

АННОТАЦИЯ

Судиловский Максим Станиславович. Технология изготовления детали "Фланец редуктора". Бакалаврская работа. Тольятти: Тольяттинский государственный университет, 2018. – 66 с.

В выпускной работе подробно описывается проектирование технологии для изготовления редукторного фланца. Сначала анализировали технологичность конструкции детали. С учетом исходных данных, чертежа детали с требованиями и объема выпуска, для данной детали был выбран серийный тип производства. В соответствии с характеристиками серийного производства спроектирована технология.

Для снижения технологической себестоимости получения фланца, был выбран оптимальный метод получения заготовки. В данном случае это штамповка. Для всех поверхностей с учетом требований чертежа были выбраны наиболее оптимальные методы обработки. Все методы по виду сгруппированы потом в операции. За основу при проектировании был взят типовой техпроцесс изготовления детали типа фланец-крышка.

Предложено в работе:

- применить усовершенствованный технологический процесс изготовления фланца для среднесерийного производства;
- применить высокопроизводительные станки и оснастку;
- меры по изменению базового техпроцесса для повышения качества изготовления фланца. Чтобы повысить эффективность токарных переходов по растачиванию предлагается использовать расточную борштангу. Ее особенностью является возможность измерения сил резания. Это используется для стабилизации деформации инструмента за

счет управления подачей инструмента. На шлифовании отверстия заготовку фланца предлагается закреплять в мембранном патроне.

В отдельных разделах работы приводятся экономические расчеты для обоснования предложенных изменений в техпроцессе. А также предлагаются определенные мероприятия по экологической защите и охране труда.

ABSTRACT

Maksim Stanislavovich Sudilovsky The topic of the given thesis is The technology for the manufacture of the " Flange from the reducer "

The thesis describes in detail the design of technology for the manufacture of a reducer flange. We first analyzed the technological details of the design of the part. Taking into account the initial data, the drawing of the part with the requirements and the output volume, a serial production type was chosen for this part. In accordance with the characteristics of serial production, a technology has been designed.

To reduce the technological cost of producing a flange, the optimal method of obtaining the billet was chosen. In this case it is stamping. For all surfaces, taking into account the requirements of the drawing, the most optimal processing methods were chosen. All methods are grouped by type in the operation. As a basis for the design, a typical manufacturing process for the manufacture of a flange-cover part was taken.

Proposed in the work:

- apply the advanced technological process of manufacturing the flange for medium-sized production;
- use high-performance machines and equipment;
- Measures to change the basic process technology to improve the quality of the flange. To increase the efficiency of turning boring, it is proposed to use a boring bar. Its feature is the ability to measure cutting forces. This is used to stabilize tool deformation by controlling the feed of the tool. On the grinding of the hole, the flange preform is proposed to be fixed in a membrane cartridge.

The special part of the project economic calculations are presented to justify the proposed changes in the technological process. Also, certain measures are proposed for environmental protection and labor protection.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
1 Исходные данные	7
2 Технологическая часть работы	15
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента	33
4 Безопасность и экологичность работы	49
5. Экономическая эффективность работы	53
Заключение	57
Список используемых источников	58
Приложения	61

ВВЕДЕНИЕ

Работа связана с одним из этапов технической подготовки производства - технологической подготовкой производства. В ее основе лежит разработка, по возможности оптимального, технологического процесса. Цель – обеспечить заданный объем выпуска фланца при обеспечении заданного чертежом детали качества за установленный срок (один год) с минимальными затратами.

Этого можно достичь за счет технологического проектирования, которое состоит из комплекса проектных и расчетных работ, в которые входят проектирование технологического процесса в виде выбора методов обработки и последовательности операций из этих методов, подбор под указанные технологии оборудования, приспособлений, подходящего по номенклатуре, производительности и себестоимости режущего, а также вспомогательного инструмента. При необходимости можно отказаться от стандартного оснащения и использовать модернизированное оборудование или оснастку.

В работе рассматривается технология изготовления фланца, входящего в состав привода редуктора.

1 Исходные данные

1.1 Анализ служебного назначения детали

Фланец (рисунок 1.1) представляет собой деталь типа диск с шлицевым отверстием и фланцевой частью с крепежными отверстиями. Она работает в приводе, служит для передачи крутящего момента через шлицевую поверхность на крепежные элементы (резьбовые болты), проходящие через отверстия фланца.

