки с ЧПУ или полуавтоматы), специальную и специализированную высокопроизводительную оснастку с гидро- и пневмоприводом, высокопроизводительный инструмент с износостойкими покрытиями. Применение станков с ЧПУ исключит разметочные операции;

2. Рассчитать припуск на обработку аналитическим методом, в качестве заготовки принять прокат;

3. Оптимизировать структуру фрезерных операций. При применении фрезерных станков с ЧПУ обработку стружечных канавок и скосов возможно выполнять на одной операции, с поворотом детали в автоматическом режиме;

4. Центровые отверстия обработать на центровочно-подрезной операции, что обеспечит большую точность и снизит штучное время;

5. После термообработки центра править на центрошлифовальной операции, что обеспечит гораздо большую их точность;

6. Вместо слесарной операции, выполняемой вручную, применим электрохимическое удаление заусенцев;

7. Оптимизировать структуру остальных операций с целью максимальной концентрации переходов, снижения трудоемкости и себестоимости;

8. Спроектировать оснастку на 015 токарную операцию;
 9. Спроектировать контрольное приспособление с высокоточным электронным индикатором;
 10. Определить возможность возникновения опасных и вредных факторов, принять меры по их устранению или защите от их действия;
 11. Определить экономическую эффективность проведенных изменений.
- Реализации поставленных задач посвящены последующие разделы данной работы.

2 Технологическая часть работы

2.1 Выбор типа производства

Исходя из типа производства, определим подходы к выбору организации технологического процесса, виду заготовки, назначению припусков.

Тип производства определим упрощенно в зависимости от массы детали и программы выпуска. При массе детали 1,6 кг и годовой программе выпуска $N_T = 10000$ шт/год тип производства - среднесерийное [9, с. 17].

Следовательно, исходя из годовой программы выпуска и номенклатуры выпускаемых деталей, форма организации ТП – будет поточная или переменная – поточная.

Для разработки технологического процесса в условиях среднесерийного типа производства будем использовать универсальное и специальное оборудование, станки-автоматы, механизированную оснастку, специальный режущий и мерительный инструмент, оборудование будем размещать по ходу технологического процесса.

2.2 Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки

2.2.1 Выбор вариантов исходной заготовки

Исходя из физико-технологических свойств стали 19ХГН, конфигурации и размеров детали в качестве заготовки можно принять: штамповку или прокат.

Определим параметры исходных заготовок.

Масса штамповки $M_{ш}$, кг, ориентировочно определяется по формуле [8, с. 23]:

$$M_{ш} = M_d \cdot K_p, \quad (2.1)$$

где M_d – масса детали, кг;

K_p – расчетный коэффициент, зависящий от формы детали и устанавливаемый по [8, с. 23], Для данной детали примем $K_p = 1,45$.

Подставим имеющиеся данные в формулу (2.1), получим:

$$M_{ш} = 1,6 \cdot 1,45 = 2,32 \text{ кг.}$$

По ГОСТ 7505-89 [8] определим основные параметры заготовки:

- штамповочное оборудование: КГШП;
- нагрев заготовки: индукционный;
- класс точности – Т3 [8, с.28];
- группа стали – М2 [8, с.8];
- степень сложности – С1 [8, с. 29].

Массу заготовки из определяем проката $M_{пр}$, кг, по формуле:

$$M_{пр} = V \cdot \rho , \quad (2.2)$$

где V – объем проката, мм^3 ;

ρ - плотность стали, $\text{кг}/\text{мм}^3$.

Форма заготовки из сортового проката для детали – тела вращения представляет цилиндр, с диаметром $d_{пр}$, мм и длиной $l_{пр}$, мм, определяемыми по формулам [11, с. 23]:

$$d_{пр} = d_{д}^{\max} \cdot 1,05 , \quad (2.3)$$

$$l_{пр} = l_{д}^{\max} \cdot 1,05 \quad (2.4)$$

где $d_{д}^{\max}$ – наибольший диаметр детали, мм;

$l_{д}^{\max}$ – наибольшая длина детали, мм.

Подставим исходные данные в формулу (2.3) и (2.4), получим:

$$d_{пр} = 34,5 \cdot 1,05 = 36,2 \text{ мм.}$$

$$l_{пр} = 270 \cdot 1,05 = 283,5 \text{ мм.}$$

Принимаем стандартное большее значение $d_{\text{пр}} = 37$ мм и $l_{\text{пр}} = 283,5$ мм.

Объем цилиндрических элементов заготовок V , мм³, определяется по формуле [11, с. 24]:

$$V = \pi \cdot d^2 \cdot l / 4, \quad (2.5)$$

где d - диаметр, мм и l -длина, мм., каждого элемента.

Произведем расчет объема заготовки, подставив определенные значения в формулу (2.5):

$$V = 3,14 \cdot 37^2 \cdot 283,5 / 4 = 304668 \text{ мм}^3.$$

Тогда массу заготовки из круглого проката, определим по формуле (2.2):

$$M_{\text{пр}} = 304668 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 2,39 \text{ кг}.$$

По этим данным заготовки выбираем прокат:

$$\text{Круг} \frac{37 - \text{В} - \text{ГОСТ} 2590 - 2006}{19\text{ХГН} - \text{ГОСТ} 1414 - 75}.$$

2.2.2 Техничко-экономическое обоснование оптимального варианта заготовки

На основании экономического расчета определим, какой из методов получения заготовки будет оптимальным. За критерий оптимальности примем: минимальную величину стоимости изготовления детали $C_{\text{д}}$, руб, которая определяется по формуле [11, с. 24]:

$$C_{\text{д}} = C_{\text{з}} + C_{\text{мо}} - C_{\text{отх}}, \quad (2.6)$$

где $C_{\text{з}}$ – стоимость исходной заготовки, руб;

$C_{\text{мо}}$ – стоимость дополнительной мехобработки, руб;

$C_{\text{отх}}$ – стоимость стружки при мехобработке, руб.

2.2.2.1 Стоимость заготовки полученной из штамповкой

Стоимость заготовки определяется по формуле [11, с. 24]:

$$C_3 = C_6 \cdot M_{ш} \cdot K_T \cdot K_{сл} \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{п}, \quad (2.7)$$

где C_6 – базовая стоимость 1 кг заготовки, руб/кг; $C_6 = 11,2$ руб/кг [11, с. 23];

$M_{ш}$ – ориентировочная масса штамповки, кг;

K_T – коэффициент, от точности штамповки – $K_T = 1.0$ [11, с. 24];

$K_{сл}$ – коэффициент, от сложности штамповки, - $K_{сл} = 0.89$ [11, с. 24];

K_B – коэффициент, от массы заготовки, $K_B = 1.15$ [11, с. 24];

K_M – коэффициент, зависящий от материала, $K_M = 1.27$ [11, с. 24];

$K_{п}$ – коэффициент, от серийности производства, для средне-серийного производства $K_{п} = 1,0$ [11, с. 24].

Подставим определенные значения коэффициентов в формулу (2.7), получим:

$$C_3 = 11,2 \cdot 2.32 \cdot 1.0 \cdot 0.89 \cdot 1.15 \cdot 1.27 \cdot 1.0 = 33.78 \text{ руб.}$$

Стоимость механической обработки штамповки $C_{мо}$, руб, определяется по формуле:

$$C_{мо} = (M_{ш} - M_{д}) \cdot C_{уд}, \quad (2.8)$$

где $C_{уд}$ – удельные затраты на сьем 1 кг материала, руб/кг.

Удельные затраты при механической обработке резанием $C_{уд}$, руб, могут быть определены по формуле:

$$C_{уд} = C_c + E_n \cdot C_k, \quad (2.9)$$

где C_c – текущие затраты, $C_c = 14,8$ руб/кг;

C_k – капитальные затраты, $C_k = 32,5$ руб/кг [11, с. 25];

E_n – нормативный коэффициент, ($E = 0,1 \dots 0,2$). Для машиностроения принимает $E_n = 0,16$.

Тогда: $C_{\text{мо}} = (2.32-1.6) \cdot (14,8+0,16 \cdot 32,5) = 14.40$ руб.

Стоимость отходов $C_{\text{отх}}$, руб, является возвратной величиной и определяется по формуле:

$$C_{\text{отх}} = (M_{\text{ш}} - M_{\text{д}}) \cdot C_{\text{отх}}, \quad (2.10)$$

где $C_{\text{отх}}$ – цена отходов (стружки), принимаем $C_{\text{отх}} = 0.4$ руб/кг [11, с. 25].

Тогда, вычислим $C_{\text{отх}}$ и $C_{\text{д}}$ подставив значения в формулы (2.10) и (2.6):

$$C_{\text{отх}} = (2.32-1.6) \cdot 0.4 = 0.29 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{д}} = 33.78+14.40-0.29 = 47.89 \text{ руб.}$$

2.2.2.2 Стоимость заготовки полученной из проката

Стоимость заготовки из сортового проката определяется по формуле [11, с. 26]:

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{мпр}} \cdot M_{\text{пр}} + C_{\text{оз}}, \quad (2.11)$$

где $C_{\text{мпр}}$ – стоимость материала 1 кг проката в руб/кг; $C_{\text{мпр}} = 13$ руб/кг

$C_{\text{оз}}$ – стоимость отрезки заготовки из проката, руб.

$$C_{\text{оз}} = \frac{C_{\text{пз}} \cdot T_{\text{шт}}}{60}, \quad (2.12)$$

где $C_{\text{пз}}$ – приведенные затраты на рабочем месте, руб/ч; $C_{\text{пз}} = 30,2$ руб/ч [11, с. 26]

$C_{\text{оз}}$ – стоимость отрезки заготовки из проката, руб.

Ориентировочное штучное время $T_{\text{шт}}$, мин, определяется по формуле [11, с. 26]:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{о}} \cdot \varphi_{\text{к}}, \quad (2.13)$$

где $T_{\text{о}}$ – основное технологическое время, мин;

$\varphi_{\text{к}}$ – коэффициент, учитывающий тип производства и вид оборудования.

Для расчетов на этапе выбора заготовки можно принять $\varphi_k = 1,5$, а основное время для отрезных станков T_o , мин, определяется по формуле [11, с. 27]:

$$T_o = 0,19 \cdot d_{\text{пр}}^2 \cdot 10^{-3}, \quad (2.14)$$

где $d_{\text{пр}}$ – диаметр проката, мм.

Тогда, подставив данные в формулы (2.14), (2.13) и (2.12), получим:

$$T_o = 0,19 \cdot 37^2 \cdot 10^{-3} = 0.26 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт}} = 0.26 \cdot 1,5 = 0.39 \text{ мин.}$$

$$C_{\text{оз}} = 30,2 \cdot 0.39 / 60 = 0.20 \text{ руб.}$$

Подставим определенные данные в формулы (2.11), получим:

$$C_{\text{пр}} = 13 \cdot 2.39 + 0.20 = 31.29 \text{ руб.}$$

Стоимость механической обработки составит:

$$C_{\text{мо}} = (2.39 - 1.6) \cdot (14,8 + 0,16 \cdot 32,5) = 15.83 \text{ руб.}$$

Стоимость отходов, определяем по формуле (2.10):

$$C_{\text{отх}} = (2.39 - 1.6) \cdot 0.40 = 0.32 \text{ руб.}$$

Минимальная величина стоимости изготовления детали C_d составит:

$$C_d = 31.29 + 15.83 - 0.32 = 46.80 \text{ руб.}$$

2.2.3 Сравнение двух вариантов получения заготовок заготовок

Коэффициент использования материала $K_{\text{им}}$ определяется по формуле [11, с. 28]:

$$K_{\text{им}} = M_d / M_3 \quad (2.15)$$

Тогда, подставив данные в формулу (2.15), получим:

$$\text{для штамповки: } K_{\text{им}} = 1.60 / 2.32 = 0.69;$$

$$\text{для проката: } K_{\text{им}} = 1.60 / 2.39 = 0.67$$

По расчетам оптимальным является вариант получения заготовки полученной из проката.

Годовой экономический эффект, \mathcal{E}_r , руб, определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_r = (C_{д пр} - C_{д шт}) \cdot N_r, \quad (2.16)$$

где $N_r = 10000$ шт/год- годовая программа выпуска.

Тогда: $\mathcal{E}_r = (47.89 - 46.80) \cdot 10000 = 10833$ руб.

2.3 Обоснование выбора методов обработки поверхностей

Выбор маршрута обработки поверхностей, определяется в зависимости от точности и шероховатости поверхностей, выбор производим на основе методики описанной в [11, с. 32-34, табл. 5.17-5.19].