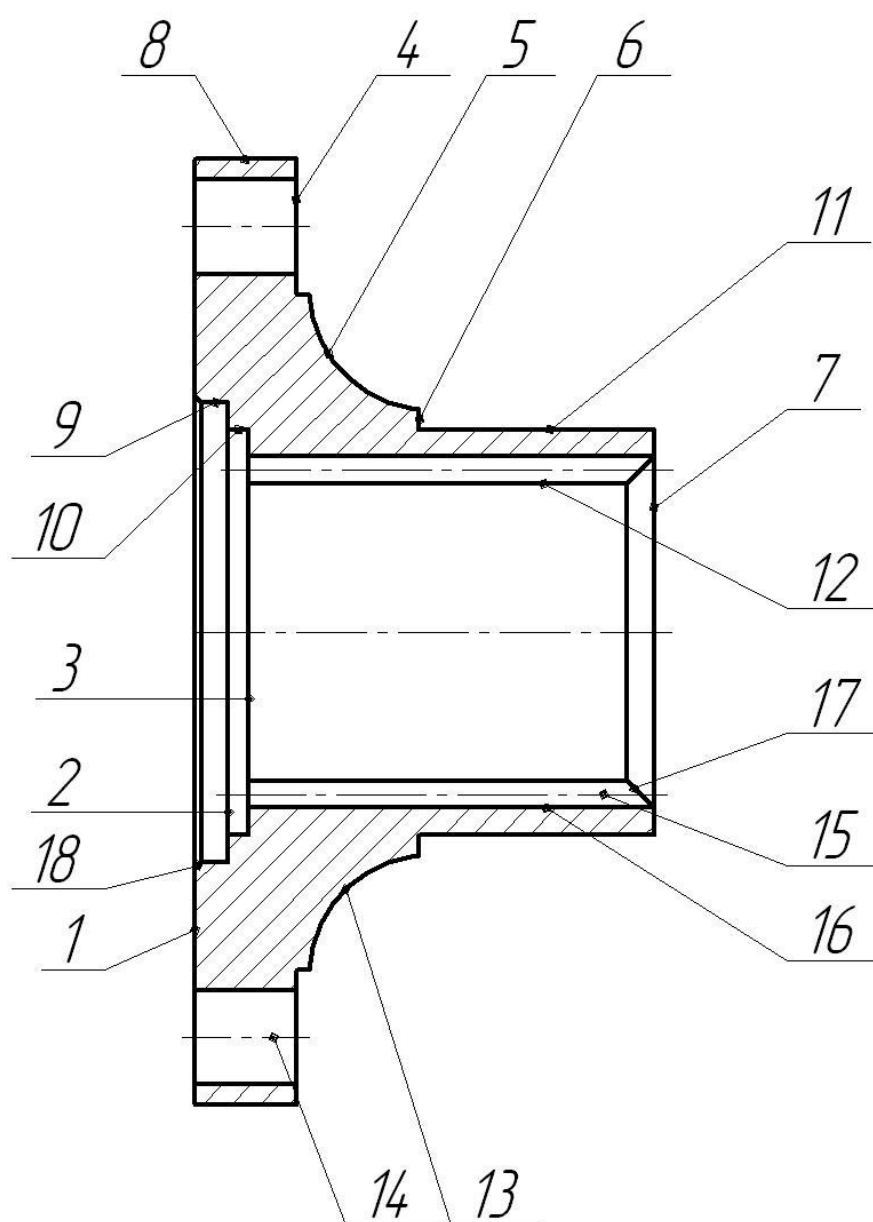


Рисунок 1.1 - Фланец

В узле деталь установлена в подшипник качения по наружной шейке. Выточки по торцу фланца используются для установки уплотнительных устройств для предотвращения попадания грязи внутрь узла и вытекания масла изнутри.

Условия работы фланца сложные комбинируются статические и динамические нагрузки. Деталь работает на изгиб.

1.2 Назначение, устройство и принцип работы

Корпус подшипников служит для крепления корпусов компрессора и турбины и для размещения подшипников ротора. Ротор вращается в подшипниках скольжения. Между наружной поверхностью подшипников и посадочной поверхностью подшипников в корпусе имеется зазор, заполненный маслом. Этот зазор играет роль демпфера при радиальных смещениях ротора в подшипниках.

Материал детали: Сталь 45 ГОСТ 4543-71(таблицы 1.1 и 1.2) .

Таблица 1.1 - Химический состав стали 45 ГОСТ 1050-80

Элемент	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	As	Cu
Содержание, %	0.42-0.50	0.17-0.37	0.5 – 0,8	до 0.25	до 0.04	до 0.035	0,25	0.08	до 0.25

Таблица 1.2 - Механические свойства стали 45 ГОСТ 1050-80.

Твердость HRC ₃ , не менее	Температура и среда заковки °C	Твердость HB	Предел прочности σ_B , МПа
45-50	850, масло	190	690

По свойствам из таблиц 1.1, 1.2. и состав и физико-механические свойства материала 45 соответствуют и назначению и условиям работы фланца.

По результатам классификации поверхностей у фланца с учетом назначения поверхностей даны требования, результаты сведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 - Назначение поверхностей фланца

№ поверхностей	Вид поверхностей
15,14	Исполнительные
6,11	Основные базы
2,9,3,10,1,4,14,11	Вспомогательные базы
2,15	
остальные	Свободные

1.3 Анализ конструкции фланца

Описание выполняем по рабочему чертежу фланца.

Чертеж фланца содержит необходимые информационные элементы, достаточные для полного представления о особенностях конструкции детали и составления технологического процесса ее изготовления.

Марка материала выбрана сталь 45 ГОСТ 1050-80 с твердостью при поставке 190 ± 5 HB, после закалки до 50 HRC.

На чертеже показаны все размеры, необходимые для изготовления и контроля детали. Точность для свободных размеров по 12 качеству (п.2 технических требований). Шероховатость свободной поверхности, которая указана на чертеже фланца относится к необрабатываемой поверхностям.

Технические требования включают в себя указание по твердости HRC 45-50, которая обеспечивается только закалкой.

Таблица 1.4. Характеристики поверхностей фланца

№ по рис.	Форма	Габариты	Точность	Допуск расположения	Допуск формы	Шероховатость, мкм
1.1						
1	2	3	4	5	6	7
1	Пл.	68	9			2,5
2	Пл.	5	12	Тор. биение 0,04		2,5
3	Пл.	6	12			6,3
4	Пл.	15	9			2,5
5	Фас.	18	12			20
6	Пл.	26	12			2,5
7	Пл.	28	9			2,5
8	Ц.н.	140	14			6,3
9	Отв.	68	8			1,25
10	Отв.	60	8			1,25
11	Ц.н.	60	6	Соосность 0,012	Круглость 0,008	1,25
12	Отв.	44	8			2,5
13	Фас.	18	12			20
14	Отв.	14	11	Поз. допуск 0,08		3,2
15	Зуб.	3	9			2,5
16	Зуб.	52	9			2,5
17	Фас.	4	12			2,5
18	Фас.	2	12			2,5
19	Ц.н.	100	8	Рад. биение 0,2		2,5

Примечания по таблице 1.4: Пл.-плоская; Отв. – отверстие; Ц.н. – цилиндрическая наружная; Зуб. - зубчатая; Фас. – фасонная.

1.4 Анализ обрабатываемых поверхностей детали

Заданных требований по материалу достаточно, т.к. на чертеже указана марка материал, и его ГОСТ. Наиболее целесообразно получение из данного материала заготовки, полученной методом проката.

Получение указанной твердости имеющимися средствами технического оснащения возможно. Уменьшение нецелесообразно, так как приведет к снижению работоспособности детали.

Заданные требования могут быть обеспечены стандартными технологиями для обработки типовых фланцев. По количеству обрабатываемых поверхностей и их протяженности требования не высокие, и уменьшить их невозможно, т.к. данная конструкция детали с ее конфигурацией и размерами определяются особенностями конструкции узла и условиями работы редуктора. Изменение конфигурации и самих параметров может привести к ухудшению условий работы или сделает ее невозможной.

Снижение требований по точности может привести к сложностям сборки узла, снижению ресурса его работы. Увеличение требований по точности приведет к значительному увеличению затрат на механическую обработку. Получение заявленной точности на стандартном оборудовании не представляет сложности.

Увеличение параметра шероховатости может привести к изменению параметров соединений, уменьшению усталостной выносливости, повышению износа трущихся поверхностей, быстрому выходу из строя уплотнений.

1.5 Анализ технологичности конструкции детали

По количественному анализу технологичности определяется коэффициент унификации для поверхностей

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

где n_y - число поверхностей унифицированных;

Σn - количество поверхностей.

$K_y=1$, т.к. все поверхности детали выполняются стандартным инструментом на стандартном универсальном оборудовании с использованием стандартной оснастки.

По чистоте поверхности используют коэффициент шероховатости

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

где B_{cp} - среднее арифметическое значение шероховатости, мкм;

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

где B_{ni} – шероховатость, мкм;

Σn_i – число поверхностей с одним значением шероховатости.

$$B_{cp} = (1,63 + 21,25 + 13,25 + 1,20 + 13,2) / 18 = 3,58 \text{ мкм.}$$

$$K_{ш} = 1 / 3,58 = 0,28.$$

Вывод: по данному показателю деталь технологична, т.к. $K_{ш} \leq 0,32$.

Фланец может быть получен с учетом материала (сталь 45) или из проката или из штамповки.

В конструкции детали унифицированы элементы - радиусы, угол фаски, что облегчает ее изготовление и контроль.

Деталь относится к классу фланцевых дисков, для которых есть разработанные типовые техпроцессы. Все поверхности имеют свободный инструментальный доступ для контроля или обработки.

В качестве черновых баз на первой операции необходимо использовать поверхности 7 и 11.

Максимальное значение параметров следующее:

шероховатости: Ra 1,2; точность- 6 квалитет (пов. 11).

Конструкция фланца является технологичной.

1.6 Формулировка задач

Задачи:

определиться с типом производства;

спроектировать на основе выбора заготовку;

спланировать переходы для поверхностей и объединить их в технологический маршрут;

подобрать средства оснащения под выбранное высокопроизводительное оборудование, включая зажимные приспособления, режущие инструменты и средства для контроля;

необходимо спроектировать технологические операции – включая их содержание, припуски и размеры, режимы резания, нормировать;

спроектировать зажимное приспособление для заготовки и инструмент;

обосновать усовершенствования технологии экономическим расчетом;

предусмотреть меры по безопасности труда и охране окружающей среды.

1.7 Определение типа производства

Трудоемкость изготовления фланца примерно средняя, так как при ее изготовлении необходим ряд специализированных операций по обработке шлицевых поверхностей, а также ряд высокоточных операций, связанных с обработкой цилиндрических шеек, отверстия и торцов. Деталь имеет небольшую массу (2,1 кг.) что при заданном годовом объеме $N=1000$ деталей задает тип производства - мелкосерийный.

Партия запуска:

$$n = \frac{N \cdot g}{254} \text{ шт}, \quad (1.1)$$

где $N=1000$ дет/год;

g – периодичность запуска (24 дня).

$$n = \frac{1000 \cdot 24}{254} = 94,4 \approx 95 \text{ шт.}$$

2 Технологическая часть работы

2.1 Выбор метода получения заготовки

Для выбора метода формирования исходной заготовки необходимо учесть материала детали (сталь 45), тип производства, конфигурацию и размеры фланца.

Можно сравнивать для данных условиях штамповку на КГШП или штамповку на молотах. Использование проката нецелесообразно из-за большого перепада диаметров шеек, а также отверстия. Такая особенность конструкции приводит к низкому коэффициенту использования материала.

Исходные данные для выбора сравнения способов сведены в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Данные для выбора заготовки

Параметр	№ варианта	
	1	2
Способ формования	Штамповка на КГШП	Штамповка на молотах
Класс точности по способу	T3	T4
Группа сложности	C2	C2
Масса заготовки, кг	3,9	5,3
Стоимость 1 тонны заготовок, C_i (руб.)	30000	12000
Стоимость 1 тонны стружки, $S_{отх}$ (руб.)	1500	1500
Группа стали (углерода до 0,6%)	M2	M2

Стоимость заготовки для обоих способов определяется как:

$$S_{заг1} = \left(\frac{C_1}{1000} \times \theta \times \kappa_T \times \kappa_C \times \kappa_B \times \kappa_M \times \kappa_{II} \right) - \varphi - q \times \frac{S_{отх}}{1000}; \quad (2.1)$$

где C_1 - стоимость 1 тонны заготовок;

θ – масса заготовки, кг;

g – масса фланца, кг;

$\kappa_T, \kappa_M, \kappa_C, \kappa_B, \kappa_{II}$ -коэффициенты, учитывающие условия обработки.

$$S_{заг1} = \left(\frac{30000}{1000} \times 3,9 \times 1,05 \times 0,87 \times 0,7 \times 1,13 \times 1 \right) - 6,9 - 2,1 \times \frac{1500}{1000} = 82,1 \text{ руб.},$$

$$S_{заг1} = \left(\frac{12000}{1000} \times 5,3 \times 1,03 \times 0,87 \times 0,9 \times 1,13 \times 1 \right) - 6,3 - 2,1 \times \frac{1500}{1000} = 53,2 \text{ руб.}$$

Для окончательного вывода учтем дополнительные расходы на обработку:

$$C_T = S_{заг} + P \cdot C_{мех} \cdot (1 - k_{им}) \quad (2.2)$$

$$C_{T1} = 82,1 + 1,9 \cdot 11,25 \cdot (1 - 0,54) = 321,7 \text{ руб.}$$

$$C_{T2} = 53,2 + 1,3 \cdot 11,25 \cdot (1 - 0,54) = 1299,6 \text{ руб.}$$

Принимаем как более выгодный способ получения заготовки фланца штамповкой на КГШП.