Результаты выбора методов обработки корпуса приведены в таблице 2.1, где обозначено:

П- подрезка,

Ц-центрирование,

Т- обтачивание черновое,

Тч-обтачивание чистовое,

Ф- фрезерование,

Ш- шлифование черновое,

Ш- шлифование черновое,

З- заточная,

То- термообработка

Таблица 2.1- Методы обработки поверхностей

Номер поверхности	Вид поверхности	Операционные размеры		Точность поверхности				Шероховатость Ra, мкм	Твердость HRC	Технологический маршрут	Коэффициент трудоемкости	
				Размеров, мм		Формы						Расположения
				d	l	d	l					
1	Плоск	33,8	33,8	14	14	-	-	3,2	59	П(13)+ТО	1,0	
2	Цил	33,8 _{0,2}	59,1	11	14	-	-	3,2	59	Тчер(13)+Тчист(10)+ТО	2,2	
3	Конич	0,9x30°	0,9	14	14	-	-	3,2	59	Тчер(13)+Тчист(10)+ТО	2,2	
4	Цил	34,5 _{0,04}	79	8	14	-	0.025	0,63	59	Тчер(13)+Тчист(10)+ТО+Шчист(8)	3,4	
5	Плоск	34,5/30	2,25	14	14	-	-	3,2	59	Тчер(13)+Тчист(10)+ТО	2,2	
6	Цил	30	6,5	14	14	-	-	3,2	59	Тчист(10)+ТО	1,2	
7	Конич	31,267	100	7	14	-	0,025	0,63	59	Тчер(13)+Тчист(10)+ТО+Шчист(7)	3,4	
8	Плоск	27,03	0,5	14	14	-	-	3,2	59	Тчист(10)+ТО	1,2	
9	Цил	27,03	15	14	14	-	-	3,2	59	Тчист(10)+ТО	1,2	
10	Конич	0,35x45°	0,35	14	14	-	-	3,2	59	Тчер(13)+Тчист(10)+ТО	2,2	
11	Цил	24,5	24	14	14	-	-	3,2	59	Тчер(13)+Тчист(10)+ТО	2,2	
12	Конич	24,5x8°	9,2	14	14	-	-	3,2	59	П(13)+ТО	1,0	
13	Конич	6,3x60°	5,04	8	10	-	-	1,6	59	Ц(10)+ТО+Шчист(8)	3,0	
14	Плоск	11,9x24,5	24	14	14	-	-	3,2	59	Ф(13)+ТО	1,0	
15	Плоск	6,8	133	10	14	-	-	1,25	59	Ф(13)+3(10)+ТО	3,0	
16	Плоск	12,5	133	14	14	-	-	3,2	59	Ф(13)+ТО	1,0	
17	Плоск	9,2	133	14	14	-	-	3,2	59	Ф(13)+ТО	1,0	
18	Плоск	4,2x15°	14	14	14	-	-	3,2	59	Ф(13)+ТО	1,0	
19	Плоск	6,7x30°	15,4	14	14	-	-	3,2	59	Ф(13)+ТО	1,0	
20	Плоск	9x5°	28	14	14	-	-	3,2	59	Ф(12)+ТО	1,0	
21	Радиусн.	R20	9	14	14	-	-	3,2	59	Ф(13)+ТО	1,0	
22	Конич	34,5 _{0,04} , 0,08:100	19	8	14	-	-	0,32	633 HRA	Шчер(9)+Шчист(8)	2,4	
23	Плоск	3x12°	3	9	14	-	-	0,63	633 HRA	3(9)	2,0	
24	Плоск	3x7°	9	9	14	-	-	0,32	633 HRA	3(9)	2,0	
25	Плоск	2,6x10	19	10	14	-	-	1,25	633 HRA	3(10)	2,0	

Данные методы обработки и их последовательность обеспечивают обработку поверхностей с заданным качеством.

2.4 Определение припуска и проектирование заготовки

2.4.1 Расчет операционных припусков и размеров расчето-аналитическим методом

Рассчитаем припуски на $\varnothing 34,5_{-0,04}$.

Последовательность обработки в таблице 2.2.

Таблица 2.2- Последовательность обработки поверхности

№	Методы обработки поверхности	Установка заготовки
010	Точение черновое	В центрах
015	Точение чистовое	В центрах
065	Шлифование чистовое	В центрах

Результаты расчетом приведены в таблице 2.3

Таблица 2.3- Расчет припуска

Размеры в миллиметрах

№ пер	Технологический переход	Элементы припускам				2Z min	Операц допуск Td/IT	Предельные размеры		Предельные припуски	
		Rz ⁱ⁻¹	h ⁱ⁻¹	Δ ⁱ⁻¹	ε _{уст} ⁱ⁻¹			d ⁱ max	d ⁱ min	2Z max	2Z min
1	Прокат	0.160	0.250	0.404	-	-	1.15 B	37.790	36.640	-	-
2	Точ. начерно	0.040	0.050	0.024	0.288	1.812	0.39 h13	35.218	34.828	2.572	1.812
3	Точ. начисто	0.020	0.025	0.016	0.017	0.239	0.10 h10	34.689	34.589	0.529	0.239
4	Шлиф. начисто	0.005	0.010	0.008	0.012	0.129	0.04 h8	34.500	34.460	0.189	0.129

Элементы припуска - Rz и h назначаем по таблицам [5, с. 66] и [9, с. 69].

Суммарные отклонения ρ ρ_0 , мм, определяется по формуле [5, с. 65]:

$$\rho_o = \sqrt{\rho_{OM}^2 + \rho_{Ц}^2}, \quad (2.17)$$

где ρ_{OM} - величина отклонения расположения проката, мкм;

$\rho_{Ц}$ - величина отклонения расположения заготовки при центровке, мкм.

Величина ρ_{OM} , мм определяется по формуле [5, с. 65]:

$$\rho_{кор} = \Delta_k \cdot L = 0,001 \cdot 135 = 0.135 \text{ мм}, \quad (2.18)$$

где L - расстояние до сечения, в котором определяем погрешность, мм;

Δ_k - удельное коробление, мкм/мм.

Величина отклонения $\rho_{Ц}$ определяется по формуле [5, с. 65]:

$$\rho_{Ц} = 0,25 \sqrt{\delta_3^2 + 1}, \quad (2.19)$$

где δ_3 - допуск на поверхности. $\delta_3 = 1.15$ мм.

Подставив значения в формулу (2.19), получим:

$$\rho_{Ц} = 0,25 \sqrt{1.15^2 + 1} = 0.381 \text{ мм}.$$

Определим суммарное отклонение расположения, подставив значения в формулу (2.17), получим:

$$\rho_o = \sqrt{0,135^2 + 0.381^2} = 0.404 \text{ мм}.$$

Погрешность установки $\varepsilon_{уст}$, мм, определяется по формуле [5, с. 65]:

$$\varepsilon_{уст} = 0,25\varepsilon_{заг} = 0,25 \cdot 1.15 = 0.288 \text{ мм} \quad (2.20)$$

Остаточное расположение заготовки $\rho_{ост}$ определяется по формуле:

$$\rho_{ост} = K_y \cdot \rho_o, \quad (2.21)$$

где K_y - коэффициент уточнения (для перехода 2 $K_y = 0,06$; для перехода 3 $K_y = 0,04$; для перехода 4 $K_y = 0,02$)

Определим $\rho_{\text{ост}}$, подставив определенные значения K_y в формулу (2.21), получим:

$$\rho_2 = 0.404 \cdot 0,06 = 0.024 \text{ мм};$$

$$\rho_3 = 0.404 \cdot 0,04 = 0.016 \text{ мм};$$

$$\rho_4 = 0.404 \cdot 0,02 = 0.008 \text{ мм}.$$

Тогда, погрешность установки:

$$\varepsilon_{\text{уст3}} = \varepsilon_{\text{уст}} K_{y2} = 0.288 \cdot 0,06 = 0.017 \text{ мм};$$

$$\varepsilon_{\text{уст4}} = \varepsilon_{\text{уст}} K_{y3} = 0.288 \cdot 0,04 = 0.012 \text{ мм}.$$

Min припуск на черновую обработку определяем по формуле [11, с. 48]:

$$2Z_{\text{min}} = 2 \cdot (R_z + h + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) \quad (2.22)$$

Подставив определенные значения элементов припуска в формулу (2.22), получим:

$$2Z_{\text{min т.черн}} = 2 \cdot (0.160 + 0.250 + \sqrt{0.404^2 + 0.288^2}) = 1.812 \text{ мм};$$

Мах припуск на чистовые операции:

$$2Z_{\text{min т.чист}} = 2 \cdot (0.040 + 0.050 + \sqrt{0.024^2 + 0.017^2}) = 0.239 \text{ мм};$$

$$2Z_{\text{min ш.}} = 2 \cdot (0.020 + 0.025 + \sqrt{0.016^2 + 0.012^2}) = 0.129 \text{ мм}.$$

Расчетные размеры d_{min}^{i-1} , мм и d_{max}^i , [11, с. 48]:

$$d_{\text{min}}^{i-1} = d_{\text{min}}^i + 2Z_{\text{min}} \quad (2.23)$$

Подставив определенные значения в формулу (2.23), получим:

$$d_{\text{min ш.}} = 34.460 \text{ мм};$$

$$d_{\text{min т.чист}} = 34.460 + 0.129 = 34.589 \text{ мм};$$

$$d_{\min \text{ т.черн}} = 34.589 + 0.239 = 34.828 \text{ мм};$$

$$d_{\min \text{ заг.}} = 34.828 + 1.812 = 36.640 \text{ мм}.$$

$$d_{\max}^i = d_{\min}^i + Td^i \quad (2.24)$$

Подставив определенные значения в формулу (2.24), получим:

$$d_{\max \text{ ш.}} = 34.460 + 0.040 = 34.500 \text{ мм};$$

$$d_{\max \text{ т.чист}} = 34.589 + 0.100 = 34.689 \text{ мм};$$

$$d_{\max \text{ т.черн}} = 34.828 + 0.390 = 35.218 \text{ мм};$$

$$d_{\max \text{ заг.}} = 36.640 + 1.150 = 37.790 \text{ мм}.$$

Мах припуски $2Z_{\max}$, мм, определяем по формуле [11, с. 49]:

$$2Z_{\max} = d_{\max}^{i-1} - d_{\max}^i \quad (2.25)$$

Подставив определенные значения в формулу (2.25), получим:

$$2Z_{\max \text{ ш.}} = 34.689 - 34.500 = 0.189 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max \text{ т.чист}} = 35.218 - 34.689 = 0.529 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max \text{ т.черн}} = 37.790 - 35.218 = 2.572 \text{ мм}.$$

Мин припуски $2Z_{\min}$, мм, определяем по формуле [11, с. 49]:

$$2Z_{\min} = d_{\min}^{i-1} - d_{\min}^i \quad (2.26)$$

Подставив определенные значения в формулу (2.26), получим:

$$2Z_{\min \text{ ш.}} = 34.589 - 34.460 = 0.129 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min \text{ т.}} = 34.828 - 34.589 = 0.239 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min \text{ т.черн}} = 36.640 - 34.828 = 1.812 \text{ мм}.$$

Проверка по формуле (условие проверки):

$$2Z_{\max}^i - 2Z_{\min}^i = TD^i - TD^{i-1} \quad (2.27)$$

$$2Z_{\max}^4 - 2Z_{\min}^4 = 0.189 - 0.129 = 0.060 \text{ мм};$$

$$TD^i + TD^{i-1} = 0.100 - 0.040 = 0.060 \text{ мм};$$

$2Z_{\max}^4 - 2Z_{\min}^4 = TD^i + TD^{i-1} = 0.060 \text{ мм}$ – условие проверки выполнено, значит расчёт припусков выполнен верно.