2.2 Выбор обработки для отдельных поверхностей

В соответствии с требованиями таблицы 1.4 (см. раздел 1) выберем последовательность обработки отдельных поверхностей. Полученные результаты сведены в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Последовательность обработки поверхностей

№ по рис.1.1	Точность	Технические требования	Ra, мкм	Переходы
1	2	3	4	5
1	9		2,5	Подрезка начерно (JT12;Ra 12.5); Подрезка начисто (JT9;Ra 3,2); Термообработка (закалка); Шлифование (JT7;Ra 2,5)
2	12	Тор. биение 0,04	2,5	Подрезка начерно (JT12;Ra 12.5); Подрезка начисто (JT9;Ra 2,5); Термообработка (закалка)
3	12		6,3	Подрезка начерно (JT12;Ra 12.5); Подрезка начисто (JT9;Ra 2,5); Термообработка (закалка)
4	9		2,5	Подрезка начерно (JT12;Ra 12.5); Подрезка начисто (JT9;Ra 2,5); Термообработка (закалка)
5	12		20	-
6	12		2,5	Подрезка начерно (JT12;Ra 12.5); Подрезка начисто (JT9;Ra

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5
				3,2); Термообработка (закалка); Шлифование (JT7;Ra 2,5)
7	9		2,5	Подрезка начерно (JT12;Ra 12.5); Подрезка начисто (JT9;Ra 3,2); Термообработка (закалка)
8	14		6,3	Обтачивание начерно (JT12;Ra 12.5); Обтачивание начисто (JT9;Ra 3,2); Термообработка (закалка)
9	8		1,25	Растачивание начерно (JT12;Ra 12.5); Растачивание начисто (JT8;Ra 1,25); Термообработка (закалка)
10	8		1,25	Растачивание начерно (JT12;Ra 12.5); Растачивание начисто (JT8;Ra 1,25); Термообработка (закалка)
11	6	Соосность 0,012 Круглость 0,008	1,25	Обтачивание начерно (JT12;Ra 12.5); Обтачивание начисто (JT9;Ra 3,2); Термообработка (закалка); Шлифование круглое (JT6;Ra

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5
				1,25)
12	8		2,5	Растачивание начерно (JT11; Ra 6,3); Растачивание начисто (JT8;Ra 2,5);
				Термообработка (закалка); Шлифование круглое внутреннее (JT7; Ra 1,25)
13	12		20	-
14	11	Поз. допуск 0,08	3,2	Сверление (JT10; Ra 3,2)
15	9		2,5	Растачивание начерно (JT11; Ra 6,3);
16	9		2,5	Растачивание начисто (JT8;Ra 2,5); Протягивание (JT9;Ra 1,25); Термообработка (закалка)
17	12		2,5	Растачивание начисто (JT8;Ra 2,5); Термообработка (закалка)
18	12		2,5	Растачивание начисто (JT8;Ra 2,5); Термообработка (закалка)
19	8	Радиальное биение 0,2	2,5	Обтачивание начерно (JT12;Ra 12.5); Обтачивание начисто (JT9;Ra 3,2); Термообработка (закалка)

2.3 Расчет припусков, операционных размеров

Припуски и напуски

Основные припуски на размеры

2,7 – длина 68, R_a 2,5;

2,5 – диаметр 140, R_a 6,3;

3,5 мм (табличный) – диаметр 44, R_a 2,5.

Дополнительные требования: отклонения формы (от плоскостности) – 0,6 мм; смещение по плоскости разъема штампа – 0,7 мм.

Штамповочные уклоны: на наружной поверхности равны 3° , в отверстиях – 5° .

Размеры штамповки:

Диаметр $140 + 2,5 \times 2 = 145$ мм.

Диаметр 44 – $3,5 \times 2 = 37$ мм (табличное значение, скорректируется по формулам).

Диаметр $60 + 3 \times 2 = 66$ мм.

Радиусы закругления – 2 мм.

Допускаемые отклонения размеров проставлены на чертеже штамповки.

2.4. Технологический маршрут

Согласно требований таблицы 1.2, разработан маршрут по обработке фланца. Одним из параметров технологичности фланца является возможность по применению типового техпроцесса. Разработанный усовершенствованный маршрут представлен в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Маршрут обработки детали

Операция	Оборудование	Переход	Обрабатываемые поверхности
1	2	3	4
000 Заготовительная	Штамповка		1,2,3,5,6
005 Токарная	Токарный	Точение черновое	1,8,18 2,3,9,10,12
	станок ТС1625Ф3	Растачивание черновое Точение черновое Растачивание черновое	4,6,11,7, 17
010 Токарная	Токарный обрабатывающий центр NEX-105 (габариты 1800x2170, мощность привода 3,7 кВт)	Точение чистовое Растачивание чистовое Точение чистовое Растачивание чистовое Сверление*	1,8,18 2,3,9,10,12 4,6,11,7, 17 14
020 Протяжная	Протяжный станок 7A523	Протягивание шлицев	15,16
025 термообработка	Печь индукционная	Закалка	все

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4
030 Внутришлифовальная	Внутришлифовальный 3К229В	Шлифовать отверстие Шлифовать плоскость	12 1
035 Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3С130ВФ10	Шлифовать шейку с торцом	11,6
040 Моечная	Камерная машина		Мойка, сушка всех поверхностей
045 Контрольная	Контрольный стол		Комплексный контроль

В базовом проекте технологии чистовая обработка по контуру детали и сверление отверстий во фланце разделены. Токарная выполняется на токарном винторезном модель ТС1625Ф3 (2795x1450, 25 кВт). Закрепление проводится в патроне самоцентрирующем. Точение ведется токарным контурным резцом МТJNR 2525М16М1 с материалом пластины Т15К6, растачивание резцом расточным А25Т-DCLNR/L09, Т15К6.

Сверление в базовом варианте выполняется на сверлильном станке 2Р135Ф2-1 с размерами в плане 1800x2170, и мощностью привода 3,7 кВт. Инструмент - сверло спиральное с коническим хвостовиком Р5М5 d=14 мм.

Для обеспечения высокой точности на токарной 005 операции как черновую технологическую базу примем торец 7 и поверхность 11. Далее базовые поверхности меняются на каждом установе/операции.

На токарных операциях за чистовые базы взяты торцы 1 или 7 и шейка 11 или отверстие 12.

2.5 Средства оснащения

В таблицу 2.4 сведены сведения о применяемом оснащении в соответствии с операциями в таблице 2.3.

Таблица 2.4 – Средства технического оснащения технологического процесса

№ Операции	Оборудование	Приспособление	Режущий инструмент	Средства контроля
1	2	3	4	5
005 Токарная	Токарно-винторезный станок ТС1625Ф3	Патрон трех кулачковый 7100-0005 ГОСТ2675-80	Резец контурный МТJNR 2525М16М1 Т5К10, Резец расточной А25Т- DCLNR/L09 Т5К10	Штангенциркуль ШЦ- II ГОСТ 160-80
010 Токарная	Токарный центр NEX-105	Патрон трех кулачковый 7100-0005 ГОСТ2675-80	Резец контурный МТJNR 2525М16М1 Т15К6, Резец расточной А25Т- DCLNR/L09 Т15К6,	Штангенциркуль ШЦ- II ГОСТ 160-80

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5
			борштанга расточная динамометр ическая	
015 Термообрабо тка	Печь индукционн ая			
020 Протяжная	Протяжный станок 7A523	Кольцо установочное	Протяжка шлицевая 1 номер – 2403-0998, 2 номер- 2403-0999	Штангенци ркуль ШЦ- II ГОСТ 160-80
025 Термообрабо тка	Печь индукционн ая			
030 Внутришлиф овальная	Внутришли фовальный станок 3К229В	Патрон мембранный	Круг шлифовальн ый 1 - 30x50x20 25A F60 L 6 V 35 AA; 5- 70x40x30	Микрометр МК-0 ГОСТ 6507-78
035 Круглошлиф овальная	Круглошлиф овальный станок 3С130ВФ10	Оправка гидропластмассо вая	Круг шлифовальн ый 5 - 300x70x120 25A F80 M 5 V 35 AA	Микрометр МК-0 ГОСТ 6507-78

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5
040 Моечная	Моечная машина			
045 Контрольная	Контрольный стенд			

2.6 Разработка операций

Операция для разработки – 010 токарная чистовая со сверлильным переходом.

Оборудование на данной операции токарно-фрезерный центр Takisawa NEX-105, который за счет приводного инструмента может обеспечить обработку отверстий, пазов, других элементов обрабатываемых на отдельных станках. Станок отличается повышенной точностью, виброустойчивостью, высокой скоростью вращения заготовки (6000 об/мин). Количество инструментов в револьверной головке – 8 штук.

Режущим инструментом являются: резец контурный MTJNR 2525M16M1 T15K6, резец расточной A25T-DCLNR/L09T15K6, борштанга расточная динамометрическая. Для контроля размеров применяется штангенциркуль ШЦ – II.

Обработка ведется с использованием СОЖ. Она необходима для снижения температуры в зоне резания, чтобы повысить стойкость режущего инструмента. Подача СОЖ в зону резания проводится распылением. Заготовка закрепляется в трех кулачковом патроне

Расчет припусков и операционных размеров приведен в таблице 2.5 и выполнен по методике [11] со схемой припусков на рисунке 2.1.

Расчет режимов резания проведен по методике [11].

Из расчета принимаем для отверстия глубину резания 0,18 мм, для наружной обработке учитывая повышенную жесткость заготовку глубину на чистовой можно взять равной 0,2 мм.

Подача для внутренней и внешней обработки можно взять: внешняя обработка - 0,2 мм/об; отверстие – 0,18 мм/об.

Скорость резания при растачивании по нормативам [сандвик] возьмем равной $v = 335$ м/мин; для внешней $v = 385$ м/мин.

Тогда вращение шпинделя станка равно:

$$n_p = \frac{1000 \times v}{\pi \times D} \text{ об/мин,} \quad (2.1)$$

где v – расчетная скорость резания, м/мин;

D – диаметр заготовки, мм.

Для фланца для наружной обработки примем $\varnothing 140$ мм, для отверстия $\varnothing 44$ мм:

$$n_p = \frac{1000 \times 385}{3,14 \times 140} = 875 \text{ об/мин.},$$

$$n_p = \frac{1000 \times 335}{3,14 \times 44} = 2667 \text{ об/мин.}$$

Фактическую скорость принимаем равной расчетной из-за бесступенчатого регулирования скорости вращения заготовки.

По переходам стойкость резцов: 1 переход – подрезка торца: для подрезного резца с твердосплавной пластиной Т15К6 и 2 переход: растачивание по контуру – Т15К6 - $T=40$ мин.; 3 переход: сверление Р6М5 – $T=30$ мин.

Таблица 2.4 – Припуски и размеры на шлицевой диаметр

Переход	Технологический допуск, мм	Припуск мин., мм	Rz, мкм	h, мкм	Δ , мкм	ε , мкм	Припуск мах., мм	Диаметр мин., мм	Диаметр мах., мм	Средний припуск/2=глубина резания. мм
Штамповка	3,2	(на диаметр)	80	400	700		(на диаметр)	37,8	41,1	
Растачивание первое	0,23	2,4	40	50	50	500	5,43	42,28	43,51	$3,9/2=1,95$
Растачивание чистовое	0,08	0,29	25	20	35	30	0,44	43,72	43,80	$0,36/2=0,18$
Протягивание	0,03	0,15	10	10	28	0	0,2	43,92	43,95	$0,17/2=0,085$
Шлифование внутреннее	0,016	0,070	5	5	21	5	0,084	44	44,016	$0,077/2=0,038$

Определим мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт} \quad (2.2)$$

где P_z – тангенциальная сила резания, Н.

$$P_z = 10C_p \cdot t^X S^Y v^n K_p, \quad (2.3)$$

где

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{jp} \cdot K_{lp} \cdot K_{rp} \quad (2.4)$$

учитывает условия резания. Расчет ведем для максимальных режимов

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,2^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 385^{-0,15} \cdot 0,93 = 68 \text{ Н} .$$

$$N = \frac{68 \cdot 385}{1020 \cdot 60} = 0,43 \text{ кВт} .$$

По паспорту мощность станка 5,5 кВт.

$$N_{\phi} < H_{\text{наст}}$$

$$0,43 < 0,85 \cdot 5,5.$$

Данный станок применим по мощности на 010 операции.

Припуск t мм на сверление:

$$t = D/2 = 14/2 = 7 \text{ мм}.$$

Выбираем подачу S_0 мм/об:

$$S_1 = 0,25 \cdot K_{1s} \cdot K_{жз} \cdot K_{oc} \text{ мм/об}, \quad (2.5)$$

где $K_{1s}=0,8$ – поправочный коэффициент на глубину резания;

$K_{жз}=0,8$ - поправочный коэффициент на жесткость системы;

$K_{oc}=0,8$ - поправочный коэффициент на достижение более высокого качества отверстия.

$$S_0 = 0,15 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 0,08 \text{ мм/об}.$$

Рассчитаем скорость резания для сверления: $v=80$ мм/об.