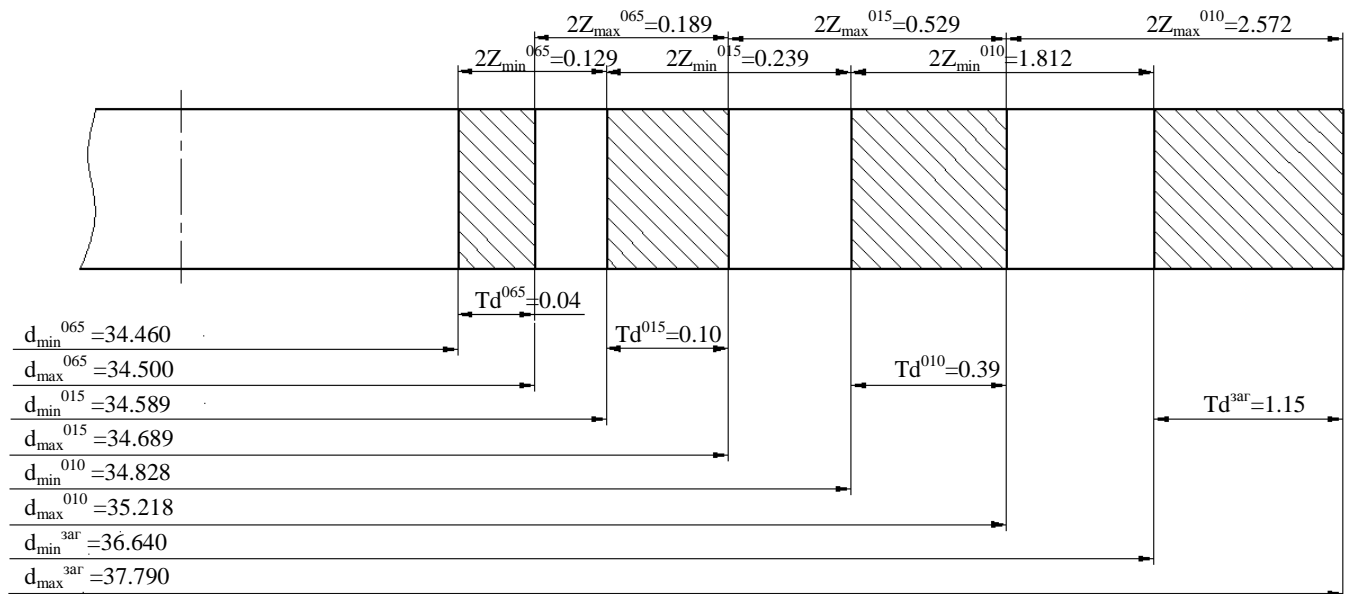


Рисунок 2.1 – Схема расположения припусков, допусков и операционных размеров на шейку $\varnothing 34,5_{-0,04}$

2.4.2 Расчет промежуточных припусков и операционных размеров табличным методом

Аналогично рассчитаем припуски на остальные обрабатываемые поверхности.

Результаты расчетов припусков табличным методом приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Припуски на обработку поверхностей зенкера

№ оп	Наименование оп.	№ обрабатываемых поверхностей	Припуск на сторону, мм
005	Центровально-подрезная	1,12	2,2max
010	Токарная (черновая)	2,3,4,5,7,10,11	2,2max
015	Токарная (чистовая)	1-5,7-11	0,30
		6	0,90
060	Круглошлифовальная	7	0,10
065	Круглошлифовальная	22	0,20
		4	0,10
070	Круглошлифовальная	22	0,05
075	Заточная	15,26	0,15
080	Заточная	26	0,05
085	Заточная	25	0,4max
090	Заточная	23,24	0,4max

2.4.3 Проектирование и расчет заготовки

Определим максимальный диаметр заготовки из проката:

На наибольший диаметр зенкера примем припуски- при черн. точении припуск на на сторону составляет 2,7 мм, при чист. 0,6 мм, шлиф. 0,2 мм.

Расчетный размер заготовки составляет:

$$D = 34,5 + 2,7 + 0,6 + 0,2 = 38 \text{ мм.}$$

Принимаем прокат обычной точности по ГОСТ 2590-2006:

$$\text{Круг } \frac{38 - \text{В} - \text{ГОСТ } 2590 - 2006}{19\text{ХГН} - \text{ГОСТ } 1414 - 75}.$$

Припуски на подрезание торцовых поверхностей определяют по [9, с. 31]:

и составляют 1,0 мм на сторону.

Общая длина заготовки: $L_3 = 269,1 + 1 \cdot 2 = 271,1$ мм.

Объем заготовки V , мм³, определяем по формуле (25), получим:

$$V = 3,14/4 \cdot 38^2 \cdot 271,1 = 307449 \text{ мм}^3.$$

Масса заготовки $M_{\text{пр}}$, кг, определяется по формуле (2.2), получим:

$$M_{\text{пр}} = 307449 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 2,41 \text{ кг}.$$

Выбираем оптимальную длину проката для изготовления заготовки.

Потери на зажим заготовки $l_{\text{зак}}$ принимаем 80 мм.

Заготовку отрезают абразивным кругом с шириной прореза $l_p = 5$ мм.

Длина торцового обрезка проката $l_{\text{об}}$, мм, определяется по формуле [9, с. 37]:

$$l_{\text{об}} = (0,3 \div 0,5) \cdot d = 0,4 \cdot 38 = 15,2 \text{ мм} \quad (2.28)$$

где d - диаметр сечения заготовки, мм.

Число заготовок X , шт, исходя из принятой длины проката.

Из проката длиной 4 м:

$$X_4 = (L_{\text{пр}} - l_{\text{зак}} - l_{\text{об}}) / (L_3 + l_p) = (4000 - 80 - 15,2) / (271,1 + 5) = 14,2 \quad (2.29)$$

Итого: получаем 14 заготовок из данной длины проката.

Из проката длиной 7 м:

$$X_7 = (L_{\text{пр}} - l_{\text{зак}} - l_{\text{об}}) / (L_3 + l_p) = (7000 - 80 - 15,2) / (271,1 + 5) = 25$$

Итого: принимаем 25 заготовок из данной длины проката.

Остаток длины (некратность) $L_{\text{нк}}$, мм, определяется в зависимости от принятой длины проката процент некратности $\Pi_{\text{нк}}$:

Из проката длиной 4 м:

$$L_{\text{нк4}} = L_{\text{пр}} - l_{\text{зак}} - l_{\text{об}} - L_3 \cdot X_4 = 4000 - 80 - 15,2 - 276,1 \cdot 14 = 39,4 \text{ мм}. \quad (2.30)$$

$$\Pi_{\text{нк4}} = L_{\text{нк4}} \cdot 100 / L_{\text{пр}} = 39,4 \cdot 100 / 4000 = 0,99\%. \quad (2.31)$$

Из проката длиной 7 м:

$$L_{\text{нк7}} = L_{\text{пр}} - l_{\text{зж}} - l_{\text{об}} - L_3 \cdot X_7 = 7000 - 80 - 15,2 - 276,1 \cdot 25 = 2,3 \text{ мм.}$$

$$\Pi_{\text{нк7}} = L_{\text{нк7}} \cdot 100 / L_{\text{пр}} = 2,3 \cdot 100 / 7000 = 0,03\%.$$

Из расчетов на некратность следует, что прокат длиной 7 м для изготовления заготовок более экономичен, чем прокат длиной 4 м.

Потери материала на зажим при отрезке $\Pi_{\text{зж}}$, %, по отношению к длине проката составят [9, с. 38]:

$$\Pi_{\text{зж}} = L_{\text{зж}} \cdot 100 / L_{\text{пр}} = 80 \cdot 100 / 7000 = 1,14\% \quad (2.32)$$

Потери материала на длину торцевого обрезка проката $\Pi_{\text{от}}$, %, в процентном отношении к длине проката составят [9, с. 38]

$$\Pi_{\text{от}} = L_{\text{об}} \cdot 100 / L_{\text{пр}} = 15,2 \cdot 100 / 7000 = 0,22\% \quad (2.33)$$

Общие потери (%) к длине выбранного проката Π_0 , % [4, с. 38]:

$$\Pi_0 = \Pi_{\text{нк}} + \Pi_{\text{зж}} + \Pi_{\text{от}} = 0,03 + 1,14 + 0,22 = 1,39\% \quad (2.34)$$

Расход материала на одну деталь с учетом всех неизбежных технологических потерь $M_{\text{зп}}$, кг, определяем по формуле [9, с. 38]:

$$M_{\text{зп}} = M_{\text{пр}} (100 + \Pi_0) / 100 = 2,41 \cdot (100 + 1,39) / 100 = 2,44 \text{ кг.} \quad (2.35)$$

Коэффициент использования материала определяется по формуле (2.15)

$$\text{КИМ} = M_{\text{д}} / M_{\text{зп}} = 1,6 / 2,44 = 0,65.$$

2.5 Разработка нового технологического маршрута

2.5.1 Разработка схем базирования

При установке детали в приспособлении, и ее механической обработке, необходимо соблюдение принципа единства и постоянства баз, это обеспечит минимальные погрешности при изготовлении детали.

На заготовительной операции создаются базы для первой механической обработки - черновые технологические базы.

За черновые базы на центrovально-подрезной операции возможно использовать наружный диаметр проката пов. 4 и торец 1.

В качестве баз при дальнейшей токарной и шлифовальной обработке необходимо использовать центровые отверстия 13.

В качестве баз при фрезерной обработке лапки, пов. 14 необходимо использовать поверхности 4,7 с торцем 12.

При фрезеровании в качестве баз используем центровые отверстия 13.

В качестве баз при заточной обработке необходимо использовать базовую поверхность конуса, пов. 7.

2.5.2 Разработка технологического маршрута изготовления детали

Разработаем технологического маршрута обработки детали и занесем его в таблицу 2.5.

Обработку центровых отверстий и торцев производим на центrovально-подрезном станке 2Г922. Альтернативным вариантом является фрезерно-центrovальная операция на станке МР-71М, но для данной детали штучное время получится выше.

Токарная черновая и чистовая обработка будет производиться на токарно-винторезных станках с ЧПУ СКЕ6136Z (DMTG). При применении специального патрона с торцовым приводом каждая операция делается за один установ. Альтернатива – обработка в стандартном поводковом патроне отдельно правого и левого концов.

Фрезерная операция по обработке стружечных канавок производится на станке с ЧПУ 500Н в поворотном приспособлении, в автоматизированном цикле.

При обработке в стандартном приспособлении штучное время намного выше из-за нескольких переустановок.

Лапку, пов. 14 фрезеруем комплектом из двух фрез, что также сокращает время обработки.

На слесарной операции производится удаление заусенцев электрохимическим методом

Далее шлифование конуса Морзе и базовых наружных поверхностей.

Заточные операции производим на шлифовально-заточном станке с ЧПУ ВЗ-417Ф4 в полностью автоматическом цикле.

Таблица 2.5- Технологический маршрут обработки зенкера

№ оп	Наименование операции	Оборудование	Содержание операции
1	2	3	4
000	Заготовительная	Абразивно-отрезной СИ-30	Установить, снять заготовку Отрезать заготовку, пов. 1,12
005	Центровально-подрезная	Центровально-подрезной п/а 2Г922	Установить, снять заготовку Подрезать торцы 1,12, сверлить центровые отверстия 13 начисто
010	Токарная (черновая)	Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16Б16Т1	Установить, снять заготовку Точить поверхности 2,3,4,5,7,10,11 начерно
015	Токарная (чистовая)	Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16Б16Т1	Установить, снять заготовку Точить поверхности 1-5,7,9-11, канавку 8,9 начисто Точить канавку 6 начисто
020	Фрезерная	Горизонтальный фрезерно-расточной с ЧПУ 500Н	Установить, снять заготовку Фрезеровать стружечные канавки, пов. 15 начисто

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4
			Фрезеровать канавки под пластину, пов. 20,21 начисто Фрезеровать скосы, пов. 18 начисто Фрезеровать скосы, пов. 19 начисто
025	Фрезерная	Горизонтальный фрезерно-расточной с ЧПУ 500Н	Установить, снять заготовку Фрезеровать лапку, пов. 14 начисто
030	Слесарная	Электрохимический станок для снятия заусенцев 4407	Снять заусенцы электрохимическим методом
035	Моечная	Камерная моечная машина	Промыть, обдуть горячим воздухом
040	Контрольная	Контрольный стол	Предварительно контролировать основные параметры
045	Термическая		Цементировать, кроме лапки Закалить, отпустить, подкалить лапку
050	Слесарная	Рабочий стол	Припаять режущие пластины, зачистить
055	Центрошлифовальная	Центрошлифовальный с ЧПУ ZS 2000	Установить, снять заготовку Шлифовать центра 13 начисто
060	Круглошлифовальная	Шлифовальный п/а 3М151	Установить, снять заготовку Шлифовать пов. 7 начисто
065	Круглошлифовальная	Шлифовальный п/а 3М151	Установить, снять заготовку Шлифовать пов. 22,4 начисто
070	Круглошлифовальная	Шлифовальный п/а 3М151	Установить, снять заготовку Шлифовать обратную конусность на пов. 22 начисто
075	Заточная	Шлифовально-заточной с ЧПУ ВЗ-417Ф4	Установить, снять заготовку Заточить переднюю пов. 15 начисто, 26 начерно
080	Заточная	Шлифовально-заточной с ЧПУ ВЗ-417Ф4	Установить, снять заготовку Заточить переднюю пов. 26 начисто
085	Заточная	Шлифовально-заточной с ЧПУ ВЗ-417Ф4	Установить, снять заготовку Заточить пов. 25 начисто

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4
090	Заточная	Шлифовально-заточной с ЧПУ ВЗ-417Ф4	Установить, снять заготовку Заточить заднюю пов. 24 начисто Заточить заднюю пов. 23 начисто
095	Моечная	Камерная моечная машина	Промыть, обдуть горячим воздухом
100	Контрольная	Контрольный стол	Окончательно контролировать основные параметры

2.5.3 Разработка плана обработки

План изготовления детали "Зенкер", выполняем в графической части работы, он представляет собой таблицу, в которой указывается номер и наименование операции, содержится операционный эскиз, с указанием теоретических точек (схемы базирования), операционных размеров и величин их допусков.