Рассчитаем частоту вращения сверла:

$$n_1 = 1000 \cdot 80 / (3,14 \cdot 14) = 1820 \text{ об/мин}.$$

Основное время определяется по формуле [2]:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S}, \text{ мин} \quad (2.6)$$

где L – длина обработки, включая врезание резца $y=1$ мм и его перебеги $\Delta=2$ мм. Определяем основное время по установам:

Установ А:

$$T_o^1 = \frac{48 + 2 + 3}{875 \cdot 0,2} + \frac{68,5 + 2 + 3 + (12 + 3)2 + (8 + 3)}{2667 \cdot 0,18} = 0,63 \text{ мин};$$

Установ Б:

$$T_o^2 = \frac{20 + 2 + 30 + 3 + 3 + 3}{157} + \frac{7 + 3}{480} = 0,415 \text{ мин};$$

Сверление

$$T_o^3 = \frac{8(15 + 3 + 3)}{1820 \cdot 0,08} = 1,15 \text{ мин.};$$

Определим штучное время на операцию

$$T_{шт} = T_o + T_{\epsilon} + T_{обс} + T_{отд} + T_{орг}, \text{ мин.} \quad (2.7)$$

где T_o - операционное время;

$T_{обс}$ и $T_{отд}$ - время обслуживания и на отдых;

$$T_{\epsilon} = T_{yc} + T_{yn} + T_{из} \quad (2.8)$$

где T_{yc} - время на установку заготовки, мин.;

T_{yn} - время управления станком, мин.;

$T_{из}$ - время измерений, мин.

В данном случае:

$$T_{\epsilon} = (0,2 \cdot 2 + 0,04 \cdot 3 + 0,06 + 0,02 + 0,1)1,85 = 1 \text{ мин.}$$

$$T_{отд} = 0,05\% (T_o) \quad (2.9)$$

$$T_o = \sum_{i=1}^n T_{ion} = 2,2 + 1,0 = 3,2 \text{ мин.}$$

Тогда $T_{отд} = 0,05 \cdot 3,2 = 0,15 \text{ мин.}$

$$T_{обс.орг} = 0,06\% (T_o) \Rightarrow 0,06 \cdot 3,2 = 0,18 \text{ мин.} \quad (2.10)$$

Тогда штучное время на операцию:

$$T_{\text{шт}} = 2,2 + 1,0 + 0,15 + 0,18 = 3,53 \text{ мин.}$$

Штучно-калькуляционное время

$$T_{\text{шт-к}} = \frac{T_{\text{п.з}}}{n} + T_{\text{шт}}, \quad (2.11)$$

где $T_{\text{п.з}}$ – подготовительно-заключительное время, мин.

$$T_{\text{шт-к}} = \frac{15}{95} + 3,53 = 3,69 \text{ мин.}$$

Остальные операции нормированы аналогично. Результаты расчета режимов резания и норм времени сведены в таблицы 2.5. и 2.6.

Таблица 2.5 Режимы резания, назначенные по справочным данным

005 токарная черновая					
№ перехода	t, мм	S, мм/об	S _{мин} , мм/мин	V, м/мин	n, об/мин
точение	2,0	0,6	248	182	410
расточивание	1,95	0,4	467	165	1160
010 токарная чистовая					
№ перехода	t, мм	S, мм/об	S _{мин} , мм/мин	V, м/мин	n, об/мин
точение	0,2	0,2	175	385	875
расточивание	0,18	0,18	480	335	2667
Сверление	7	0,08	146	80	1820
020 Протяжная					

Продолжение таблицы 2.5

№ перехода	t, мм	S, мм/об	S _{мин} , мм/мин	V, м/мин	n, об/мин
Протягивание	0,085	-	-	7	-
030 Внутришлифовальная					
№ перехода	t, мм	S _р , мм/ход	S _{пр} , мм/об	Vз, м/мин	n, об/мин
-	0,04	0,008	12	25	180
035 Круглошлифовальная					
№ перехода	t, мм	S _{вр} , мм/об	S _{пр} , мм/об	Vз, м/мин	n, об/мин
-	0,05	0,015	-	25	130

Таблица 2.6 Время штучное по операциям

№ операции	Основное время, мин	Штучное время, мин
005 токарная	0,71	2,1
010 токарная	2,2	3,7
020 протяжная	1,9	2,9
030 внутришлифовальная	0,4	1,9
035 круглошлифовальная	0,98	2,5

3 Проектирование приспособления и режущего инструмента

3.1 Проектирование станочного приспособления

3.1.1 Анализ конструкции приспособления

На 030 внутришлифовальной операции для закрепления фланца используется мембранный патрон. Другие приспособления типа кулачковых или цанговых патронов не подходят из-за недостаточно высокой точности установки [3, 6].

Для закрепления фланца выбирается мембранный трех кулачковый патрон с точностью установки, которая будет определена в результате расчета. Три кулачка выбраны с широкой установочной частью. Сам фланец имеет толщину стенки порядка 7 мм, что делает при используемых усилиях зажима не чувствительным к деформациям при закреплении.

3.1.2 Расчет усилия резания

Для внутреннего шлифования определяем тангенциальную составляющую силы P_z с учетом режимов обработки из п.2. Эскизы по обработке показаны на рисунке 3.1.

Для нахождения силы вначале определяем мощность резания N [20] по следующей формуле:

$$N = C_N \cdot v^r \cdot S_p^x \cdot b^z, \quad (3.1)$$

где $C_N = 0,17$ - поправочный коэффициент при шлифовании;

r, x, z - показатели степени, которые равны $x = 0,5$; $r = 0,7$, $z = 0,6$;

S_p - подача при шлифовании, мм/дв.ход;

b - ширина шлифования при продольном шлифовании. Она равна ширине круга, мм;

После подстановки:

$$N = 0,17 \cdot 35^{0,7} \cdot 0,008^{0,5} \cdot 50^{0,6} = 1,91 \text{ кВт.}$$

Проверяем, достаточна ли мощность привода станка. У станка:

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{д}} \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,85 = 4,46 \text{ кВт; } 1,91 < 4,46,$$

т. е. обработка возможна.

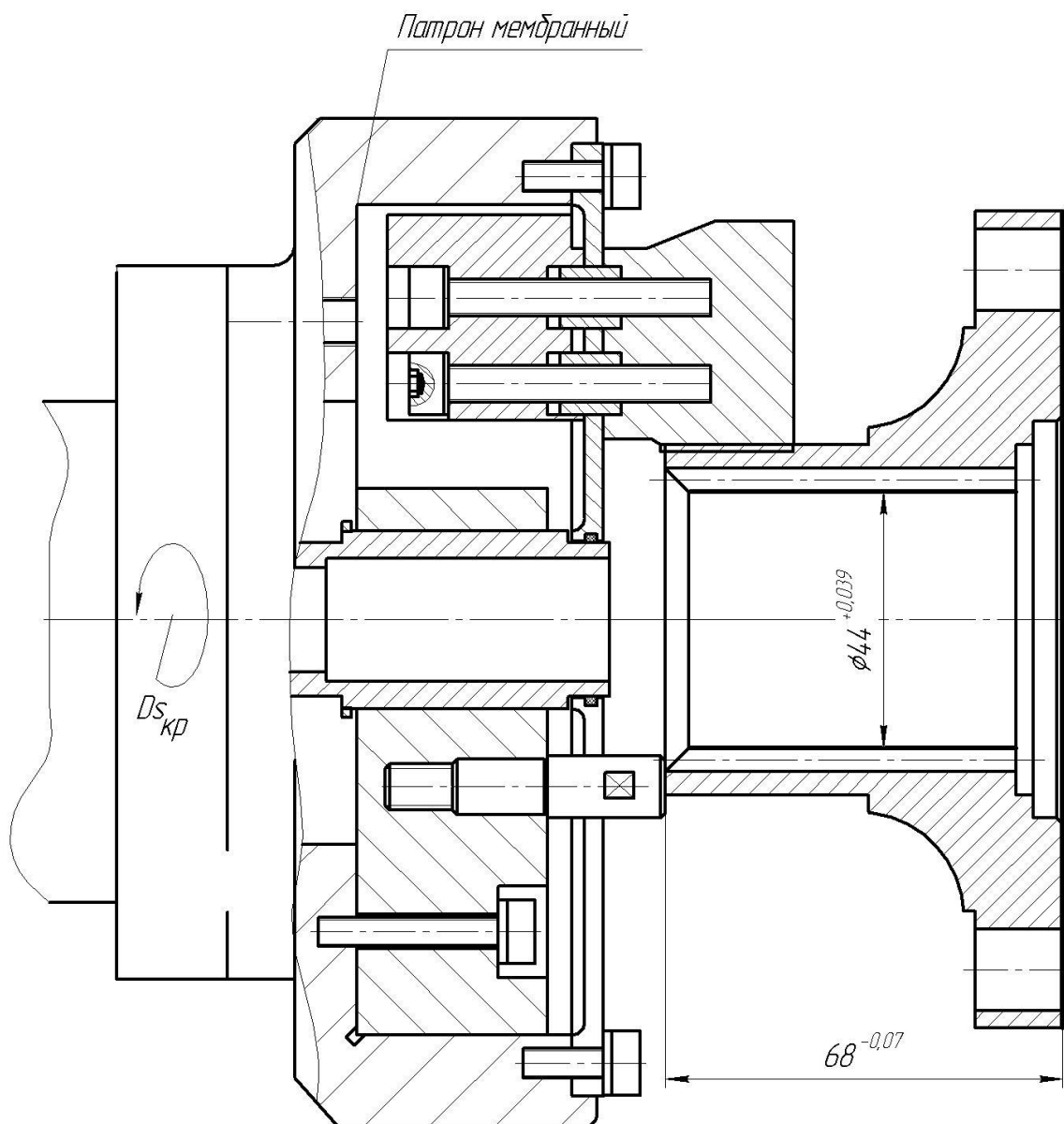


Рисунок 3.1 – Операционный эскиз для 030 операции

Сила тангенциальная резания P_z , Н определится по формуле [20]:

$$P_z = \frac{N \cdot 1020 \cdot 60}{v}, \text{ Н} \quad (3.2)$$

Подставив найденные значения в формулу (4.2), получаем:

$$P_z = \frac{1,91 \cdot 1020 \cdot 60}{35} = 3340 \text{ Н.}$$

3.1.3 Расчет силы для закрепления заготовки

Определяем силу закрепления из условия статического равновесия.

Крутящий момент, который выворачивает фланец находится так:

$$M_{рез} = P_z \cdot \frac{d}{2}, \quad (3.3)$$

где $d/2$ - плечо тангенциальной силы, мм. Подставив получаем:

$$M_{рез} = 3340 \cdot \frac{0,044}{2} = 73,5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Определим радиальную силу закрепления W_z для каждого кулачка отдельно по формуле:

$$W_z = \frac{K \cdot M_{рез}}{n \cdot f \cdot d}, \quad (3.4)$$

где $n=3$ – принятое число кулачков патрона;

K – необходимый коэффициент запаса;

d – диаметр поверхности зажима заготовки 110 мм=0,11 м (рисунок 3.2).

$f = 0,15$ – коэффициент трения (сталь по стали) между кулачком и базовой поверхностью.