2.6 Выбор средств технологического оснащения

Для обеспечения выпуска деталей заданного качества, в требуемом объеме и с минимальными затратами, необходимо правильно выбрать оборудование, приспособления и инструмент для каждой операции технологического процесса.

2.6.1 Выбор оборудования

Правильно подобранные оборудование, приспособления и инструмент, гарантия выполнения требований предъявляемых к качеству детали и снижение затрат при ее изготовлении.

Результаты выбора представляем в таблице 2.6.

2.6.2 Выбор станочных приспособлений

При выборе приспособления учтем следующие аспекты:

1. Приспособление должно обеспечивать надежное закрепление заготовки при обработке и обеспечивать материализацию теоретических схем базирования на каждой операции технологического процесса, посредством опорных и установочных элементов.

2. Приспособление должно быть быстродействующим и обеспечивать надежную фиксацию обрабатываемой заготовки в нем, предпочтительно должно быть стандартным нормализованным, универсально - сборным приспособлением.

Результаты выбора приспособлений представлены в таблице 2.6.

2.6.3 Выбор режущего инструмента

При выборе режущего инструмента (РИ) будем руководствоваться следующим:

-при выборе РИ отдавать предпочтение нужно стандартным, нормализованным инструментам, материал режущей части выбирается исходя из

Выбранный инструмент представлен в таблице 2.6.

2.6.4 Выбор контрольно-измерительных средств

В первую очередь следует выбирать стандартные и нормализованные средства контроля, и только при их отсутствии применять специальные, точность измерительных инструментов и приспособлений должна быть существенно выше точности измеряемого размера, однако неоправданное повышение точности ведет к резкому удорожанию.

Результаты выбора представлены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 - Выбор оборудования и технологической оснастки

№ оп.	Наименование операции	Оборудование	Технологическая оснастка		
			Станочное приспособление	Режущий инструмент	Контрольно-измерительные средства
1	2	3	4	5	6
000	Заготовительная	Абразивно-отрезной СИ-30	СНП с призмами и пневмоприводом ГОСТ 12195-66	Шлифовальный круг 1 400x5x32 24A F46 L 9 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Штангенциркуль ШЦ2-250-0,1 ГОСТ 166-80
005	Центровально-подрезная	Центровально-подрезной п/а 2Г922	СНП с самоцентрирующимися призмами и пневмоприводом ГОСТ 12195-66	Пластина для подрезки ГОСТ 19052-80 Т5К10, покрытие (Ti,Cr)N Сверло центровочное Ø2 тип В ГОСТ 14952-75 Р6М5К5 покрытие (Ti, Cr)C.	Калибр-пробка ГОСТ 14827-69 Шаблон ГОСТ 2534-79
010	Токарная (черновая)	Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16Б16Т1	Патрон поводковый с центром ГОСТ 2571-71 Центр вращающийся тип А ГОСТ 8742-75.	Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина ромбическая, Т5К10, покрытие (Ti,Cr)N $\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=8^\circ$, $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-79
015	Токарная (чистовая)	Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16Б16Т1	Патрон поводковый с центром ГОСТ 2571-71 Центр вращающийся тип А ГОСТ 8742-75	Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина ромбическая Т15К6, покрытие (Ti,Cr)N $\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=27^\circ$, $\lambda=-2^\circ$ $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83. Резец токарный канавочный сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина канавочная Т15К6, покрытие (Ti,Cr)N $\varphi=90^\circ$, B=6,5 h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-79

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5	6
020	Фрезерная	Горизонтальный фрезерно-расточной с ЧПУ 500Н	Приспособление специальное поворотное цанговое с пневмоприводом ОСТ 3-3907-77	Фреза дисковая В=20 Ø50 Z=10 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C. ГОСТ 3964-69 Фреза пазовая Ø 40 P6M5K5 ОСТ 21141-13-87	Шаблон ГОСТ 2534-79
025	Фрезерная	Горизонтальный фрезерно-расточной с ЧПУ 500Н	Приспособление специальное самоцентрирующее с пневмоприводом ГОСТ 12195-66	Фреза дисковая профильная полукруглая Ø80 Z=10 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C.	Шаблон ГОСТ 2534-79
055	Центрошлифовальная	Центрошлифовальный с ЧПУ ZS 2000	СНП с самоцентр. призмы и пневмоприводом ГОСТ 12195-66	Шлиф. головка EW15x25 91A F60 M 7 V A 20 м/с ГОСТ 2447-82.	Шаблон ГОСТ 2534-73 Приспособление мерительное с индикатором
060 065	Круглошлифовальная	Шлифовальный п/а 3М151	Патрон поводковый с центром ГОСТ 2571-71 Центр упорный ГОСТ 18259-72	Круг шлифовальный ПП 450x20x203 91A25HC17K11 A 35 м/с ГОСТ 2424-83 (1 450x20x203 91A F60 M 7 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007)	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-79 Приспособление мерительное с индикатором
070	Круглошлифовальная	Шлифовальный п/а 3М151	Патрон поводковый с центром ГОСТ 2571-71 Центр упорный ГОСТ 18259-72	Шлифовальный круг 1 450x20x203 63С F60 К 8 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73. Шаблон ГОСТ 2534-79 Приспособление мерительное с индикатором

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5	6
080 085 090	Заточная	Шлифовально-заточной с ЧПУ ВЗ-417Ф4	Приспособление специальное цанговое с пневмоприводом ГОСТ 12195-66	Шлифовальный круг 11 100x20x15 63С F60 К 8 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-79 Приспособление мерительное с индикатором

2.7 Проектирование технологических операций

2.7.1 Расчет режимов резания аналитическим методом

Расчет режимов резания аналитическим методом проводим на 010 токарную операцию.

2.7.1.1 Исходные данные

Деталь – зенкер

Материал – сталь 19ХГН $\sigma_b = 1180$ МПа

Заготовка – прокат

Приспособление – патрон поводковый с центром, центр вращающийся

Смена детали – ручная

Жесткость станка – средняя

2.7.1.2 Структура операции (последовательность переходов)

Содержание операции: точить поверхн., выдержать размеры: $\varnothing 25,1_{-0,33}$; $\varnothing 25,96_{-0,33}$; $\varnothing 32,49_{-0,39}$; $\varnothing 35,3_{-0,39}$; $\varnothing 34,4_{-0,39}$; $55,33 \pm 0,23$; $135,43 \pm 0,31$; $141,63 \pm 0,31$; $241,93 \pm 0,36$.

2.7.1.3 Выбор режущих инструментов

Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина Т5К10 $\varphi = 93^\circ$, $\varphi_1 = 27^\circ$, $\lambda = -2^\circ$, $\alpha = 11^\circ$; $h=25$ $b=25$ $L=125$.

2.7.1.4 Данные оборудования

Принимаем станок токарный станок с ЧПУ 16Б16Т1

2.7.1.5 Расчет режимов резания

2.7.1.5.1 Глубина резания $t = 2,2$ мм.

2.7.1.5.2 Подача $S = 0.5$ мм/об [15, с.268].

2.7.1.5.3 Расчётная скорость резания V , м/мин, определяется по формуле

$$V = \frac{C_U}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_U, \quad (2.36)$$

где C_U - поправочный коэффициент, зависящий от материала режущей части инструмента, подачи и обрабатываемого материала; $C_U = 350$ [15, с.270];

T – стойкость инструмента, мин; $T = 60$ мин;

t - глубина резания, мм;

m, x, y - показатели степени, зависящие от вида механической обработки, обрабатываемого материала и материала режущей части: $m = 0.2$, $x = 0.15$, $y = 0.35$ [15, с.270];

K_U - поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания, определяется по формуле:

$$K_U = K_{МУ} \cdot K_{ПУ} \cdot K_{ИУ}, \quad (2.37)$$

где K_{MU} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала. [15, с.261], определяется по формуле (2.38);

$K_{ПУ}$ - коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки,
 $K_{ПУ} = 1.0$ [15, с.263];

$K_{ИУ}$ - коэффициент, учитывающий материал инструмента, $K_{ИУ} = 0,65$ [15, с.263];

$$K_{MU} = K_{Г} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_U}, \quad (2.38)$$

где $K_{Г}$ - коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости,
 $K_{Г} = 1.0$ [13, с.262];

σ_B - предел прочности;

n_U - показатель степени, $n_U = 1,0$.

Подставим определенные значения в формулу (2.38) и (2.27), получим:

$$K_{MU} = 1.0 \cdot \left(\frac{750}{1180}\right)^{1,0} = 0.63;$$

$$K_U = 0.63 \cdot 1,0 \cdot 0.65 = 0.41.$$

Подставим определенные значения в формулу (2.36), получим:

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 2.2^{0,15} \cdot 0.3^{0,35}} \cdot 0.41 = 86.3 \text{ м/мин.}$$

2.7.1.5.4 Частота вращения шпинделя n , мин^{-1} определяется по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.39)$$

где V - расчётная скорость резания, м/мин.

Подставив определенные значения в формулу (2.39), получим:

$$\text{при точении } \varnothing 25,1: n_1 = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 86.3}{3.14 \cdot 25.1} = 1095 \text{ мин}^{-1}$$

$$\text{при точении } \varnothing 32,49: n_2 = \frac{1000 \cdot 86.3}{3.14 \cdot 32.49} = 846 \text{ мин}^{-1}$$

при точении Ø35,3: $n_3 = \frac{1000 \cdot 86.3}{3.14 \cdot 35.3} = 779 \text{ мин}^{-1}$

2.7.1.5.5 Корректировка режимов резания по паспортным данным станка:

Фактическая частота вращения шпинделя: $n_1 = 1095 \text{ мин}^{-1}$; $n_2 = 846 \text{ мин}^{-1}$;
 $n_3 = 779 \text{ мин}^{-1}$.

2.7.1.5.6 Расчёт сил резания

Главная составляющая силы резания P_z , Н, определяется по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.40)$$

где C_p - поправочный коэффициент, $C_p = 300$ [15, с.273];

x, y, n - показатели степени: $x=1.0, y=0.75, n= -0.15$;

K_p - поправочный коэффициент, определяется по формуле:

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (2.41)$$

K_{MP} - поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала [15, с.264], определяется по формуле:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (2.42)$$

где σ_B - предел прочности;

n - показатель степени, $n = 0,75$.

Подставим значения в формулу (2.42), получим:

$$K_{MP} = \left(\frac{1180}{750} \right)^{0.75} = 1.40$$

$K_{\phi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$ - поправочные коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента на составляющие силы резания. $K_{\phi p}=0,89$; $K_{\gamma p}=1,0$; $K_{\lambda p}=1,0$; $K_{rp} = 1,0$.

Подставив определенные значения коэффициентов в формулу (2.40), получим: $P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2.2^{1.0} \cdot 0.3^{0.75} \cdot 86.3^{-0.15} \cdot 1.40 \cdot 0.89 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 = 1714 \text{ Н}$.

2.7.1.5.7 Мощность резания N , кВт определяется по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (2.43)$$

Подставив определенные значения в формулу (2.43), получим:

$$N = \frac{1714 \cdot 86.3}{1020 \cdot 60} = 2.42 \text{ кВт.}$$

Проверяем, достаточна ли мощность привода станка: У станка 16Б16Т1

$$N_{\text{штп}} = N_d \cdot \eta = 10 \cdot 0.75 = 7.5 \text{ кВт; } 3.05 < 7.5, \text{ т. е. обработка возможна.}$$

2.7.2 Расчет режимов резания табличным методом

Выполним расчет на 005 центrovально-подрезную операцию

2.7.2.1 Исходные данные

Деталь – зенкер

Материал – сталь 19ХГН $\sigma_b = 1180 \text{ МПа}$

Заготовка – прокат

Обработка – центrovально-подрезная

Тип производства – среднесерийное

Приспособление – специализированное самоцентрирующее

Смена детали – ручная

Жесткость станка – средняя

2.7.2.2 Структура операций (последовательность переходов)

Переход 1: Центровать и подрезать торцы, выдерж. разм. $\varnothing 2^{+0,2}$; $\varnothing 6,3^{+0,2}$; $60^\circ \pm 20'$; $120^\circ \pm 1^\circ$; $2,5 \pm 0,1$; $2,54^{+0,08}$.

2.7.2.3 Выбор оборудования

Центровально-подрезной станок 2Г922.

2.7.2.4 Выбор режущих инструментов

Инструмент - Пластина для подрезки по ГОСТ 24359-80. Пластина Т5К10
Сверло центровочное $\varnothing 2$ тип В ГОСТ 14952-75 Р6М5К5 [15, с.391].

2.7.2.5 Расчет режимов резания

2.7.2.5.1 Глубина резания t , мм:

Подрезка: Торец, пов. 1: $t = 1,0$ мм;

Торец, пов. 12: $t = 2,2$ мм max;

Центрование $t = d/2 = 2/2 = 1$ мм.

2.7.2.5.2 Подача

При подрезании $S = 0,05$ мм/об. [1, с. 48];

При центровании $S_0 = 0,06$ мм/об (для III группы подач по наименьшему центровому отверстию) [1, с. 70].

Тогда принимаем подачу $S_0 = 0,05$ мм/об.

2.7.2.5.3 Расчётная скорость резания:

2.7.2.5.3.1 Скорость резания, V , м/мин при подрезке определяется по формуле [1, с. 55]:

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (2.44)$$

где $V_{\text{табл}}$ – скорость, м/мин.

K_1 – коэффициент от материала детали.

K_2 – коэффициент от материала инструмента;

K_3 – коэффициент от стойкости инструмента

При подрезке инструментом из быстрорежущей стали, подаче 0,05 мм/об, $V_{\text{табл}} = 42$ м/мин [1, с. 56]:

Коэффициент $K_1 = 0,9$, для стали 19ХГН твердостью 179-229 НВ [1, с. 57];

Коэффициент $K_2 = 1,0$, для быстрорежущей стали Р6М5К5 [1, с. 58];

Коэффициент $K_3 = 1,0$, для быстрорежущей стали при стойкости $T_p = 25$ мин [1, с. 58].

Подставив определенные значения в формулу (2.44), получим:

$$V = 42 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 37,8 \text{ м/мин.}$$

2.7.2.5.3.2 Скорость резания, V , м/мин, при центровании определяется по формуле [1, с. 72]:

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (2.45)$$

где $V_{\text{табл}}$ – скорость по таблице, м/мин;

K_1 – коэффициент от материала детали;

K_2 – коэффициент от подачи, указанной в карте С-3 [1, с. 73];

K_3 – коэффициент от стойкости инструмента;

При центровке скорость резания принимается по большему диаметру центрового отверстия, $V_{\text{табл}} = 24$ м/мин По [1, с. 73];

Коэффициент $K_1 = 0,9$ для стали 19ХГН твердостью 179-229 НВ [1, с. 73];

Коэффициент $K_2 = 1,0$ при отношении принятой подачи и подаче, указанной в карте С-3 = 1,0 [1, с. 74];

Коэффициент $K_3 = 1,25$ для быстрорежущей стали при стойкости $T_r = 25$ мин [1, с. 58].

Подставив определенные значения в формулу (2.45), получим:
 $V = 24 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,25 = 27$ м/мин.

2.7.2.5.4 Частота вращения шпинделя:

при подрезке: $n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 37,8}{3,14 \cdot 38} = 316 \text{ мин}^{-1}$.

при центровании: $n = \frac{1000 \cdot 27}{3,14 \cdot 6,3} = 1364 \text{ мин}^{-1}$.

2.7.2.5.5 Корректировка режимов по станку 2Г922: $n_d = 315 \text{ мин}^{-1}$.

Тогда фактическая скорость резания:

при подрезке: $V_d = \frac{3,14 \cdot 38 \cdot 315}{1000} = 37,6$ м/мин;

при центровании: $V_d = \frac{3,14 \cdot 6,3 \cdot 315}{1000} = 6,2$ м/мин.

Рассчитаем режимы резания на прочие операции, пользуясь [1]. Результаты расчета в таблице 2.7

Таблица 2.7 - Сводная таблица режимов резания

№ оп	Наименование оп.	Наименование перехода	Глубина резания t , мм	Табличная подача, скор- ректированная по паспор- ту станка S , мм/об	Табличная скорость резания v с учетом поправочных	Частота вращения шпинделя, соответствующая табличной скорости, об/мин	Принятая частота вращения шпинделя $n_{пр}$ об/мин	Действительная скорость Резания $V_{пр}$ м/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
05	Центровально- подрезная	Подрезать торец Ø38	1,0	0,05	37,8	316	315	37,6
		Подрезать торец Ø38x8°	2,2	0,05	37,8	316	315	37,6
		Центровать Ø2,5/6,3	1,0	0,05	27,0	1364	315	6,2
10	Токарная (черновая)	Точить Ø 25,1	2,2max	0,3	86,3	1095	1095	86,3
		Точить Ø 32,49	2,2max	0,3	86,3	846	846	86,3
		Точить Ø 35,3	2,2max	0,3	86,3	779	779	86,3
15	Токарная (чистовая)	Точить Ø 24,5	0,30	0,15	186,1	2419	2240	172,3
		Точить Ø 31,89	0,30	0,15	186,1	1858	1858	186,1
		Точить Ø 34,7	0,30	0,15	186,1	1708	1708	186,1
		Точить канавку Ø 27	0,80	0,15	160,6	1894	1894	160,6
		Точить канавку Ø 30	2,3	0,1	140,0	1486	1486	140,0
20	Фрезерная	Фрезер. фрезой Ø 50	6max	0,6	55,0	350	350	55,0
		Фрезер. фрезой Ø 40	3	0,6	60,0	478	478	60,0
25	Фрезерная	Фрезер. фрезой Ø 80	6,3	0,8	62,0	246	246	62,0
60	Круглошлифо- вальная	Шлифовать Ø 31,267	0,1	0,005* 6	35	356	356	35
65	Круглошлифо- вальная	Шлифовать Ø 34,5 кор- пус	0,10	0,005* 6	35	323	323	35
		Шлифовать Ø 34,6 пла- стина	0,20	0,006* 6	35	323	323	35
70	Круглошлифо- вальная	Шлифовать Ø 34,5	0,05	0,004* 4	35	323	323	35
75	Заточная	Заточить переднюю по- верхность	0,15	4** 0,01*	25 м/с	-	-	25 м/с
80	Заточная	Заточить переднюю по- верхность пластины	0,05	3** 0,005*	25 м/с	-	-	25 м/с
85	Заточная	Заточить поверхность Ø34,5 под 10°	0,4max	4** 0,01*	25 м/с	-	-	25 м/с
90	Заточная	Заточить заднюю по- верхность на торце	0,4max	3** 0,005*	25 м/с	-	-	25 м/с
		Заточить заднюю по- верхность на фаске	0,4max	4** 0,007*	25 м/с	-	-	25 м/с

* -подача в мм/ХОД; ** -подача в м/МИН.

2.7.3 Определение норм времени на все операции

Произведем расчет технических норм времени на все операции технологического процесса изготовления зенкера.

Определяется норма штучно-калькуляционного времени $T_{ш-к}$, мин по формуле [5, с.101]:

$$T_{ш-к} = T_{п-з}/n + T_{шт} \quad (2.46)$$

где $T_{п-з}$ - подготовительно-заключительное время, мин (т.е. время затраченное на ознакомление с технической документацией, на получение и сдачу средств СТО), мин;

n - количество деталей в настроечной партии, шт, величина ее определяется по формуле:

$$n = N \cdot a / Д, \quad (2.47)$$

где N - годовая программа выпуска;

a - периодичность запуска в днях (3,6,12,24 дня), принимаем $a=6$;

$Д$ - количество рабочих дней в году.

Подставим определенные данные в формулу (2.47), и определим количество деталей в настроечной партии:

$$n = 10000 \cdot 6 / 254 = 236 \text{ шт.}$$

Определяется норма штучного времени $T_{шт}$.

Для всех операций, кроме шлифовальной $T_{шт}$, мин определяется по формуле [5, с.101]:

$$T_{шт} = T_o + T_v \cdot k + T_{об.от} \quad (2.48)$$

Для шлифовальной операции $T_{шт}$, мин определяется по формуле [5, с.101]:

$$T_{шт} = T_o + T_v \cdot k + T_{тех} + T_{орг} + T_{от} \quad (2.49)$$

где T_0 - основное время, т. е. время когда происходит непосредственное воздействие инструмента на заготовку и происходит изменение формы заготовки, мин;

T_B - вспомогательное время (время потраченное на установку/снятие заготовки, вспомогательное перемещения инструмента и т.д.), мин.

Вспомогательное время T_B , мин, состоит из затрат времени на отдельные приемы и определяется по формуле [5, с.101]:

$$T_B = T_{y.c} + T_{z.o} + T_{yn} + T_{из}, \quad (2.50)$$

где $T_{y.c}$ - время на установку и снятие детали, мин;

$T_{z.o}$ - время на закрепление и открепление детали, мин;

T_{yn} - время па приемы управления, мин;

$T_{из}$ - время на измерение детали, мин;

$K=1,85$ -коэффициент для среднесерийного производства;

$T_{об.от}$ - время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, мин;

$T_{тех}$ - время на техническое обслуживание рабочего места (составляет процент от основного времени, исходя из вида выполняемых работ) или рассчитывается по формуле (2.51), мин;

$T_{орг}$ - время организационного обслуживания рабочего места, включающее времени на обслуживание оборудования и подготовку рабочего места к началу работы, мин (составляет процент от основного времени и определяется по нормативам, исходя из типа оборудования);

$T_{от}$ - время перерывов на отдых и личные надобности, мин.

$$T_{тех} = T_0 \cdot t_{п} / T \quad (2.51)$$

где $t_{п}$ - время на одну правку шлифовального круга, мин;

T - стойкость круга, мин.

Расчет норм времени на 005 центровально-подрезную операцию

Основное время T_0 , мин, определяются по формуле [9, с. 94]:

$$T_0 = \frac{L_{px} \cdot i}{n \cdot S}, \quad (2.52)$$

где $L_{рх}$ - длина рабочего хода, мм [4, с. 84]

$$L_{рх} = L_{рез} + l_1 + l_2 + l_3, \quad (2.53)$$

где $L_{рез}$ – длина обработки резанием, мм [9, с. 85];

l_1 – длина подвода режущего инструмента к обрабатываемой поверхности, мм [9, с.85];

l_2 - длина врезания режущего инструмента, мм [9, с. 85];

l_3 - длина перебега режущего инструмента, мм [9, с. 85];

i -число проходов.

Подставим определенные данные в формулу (2.52), получим:

$$T_o = \frac{8}{315 \cdot 0,05} = 0,508 \text{ мин.}$$

При установке заготовки в приспособлении с $T_{у.с} + T_{з.о} = 0,15$ мин, при контроле 7-и размеров с $T_{из} = 0,05$ мин и процентом контролируемых деталей 20% вспомогательное время равно:

$$T_B = (0,15+0,2+0,05 \cdot 7 \cdot 0,2) \cdot 1,85 = 0,777 \text{ мин};$$

$$T_{оп} = 0,508+0,777 = 1,285 \text{ мин.}$$

При затратах времени $T_{об.от}$ равным 6% от оперативного $T_{оп}$ [5, с.214]:

$$T_{об.от} = 0,06 \cdot 1,285 = 0,077 \text{ мин.}$$

Норматив $T_{п-з}$ на наладку станка, инструмента и приспособления при установке заготовки на центrovально-подрезном станке в приспособлении определим по [5, с.215]: $T_{п-з} = 26$ мин;

Тогда, подставив данные в формулу (2.46) и (2.48), получим:

$$T_{шт} = 1,285+0,077 = 1,362 \text{ мин};$$

$$T_{шт-к} = 1,362+26/236 = 1,472 \text{ мин.}$$

Расчет норм времени на 010 токарную операцию

Основное время определятся по формуле [9, с. 94]:

$$T_o = \frac{275}{779 \cdot 0,3} + \frac{135}{846 \cdot 0,3} + \frac{26}{1095 \cdot 0,3} = 1,176+0,532+0,079 = 1,787 \text{ мин.}$$

При установке заготовки в центрах с $T_{y.c} + T_{z.o} = 0,15$ мин, при контроле 10-и размеров с $T_{из} = 0,05$ мин и процентом контролируемых деталей 20% вспомогательное время равно:

$$T_B = (0,15+0,1+0,05 \cdot 10 \cdot 0,2) \cdot 1,85 = 0,647 \text{ мин};$$

$$T_{оп} = 1,787+0,647 = 2,434 \text{ мин.}$$

При затратах времени $T_{об.от}$ равным 6% от оперативного $T_{оп}$ [5, с.214]:

$$T_{об.от} = 0,06 \cdot 2,434 = 0,146 \text{ мин.}$$

Норматив $T_{п-з}$ на наладку станка, инструмента и приспособления при установке заготовки на токарном станке в центрах определим по [5, с.215]:

$$T_{п-з} = 17 \text{ мин};$$

$$T_{шт} = 2,434+0,146 = 2,580 \text{ мин};$$

$$T_{шт-к} = 2,580+17/236 = 2,652 \text{ мин.}$$

Результаты расчетов норм времени на остальные операции выполняем аналогично, результаты заносим в таблицу 2.8.

Таблица 2.8- Нормы времени

№ оп	Наименование оп	T_o	T_B	$T_{оп}$	$T_{об.от}$	$T_{п-з}$	$T_{шт}$	n	$T_{шт-к}$
		МИН	МИН	МИН	МИН	МИН	МИН		МИН
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
05	Центровально-подрезная	0,508	0,777	1,285	0,077	26	1,362	236	1,472
10	Токарная (черновая)	1,787	0,647	2,434	0,146	17	2,580	236	2,652
15	Токарная (чистовая)	1,033	0,851	1,884	0,113	20	1,997	236	2,082
20	Фрезерная	6,545	0,721	7,266	0,436	27	7,702	236	7,816
25	Фрезерная	0,650	0,529	1,179	0,070	21	1,249	236	1,338
55	Центрошлифовальная	0,120	0,536	0,656	0,058	21	0,714	236	0,803
60	Круглошлифовальная	1,030	0,610	1,640	0,195	20	1,835	236	1,920
65	Круглошлифовальная	1,207	0,610	1,817	0,200	20	2,017	236	2,102
70	Круглошлифовальная	0,209	0,536	0,745	0,068	20	0,813	236	0,898

Продолжение таблицы 2.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
75	Заточная	2,310	0,573	2,883	0,337	21	3,220	236	3,310
80	Заточная	0,320	0,573	0,893	0,084	21	0,977	236	1,065
85	Заточная	0,880	0,573	1,453	0,156	21	1,609	236	1,698
90	Заточная	1,417	0,684	2,101	0,232	21	2,333	236	2,422

3 Проектирование станочного и контрольного приспособлений

3.1 Проектирование станочного приспособления

3.1.1 Анализ конструкции базового приспособления.

Цели проектирования

На 010 токарной операции для закрепления детали в базовом варианте применяется 3-х кулачковый поводковый рычажный патрон. Обработка производится за два установа.

Задача проектирования – спроектировать новый токарный поводковый патрон с торцовым поджимом, который позволяет обработать весь контур заготовки за один установ.

3.1.2 Расчет усилия резания

При точении ведем расчет по главной составляющей силы резания P_z , она определена нами в п. 2.8.1.5.6: $P_z = 1714 \text{ Н}$.

3.1.3 Расчет усилий закрепления заготовки

Система сил воздействует на заготовку в процессе обработки: сила резания, стремится повернуть заготовку, а сила зажима препятствует этому. Усилие зажима, в данном случае, определяется из условия равновесия моментов этих сил с учетом коэффициента запаса.

Схема действий сил резания и сил зажима показана на рисунке 3.1.

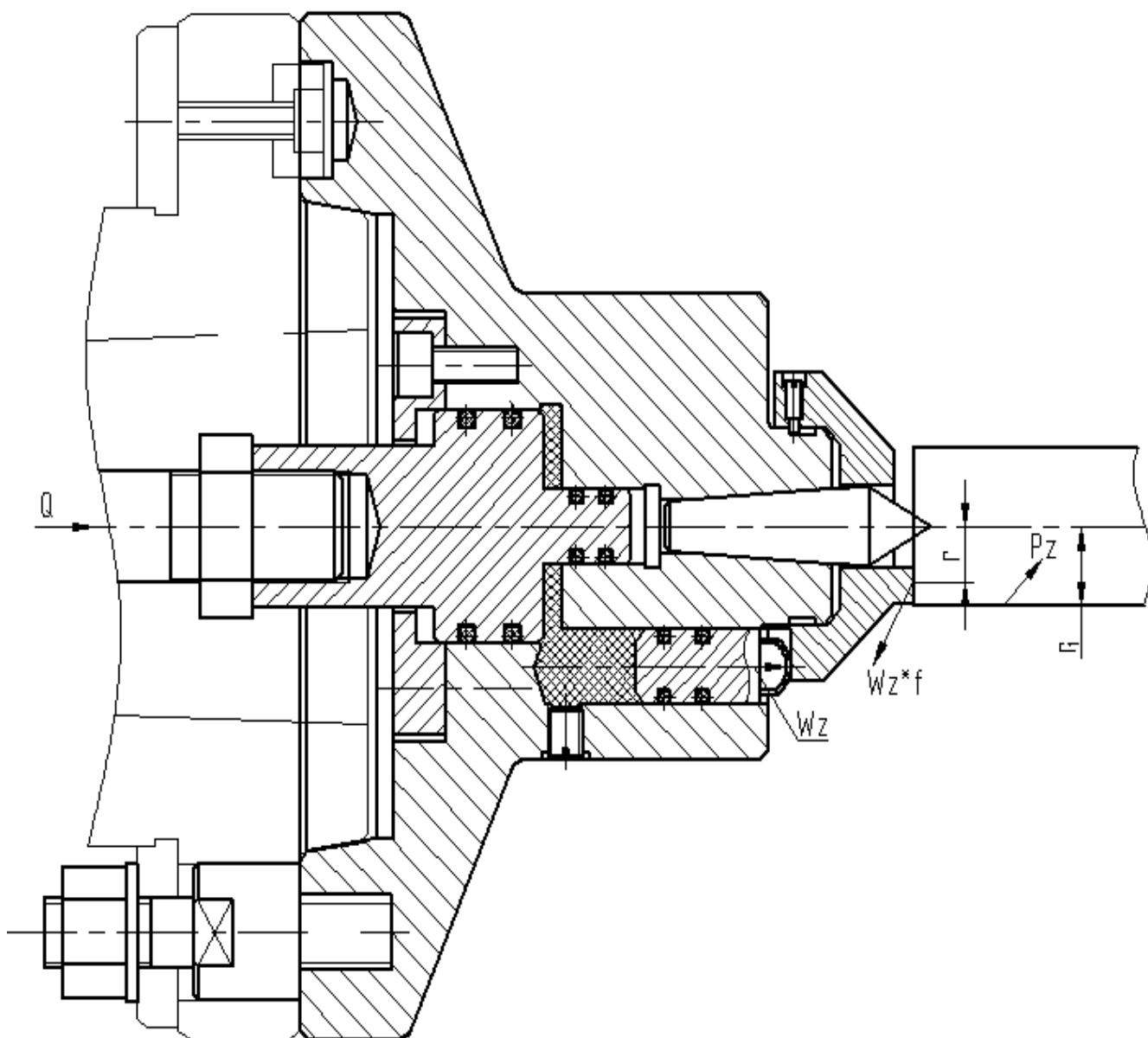


Рисунок 3.1 - Схема действий сил резания и сил зажима

Сила P_z при обработке создает момент резания $M_{рез}$, которому противодействует момент трения $M_{тр}$ между установочной поверхностью торцовых опор и обрабатываемой заготовки.

Тогда условие равновесия определяется по формуле:

$$M_{тр} = K \cdot M_{рез}, \quad (3.1)$$

где K - коэффициент запаса;

Суммарный момент резания $M_{рез}$ от тангенциальной составляющей силы резания определяется по формуле:

$$M_{рез} = P_Z \cdot r_1, \quad (3.2)$$

где P_Z – тангенциальная составляющая силы резания, Н;

r_1 - радиус обрабатываемой поверхности, мм.

Суммарный момент трения $M_{тр}$ определяется по формуле:

$$M_{тр} = T \cdot r = W_Z \cdot f \cdot r, \quad (3.3)$$

где T – суммарная сила трения в местах между установочной поверхностью торцовых опор и обрабатываемой заготовки, Н;

W_Z – суммарная сила зажима, Н;

f – коэффициент трения на рабочей поверхности опор; При опорах с рифлениями $f = 0,8$ [2, с. 153];

r - радиус зажимаемой поверхности, мм.

Из равенства моментов $M_{рез}$ и $M_{тр}$ определим необходимое усилие зажима по формуле:

$$W_z = \frac{K \cdot P_z \cdot r_1}{f \cdot r}, \quad (3.4)$$

Коэффициент запаса K определяется по формуле [16, с.382]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (3.5)$$

где K_0 - гарантированный коэффициент запаса, $K_0 = 1,5$ [16, с.382];

K_{1-6} – поправочные коэффициенты

Подставим определенные значения коэффициентов в формулу (3.5):
 $K=1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,16$, тогда $K < 2,5$ принимаем $K=2,5$.

Тогда силу зажима, определим подставив значения в формулу (3.4):

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 1714 \cdot 35,3 / 2}{0,8 \cdot 28 / 2} = 6752 \text{ Н.}$$

3.1.4 Расчет зажимного механизма

Схема зажимного механизма представлена на рисунке 3.1.

Сила тяги привода Q , необходимая для обеспечения силы зажима W_z определяется по формуле:

$$Q = K_1 \cdot W_z / i, \quad (3.6)$$

где $K_1 = (1,05 \div 1,2)$ – коэффициент, учитывающий дополнительные силы трения в патроне, принимаем $K_1 = 1,15$;

$i=2,0$ - передаточное отношение патрона (разность площадей штока и толкателей).

Подставим определенные значения в формулу (3.6):

$$Q = 1,15 \cdot 6752 / 2,0 = 3882 \text{ Н.}$$

3.1.5 Расчет силового привода

В качестве привода принимаем пневмоцилиндр двустороннего действия с рабочим давлением $0,63$ МПа.

Определим диаметр поршня пневмоцилиндра по формуле [16, с. 449]:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}, \quad (3.7)$$

где p - рабочее давление, МПа;

$\eta = 0,9$ -КПД привода.

Подставим определенные значения коэффициентов в формулу (3.7):

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{3882}{0,63 \cdot 0,9}} = 93,5 \text{ мм.}$$

Принимаем по ГОСТ 15608-81 стандартное значение присоединяемого пневмоцилиндра $D = 100$ мм.

Определим ход торцовых опор по формуле:

$$S_o = S_{\Pi} / i , \quad (3.8)$$

где $S_o = 3$ мм – ход опор, мм;

S_{Π} – ход поршня, мм;

$i = 2,0$ - передаточное отношение зажимного механизма по перемещению.

Подставим определенные значения коэффициентов в формулу (3.8), получим: $S_o = 3 / 2 = 1,5$ мм, принимаем $S_o = 1,5$ мм.

3.1.6 Описание конструкции и принципа работы приспособления

Приспособление состоит из поводкового патрона и пневмопривода.

Патрон устанавливается на конец шпинделя и крепится с помощью пальцев 25 и гаек 18.

Патрон состоит из корпуса 3, в котором установлен поршень 8, крышка 6, крепящаяся винтами 14, центр 11 и три пальца 9.

На корпусе 3 с помощью винта 17 установлена опора 7 с рифлениями, которая упирается в торцы пальцев 9.

Полость патрона заполняется гидропластом 28. Винт 15 закрывает отверстие для залива гидропласта.

Для уплотнения поршня служат кольца 20 и 22, для уплотнения пальцев кольца 20.

Поршень 8 с помощью гайки 19 соединен с тягой 10. Тяга 10 с помощью гайки 19 соединена со шток-поршнем 12 пневмоцилиндра.

Пневмоцилиндр устанавливается на резьбовом конце шпинделя станка и фиксируется с помощью винта 16.

Пневмоцилиндр содержит корпус 4, в котором с помощью винтов 14 с шайбами 27 установлена крышка 5. В пневмоцилиндре установлен шток-поршень 12, через отверстие которого проходит трубка муфты 1 для подвода воздуха.

Муфта 1 установлена в корпусе 4 с помощью винтов 13 с шайбами 26.

Для уплотнения в пневмоцилиндре установлены уплотнительные кольца 21,23,24.

Для предотвращения ударов поршня в стенках крышки 5 и корпуса 4 установлены демпферы 2.

Патрон работает следующим образом:

Заготовка устанавливается на центре 11 и поджимается задним центром. При подаче воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра шток-поршень 12 толкает тягу 10 и поршень 8 вперед, поршень 8 давит на гидропласт 28, он, перетекая в полости давит на пальцы 9, которые движутся вперед и опора 7 рифлеными торцами передают вращение на заготовку. Опора 7 установлена на корпусе 3 с большим зазором, чтобы иметь возможность поворачиваться, самоустанавливаясь по торцу заготовки.

При подаче воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра поршень тянет тягу 10 и поршень 8 назад, поршень 8, пальцы 9 отходят и раскрепляет заготовку.

3.2 Проектирования контрольного приспособления

3.2.1 Анализ конструкции базового приспособления.

Цели проектирования

На 105 операции Контрольная происходит окончательный выборочный контроль геометрических параметров зенкера.

После шлифовальных операций происходит контроль биения базовых поверхностей относительно оси центров. Спроектируем приспособление для контроля биения, взяв за основу приспособления для аналогичных деталей.

Вместо механических индикаторов применим блок контрольный Mitutoyo 542-923А с индикаторной головкой с точностью изменения 0,0001 мм.

3.2.2 Описание конструкции приспособления

Приспособление содержит основание 8, к которому винтами 2 с гайками 5 и шайбами 20 крепятся стойки 12 и 13. В стойке 12 с помощью винта 17 с шайбой 20 установлен центр 14. В стойке 13 с помощью установлена втулка 4. Во втулке 4 установлен центр 15, подпружиненный с помощью пружины 18, установленной на центре и упирающейся в пробку 10. На резьбовом конце центра 15 установлена рукоятка 11.

К плите 8 винтами 16 с шайбами 19 крепится плита 9. На плиту 9 устанавливается корпуса 6, к которым винтом 3 крепится индикаторная головка контрольного блока Mitutoyo 542-923А.

Основание 8 устанавливается на контрольный стол с помощью ножек 7.

Приспособление работает следующим образом.

Деталь устанавливают в центрах. К контролируемой шейке детали подводят вставку индикаторной головке, деталь проворачивают на 360° и по показаниям контрольного блока, к которому подключена индикаторная головка, определяют величину радиального биения относительно оси центров.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Отрезка	Заготовительная операция	Заготовитель (резчик металла)	Абразивно-отрезной станок СИ-30	Металл
2	Центровка и подрезка	Центровально-подрезная операция	Сверловщик	Центровально-подрезной п/а 2Г922	Металл, СОЖ
3	Точение	Токарная операция	Оператор станка с ЧПУ	Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16Б16Т1	Металл, СОЖ
4	Фрезерование	Фрезерная операция	Оператор станка с ЧПУ	Горизонтальный фрезерно-расточной с ЧПУ 500Н	Металл, СОЖ
5	Круглое шлифование	Круглошлифовальная операция	Шлифовщик	Круглошлифовальный п/а 3М151	Металл, СОЖ
6	Затачивание	Заточная операция	Заточник	Заточной с ЧПУ ВЗ-392Ф4	Металл, СОЖ

4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
1	2	3	4
1	Заготовительная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте	Абразивно-отрезной станок СИ-30
2	Центровально-подрезная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Центровально-подрезной п/а 2Г922
3	Токарная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ), острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16Б16Т1
4	Фрезерная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ), острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Горизонтальный фрезерно-расточной с ЧПУ 500Н

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
5	Круглошлифовальная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и абразивная стружка, металлическая пыль); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Круглошлифовальный п/а 3М151
6	Заточная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и абразивная стружка, металлическая пыль); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Заточной с ЧПУ ВЗ-392Ф4

4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

В данном разделе необходимо подобрать и обосновать используемые организационно-технические методы и технические средства (способы, устройства) защиты, частичного снижения, или полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора

Таблица 4.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3	4
1	Движущиеся машины и механизмы	Соблюдение правил безопасности выполнения работ	Каска защитная, очки защитные
2	Подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки	Ограждение оборудования	Каска защитная, очки защитные

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
3	Фиброгенное воздействие (пыль и загазованность, абразивная стружка, металлическая пыль)	Применение приточно-вытяжной вентиляции	Респиратор
4	Повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации	Наладка оборудования, увеличение жесткости оборудования для уменьшения резонансных колебаний, использование материалов способных поглощать колебания	Противошумные наушники, вкладыши, шлемы
5	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Притупление острых кромок, удаление заусенцев на слесарных операциях	Перчатки, рукавицы, напальчники

4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов)

В данном разделе проводится идентификация потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара с разработкой технических средств и/или организационных методов по обеспечению (улучшению) пожарной безопасности технического объекта (производственно-технологического и инженерно-технического оборудования, произведенной продукции, используемых сырьевых материалов, а также должны быть указаны реализующиеся пожаробезопасные характеристики произведенных технических объектов в процессах их эксплуатации (хранения, конечной утилизации по завершению жизненного цикла).

4.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

Пожары классифицируются по виду горючего материала и подразделяются на следующие классы:

- 1) пожары, связанные с горением твердых горючих веществ и конструктивных материалов (А);

- 2) пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В);
- 3) пожары, связанные с воспламенением и горением газов (С);
- 4) пожары, связанные с воспламенением и горением металлов (D);
- 5) пожары, связанные с воспламенением и горением веществ и материалов электроустановок, находящихся под электрическим напряжением (E);
- 6) пожары радиоактивных веществ материалов и радиоактивных отходов (F).

К опасным факторам пожара, воздействующим на людей и материальное имущество, относятся:

- 1) пламя и искры;
- 2) тепловой поток;
- 3) повышенная температура окружающей среды;
- 4) повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения;
- 5) пониженная концентрация кислорода;
- 6) снижение видимости в дыму (задымленных пространственных зонах).

К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся:

1) образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, транспортных средств, энергетического оборудования, технологических установок, производственного и инженерно-технического оборудования, агрегатов и трубопроводных нефте-газо-амиакопроводов, произведенной и/или хранящейся продукции и материалов и иного имущества;

2) образующиеся радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных пожаром технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества, горящего технического объекта;

3) вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;

4) опасные факторы взрыва, возникающие вследствие происшедшего пожара;

5) термохимические воздействия используемых при пожаре огнетушащих веществ на предметы и людей.

По результатам выполненной идентификации опасных факторов пожара оформляется таблица 4.4.

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5	6
1	Участок лезвийной обработки	Центровально-подрезной п/а 2Г922 Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16Б16Т1 Горизонтальный фрезерно-расточной с ЧПУ 500Н	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	Пламя и искры	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества Воздействие огнетушащих веществ
2	Участок абразивной обработки	Абразивно-отрезной станок СИ-30 Круглошлифовальный п/а 3М151 Заточной с ЧПУ ВЗ-392Ф4	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	Пламя и искры	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества. Воздействие огнетушащих веществ

4.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта (ВКР)

Таблица 4.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
Огнетушители, внутреннее пожарные краны, ящики с песком	Пожарные автомобили, пожарные лестницы	Оборудование для пенного пожаротушения	Приборы приемно-контрольные пожарные, технические средства оповещения и управления эвакуацией пожарные	Напорные пожарные рукава, ручкавные разветвления	Веревки пожарные, карабины пожарные, респираторы, противогазы	Ломы, багры, топоры, лопаты, комплект диэлектрический	Автоматические извещатели

4.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

В данном разделе разрабатываются организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению возникновения пожара или опасных факторов способствующих возникновению пожара.

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

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Фрезерная операция Горизонтальный фрезерно-расточной с ЧПУ 500Н	Контроль за правильной эксплуатацией оборудования, содержание в исправном состоянии оборудования, проведение инструктажа по пожарной опасности, применение автоматических устройств обнаружения, оповещения и тушения пожаров	Проведение противопожарных инструктажей, запрет на курение и применение открытого огня в запрещенных местах, соблюдение мер пожарной безопасности при проведении огневых работ, применение средств пожаротушения, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

В данном разделе проводится идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при реализации технологического процесса. Разрабатываются конкретные технические и организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду производимом данным техническим объектом в процессе его производства, технической эксплуатации и конечной утилизации по завершению его жизненного цикла.

4.5.1 По виду реализуемого производственно-технологического процесса, и осуществляемой функциональной эксплуатацией техническим объектом - необходимо провести идентификацию негативных экологических факторов, результа-

ты которой отражены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Фрезерование	Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6904ВМФ2	Пыль стальная	Взвешенные вещества, нефтепродукты	Основная часть отходов хранится в металлических контейнерах емкостью 1,0 м ³

4.5.2 Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта (ВКР) согласно нормативных документов.

Таблица 4.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Фрезерование
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Применение «сухих» механических пылеуловителей
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Переход предприятия на замкнутый цикл водоснабжения
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Соблюдении правил хранения, периодичности вывоза отходов на захоронение

4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса изготовления зенкера специального, перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое и инженерно-техническое оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы, комплектующие изделия и производимые изделия.

Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу изготовления зенкера специального, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ.

Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, подобраны средства индивидуальной защиты для работников.

Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности. Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте.

Идентифицированы экологические факторы и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте.

5 Экономическая эффективность работы

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

Для выполнения данного раздела, будем использовать описанные условия и рассчитанные параметры технологического процесса изготовления детали «Зенкер специальный». Особый интерес из этой информации для экономической эффективности работы представляют изменения, а точнее отличия между сравниваемыми вариантами. Поэтому считаем необходимым указать только эти изменения, которые, в конечном счете, и позволят сделать вывод о целесообразности описанных изменений. Краткое описание сравнений по вариантам представлено в виде таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Краткая сравнительная характеристика вариантов ТП

Базовый вариант	Проектируемый вариант
1	2
<p>Операция 090 – Заточная</p> <p>Затачивание задних поверхностей режущей пластины с торца производится в ручном цикле.</p> <p><u>Оборудование</u> – универсально-заточной станок, модель 3А64Д.</p> <p><u>Оснастка</u> – универсальное цанговое поворотное приспособление.</p> <p><u>Инструмент</u> – шлифовальный круг 11 100×20×15 63CF60K8VA 35м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007.</p>	<p>Операция 090 – Заточная</p> <p>Затачивание задних поверхностей режущей пластины с торца производится в автоматическом цикле.</p> <p><u>Оборудование</u> – шлифовально-заточной станок с ЧПУ, модель В3417Ф4.</p> <p><u>Оснастка</u> – специальное цанговое приспособление с пневмоприводом ГОСТ 12195-66.</p> <p><u>Инструмент</u> – шлифовальный круг 11 100×20×15 63CF60K8VA 35м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007.</p>

Продолжение таблицы 5.1

1	2
Масса детали $M = 1,6$ кг. Масса заготовки (прокат) $M_z = 2,44$ кг. Материал корпуса зенкера – сталь 19ХГН ГОСТ 4543-71. Материал режущих пластин - ВК6 ГОСТ 3882-74.	
Тип производства – среднесерийный Условия труда – нормальные. Форма оплата труда – повременно-премиальная.	

Кроме представленных сравнительных параметров, для экономического обоснования нам понадобятся программа выпуска и трудоемкость выполнения операций, которые представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Краткое описание дополнительных исходных данных для экономического обоснования по сравниваемым вариантам

№	Показатели	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей	
			Базовый	Проектный
1	Годовая программа выпуска	$P_G, шт.$	10000	10000
2	Норма штучного времени, в том числе и машинное время	$T_{шт}, мин.$ $T_{маш}, мин.$	4,573 2,938	2,422 1,417

С учетом представленных изменений необходимо экономически обосновать целесообразность их внедрения, для этого, применяя методику «Экономического обоснования совершенствования технологического процесса механической обработки» [10], последовательно определим: капитальные вложения, полную себестоимость и экономическую эффективность.

Все экономические значения для проведения необходимых расчетов были получены на кафедре «Управление инновациями и маркетинг» от консультанта раздела.

Далее, применения программного обеспечение Microsoft Excel и имеющиеся данные, были получены следующие значения:

– капитальные вложения в проектируемый вариант, учитывающие приобретение нового оборудования, замену оснастки и инструмента, затраты на проектирование и многое другое, которые составляют $K_{ВВ.ПР} = 330198,99$ руб. Они учитывают только вложения применительно к заданной программе выпуска;

– полная себестоимость выполнения рассматриваемых операций по вариантам: $C_{ПОЛН(БАЗ)} = 59,07$ руб., $C_{ПОЛН(ПР)} = 31,02$ руб. Представленные значения не учитывают затраты, связанные материалами, т.к. согласно описанию, ни материал, ни метод получения заготовки не были изменены, поэтому не могут оказывать влияния по конечный результат.

Все вышеперечисленное, является достаточным материалом для проведения завершающего этапа – экономического обоснования. Согласно представленной ранее методике [10] выполним этот этап по следующему алгоритму:

$$\Pi_{Р.ОЖ} = \mathcal{E}_{УГ} = (C_{ПОЛН(БАЗ)} - C_{ПОЛН(ПР)}) \cdot \Pi_{Г} \quad (5.1)$$

$$\Pi_{Р.ОЖ} = \mathcal{E}_{УГ} = (59,07 - 31,02) \cdot 10000 = 280500 \text{ руб.}$$

$$H_{ПРИБ} = \Pi_{Р.ОЖ} \cdot K_{НАЛ} \quad (5.2)$$

$$H_{ПРИБ} = 280500 \cdot 0,2 = 56100 \text{ руб.}$$

$$\Pi_{Р.ЧИСТ} = \Pi_{Р.ОЖ} - H_{ПРИБ} \quad (5.3)$$

$$\Pi_{Р.ЧИСТ} = 280500 - 56100 = 224400 \text{ руб.}$$

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{K_{ВВ.ПР}}{\Pi_{Р.ЧИСТ}} + 1, \quad (5.4)$$

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{330198,99}{224400} + 1 = 2,47 = 3 \text{ года}$$

$$D_{\text{ДИСК.ОБЩ}} = \Pi_{\text{Р.ЧИСТ.ДИСК}}(T) = \sum_1^T \Pi_{\text{Р.ЧИСТ}} \cdot \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (5.5)$$

$$D_{\text{ДИСК.ОБЩ}} = \Pi_{\text{Р.ЧИСТ.ДИСК}}(T) = 224400 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,2)^1} + \frac{1}{(1+0,2)^2} + \frac{1}{(1+0,2)^3} \right) = 407510,4 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД} = D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} - K_{\text{ВВ.ПР}} \text{ руб.} \quad (5.6)$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД} = 407510,4 - 330198,99 = 77311,41 \text{ руб.}$$

$$\text{ИД} = \frac{D_{\text{ОБЩ.ДИСК}}}{K_{\text{ВВ.ПР}}} \quad (5.7)$$

$$\text{ИД} = \frac{407510,4}{330198,99} = 1,23 \text{ руб./руб.}$$

Расчеты доказали целесообразность предлагаемых изменений по операциям 090 технологического процесса изготовления детали «Зенкер специальный». В результате чего предприятие имеет возможность получить дополнительную прибыль от снижения себестоимости, в размере 224400 руб., а также достичь экономического эффекта положительной величины – 77311,41 руб.

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы были решены задачи, сформулированные в п. первом разделе работы и достигнута основная цель работы - обеспечить заданный объем выпуска детали «Зенкер», снижение себестоимости изготовления и повышения качества изготовления по сравнению с базовым вариантом технологического процесса.

Был разработан новый технологический процесс изготовления детали для условий среднесерийного типа производства, разработана заготовка, полученная из проката с припусками, рассчитанными аналитическим методом. При проектировании ТП применено высокопроизводительное оборудование (станки с ЧПУ, автоматы, полуавтоматы), оснастка с механизированным приводом, высокопроизводительный комбинированный инструмент с износостойкими покрытиями. Для снижения штучного времени вместо ручной слесарной операции применена электрохимическая.

Спроектированы патрон поводковый с центром для токарной операции и приспособление для контроля биения с помощью контрольного блока Mitutoyo 542-923A с точностью 0,1 мкм.

Экономический эффект от внедрения изменений составит 77311,41 рублей.

Список используемой литературы

- 1 Барановский Ю.В. Режимы резания металлов, 1995.
- 2 Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений, 1980
- 3 Боровков В.М. Разработка и проектирование чертежа штамповки 2013
- 4 Боровков В.М. Экономическое обоснование выбора заготовки при проектировании технологического процесса, 2013
- 5 Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения, 2007
- 6 Гордеев А.В. Выбор метода получения заготовки., 2004.
- 7 Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта», 2016
- 8 ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные 1990. – 86 с.
- 9 Добрыднев И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения" 1985
- 10 Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей, 2015
- 11 Михайлов А.В. Методические указания для студентов по выполнению курсового проекта по специальности 151001 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения, 2008.
- 12 Нефедов Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техниках, 1986
- 13 Нефедов Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту, 1990
- 14 Справочник технолога - машиностроителя Т. 1 / А.М.Дальский, 2003.
- 15 Справочник технолога - машиностроителя Т. 2 / А.М.Дальский 2003.
- 16 Станочные приспособления: Справочник Т. 1./ Б.Н. Вардашкин, 1984
- 17 Таймингс, Р. Машиностроение. Режущий инструмент, 2008
- 18 Ткачук, К.Н. Безопасность труда в промышленности 1982
- 19 Промсервис – М. Справочник оборудования. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://promservis24.ru/Directory>

20 Станкокомпания «Гигант». Техническая документация на станки. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.gig-ant.com/import/58/>

21 База нормативной технической документации. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.complexdoc.ru/>

Приложения

1. Маршрутная карта технологического процесса.
2. Операционные карты.
3. Спецификация к чертежу станочного приспособления.
4. Спецификация к чертежу контрольного приспособления.

ГОСТ 3.1105-84

Форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

01101.24.205/1 1

Разраб. Яльмеев
Проб. Расторгуев

ТГУ

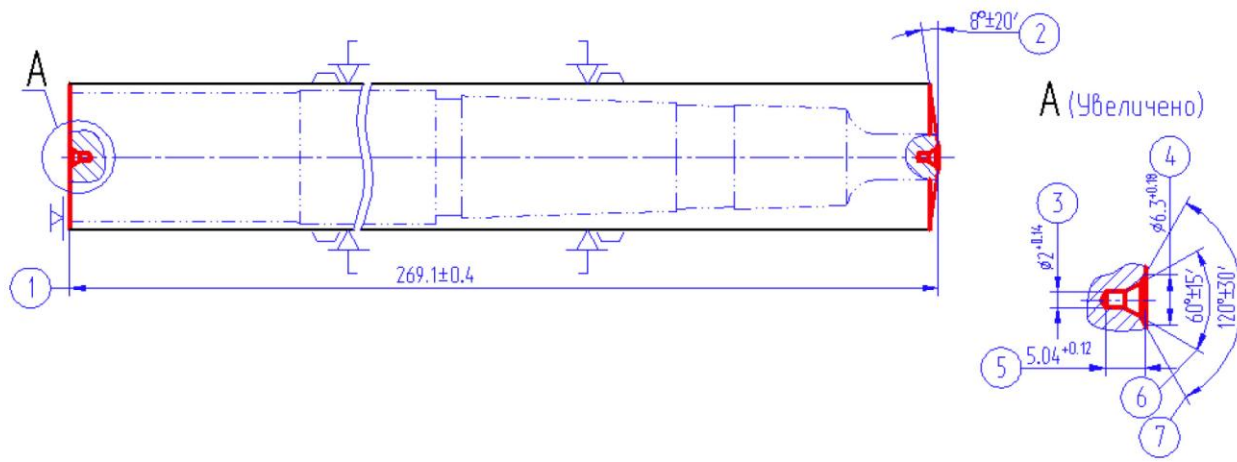
XXXX.XXXX
2014.00003

Н.контр.

Зенкер

Цех I Уч. I PM
Опер. 005

$\sqrt{Ra3,2}$



КЭ

ГОСТ 3.1105-84

Форма 7

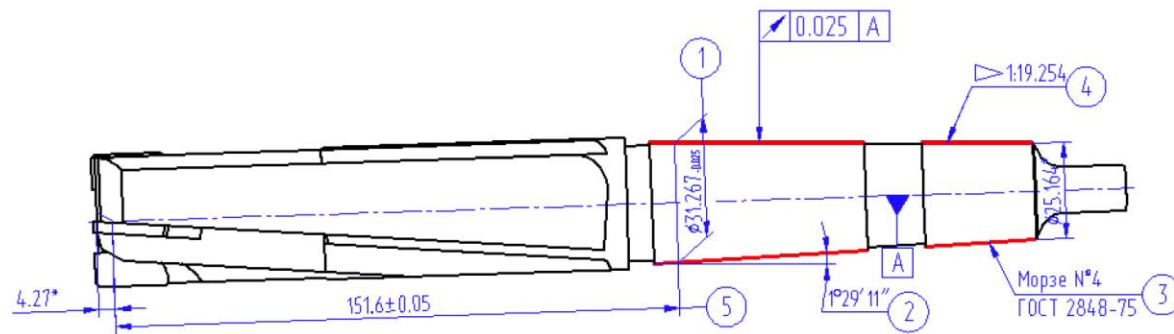
Дубл.			
Взам.			
Подп.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

01101.24.20511 1

Разраб.	Яльмеев			ТГУ	XXXX.XXXX 2014.1.00003
Проб.	Распорцев				
Н.контр.				Цех Уч. IPM	Опер. 060

√Ra0.63



*Размер для справок

КЭ

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Стандартные изделия</u>		
				<u>Винты ГОСТ 11738-72</u>		
		13		M6x15.88	4	
		14		M8x20.88	10	
				<u>Винты ГОСТ 1477-75</u>		
		15		M8x10.48	1	
		16		M10x12.48	1	
		17		Винт M4x11.48		
				ГОСТ 1478-75	1	
		18		Гайка M16-8		
				ГОСТ 12593-93	3	
		19		Гайка M24.5.		
				ГОСТ 5927-70	1	
				<u>Кольца ГОСТ 9833-73</u>		
		20		008-013-25-2-4	2	
		21		010-016-25-2-4	8	
		22		042-050-46-2-4	2	
		23		032-025-58-2-4	2	
		24		100-095-56-2	3	
		25		Палец M16-8		
				ГОСТ 12593-93	3	
				<u>Шайбы ГОСТ 6402-70</u>		
		26		6.65Г.029	4	
		27		8.65Г.029	10	
				<u>Материалы</u>		
		28		Гидропласт		
16.07. ТМ.552.60.000						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	2	

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			16.07.ТМ.552.61.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	16.07.ТМ.552.61.100	Головка индикаторная	1	
				<u>Детали</u>		
		2	16.07.ТМ.552.61.002	Винт	2	
		3	16.07.ТМ.552.61.003	Винт	1	
		4	16.07.ТМ.552.61.004	Втулка	1	
		5	16.07.ТМ.552.61.005	Гайка	1	
		6	16.07.ТМ.552.61.006	Корпус	1	
		7	16.07.ТМ.552.61.007	Ножка	4	
		8	16.07.ТМ.552.61.008	Основание	1	
		9	16.07.ТМ.552.61.009	Плита	1	
		10	16.07.ТМ.552.61.010	Пробка	1	
		11	16.07.ТМ.552.61.011	Рукоятка	1	
		12	16.07.ТМ.552.61.012	Стойка	1	
		13	16.07.ТМ.552.61.013	Стойка	1	
		14	16.07.ТМ.552.61.014	Центр	1	
		15	16.07.ТМ.552.61.015	Центр	1	
			16.07.ТМ.552.61.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Разраб.	Яльмеев					
Пров.	Расторгуев					
Н. Контр.	Виткалов					
Утв.	Бобровский					
Приспособление контрольное					Лит.	Лист
						1
					Листов	
					2	
					ТГУ, гр. ТМбз-1101	