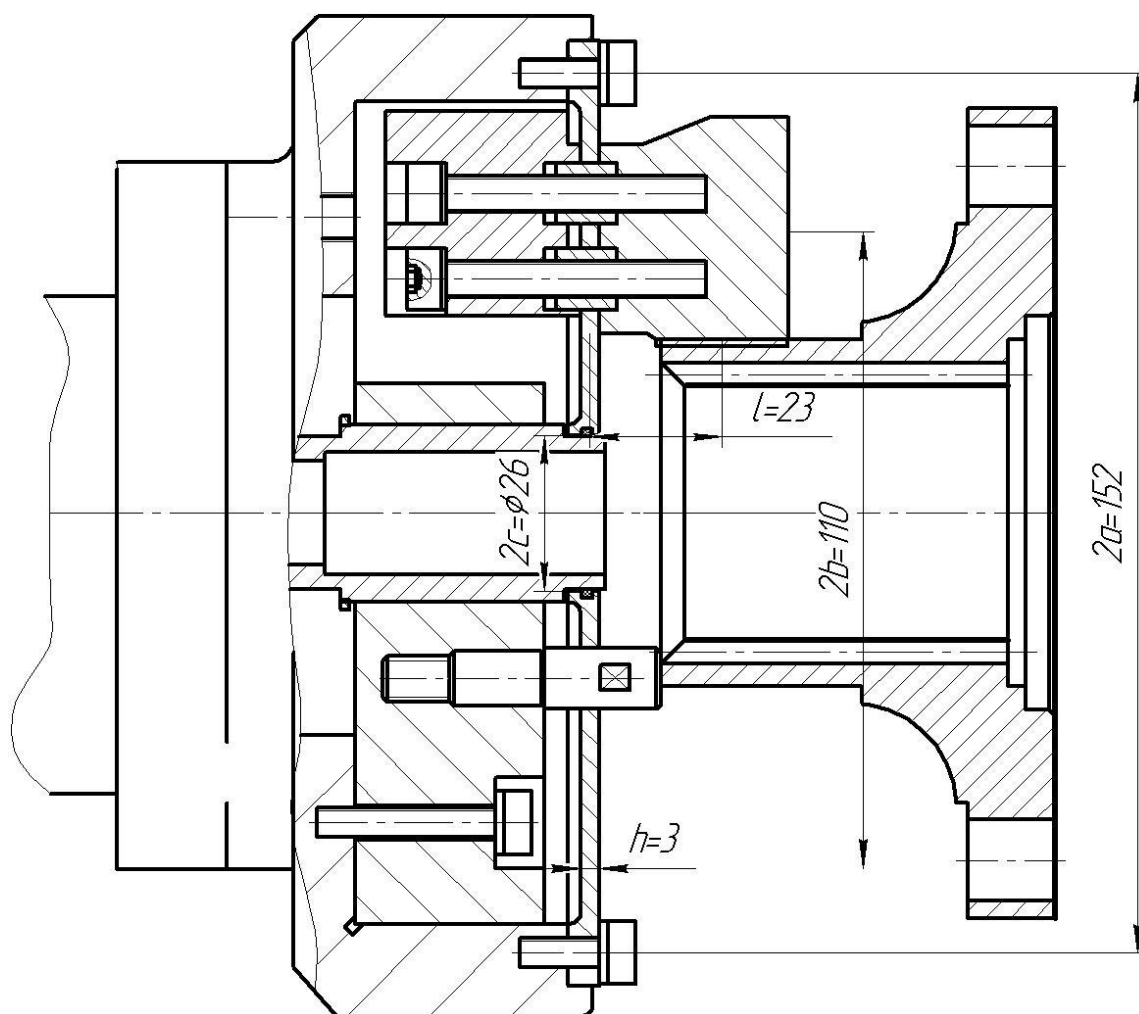


Рисунок 3.2 – Расчетные параметры

Необходимый коэффициент запаса:

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

где K_{0-6} – коэффициенты, которые учитывают условия обработки [20];

$$K = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,65.$$

Так как $K < 2,5$, то принимаем $K = 2,5$.

И окончательно:

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 73,5}{3 \cdot 0,15 \cdot 0,110 / 2} = 7424 \text{ Н}$$

3.1.4 Расчет зажимного механизма

Момент при изгибе пластины мембраны:

$$M = \frac{W_z \cdot n \cdot l}{2\pi b}, \quad (3.6)$$

где l – вылет до центра зажимной поверхности кулачка от центральной плоскости мембраны, мм. $l=0,022$ м.

Подставив:

$$M = \frac{7424 \cdot 3 \cdot 0,023}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,055} = 1483 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Пластина у мембраны круглая и нагружается равномерно моментом M по базовой окружности радиусом b . Этот момент $M=M_1+M_2$. Моменты зависят от следующего отношения:

$$m = \frac{a}{b}, \quad (3.7)$$

где a – внешний радиус мембраны, мм. $a=76$ мм .

Для $m = \frac{76}{55} \approx 1,38$. Определяется M_3 :

$$M_3 = 0,355 \cdot M, \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (3.8)$$

После подстановки, получим:

$$M_3 = 0,355 \cdot 1483 = 526 \text{ Н} \cdot \text{м} .$$

$$M_1 = M - M_3 = 1483 - 526 = 957 \text{ Н} \cdot \text{м} .$$

Угол разжима кулачков φ в радианах для гарантированного закрепления заготовки:

$$\varphi = \frac{M_3 \cdot b}{D(1 + \mu)}, \quad (3.9)$$

где D - цилиндрическая жесткость у мембраны (Н/м). Она находится по формуле:

$$D = \frac{E \cdot h^3}{12(1 - \mu^2)}, \quad (3.10)$$

где E – модуль Юнга мембраны, $E=2,05 \cdot 10^{11}$ Па [20];

h - толщина мембраны, $h = 3$ мм;

μ - коэффициент Пуассона у материала мембраны, $\mu = 0,4$.

Получаем:

$$D = \frac{2,05 \cdot 10^{11} \cdot 0,003^3}{12(1 - 0,4^2)} = 549 \text{ Н} \cdot \text{м} .$$

$$\varphi = \frac{526 \cdot 0,055}{549(1 + 0,4)} = 0,038 \text{ рад} .$$

У мембраны есть центральное отверстие размером $2C=26$ мм. Полученное значение у угла φ умножается на зависимый коэффициент K_1 (он находится по отношению a/c):

$$\frac{a}{c} = \frac{76}{13} = 5,8, \quad K_1 = 1,08 ;$$

$$\varphi = 0,019 \cdot 1,08 = 0,02 \text{ рад.}$$

Тогда рассчитывается максимальный угол разжима у кулачков:

$$\varphi' = \varphi + \varphi_1 + \varphi_2, \quad (3.11)$$

где φ_1 - составляющая угла разжима для кулачков с учетом погрешности допуска Td (с токарной чистовой операции) на базовую шейку;

φ_2 - угол для разжима, который обеспечивает зазор Δ . Он нужен для свободной установки заготовки фланца в кулачках мембранного патрона:

$$\varphi' = \varphi + \frac{Td}{2l} + \frac{\Delta}{2l}, \quad (3.12)$$

Δ определяется по формуле:

$$\Delta \approx 0,0008 \cdot b + 0,02. \quad (3.13)$$

$$\Delta \approx 0,0008 \cdot 55 + 0,02 = 0,064 \text{ мм.}$$

$$TA = 0,038 \text{ мм.}$$

Получаем:

$$\varphi' = 0,020 + \frac{0,08}{2 \cdot 23} + \frac{0,064}{2 \cdot 23} = 0,04 \text{ рад.}$$

Сила на штоке, необходимая для прогиба мембраны на расчетный угол φ' :

$$Q = \frac{4\pi D \varphi'}{2,3 \lg(a/b)}. \quad (3.14)$$

После подстановки, получаем:

$$Q = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 549 \cdot 0,04}{2,3 \lg(76 / 55)} = 861 \text{ Н} .$$

Из-за центрального отверстия в мембране полученное значение силы Q умножаем на уточняющий коэффициент $K_2 = 0,85$.

$$\text{Тогда: } Q = 861 \cdot 0,85 = 817 \text{ Н} .$$

3.1.5 Расчет силового привода

Для механизации зажима на операции используется пневматический цилиндр двух стороннего действия. Рабочее давление среды – воздуха принимаем равным 0,4 МПа [2].

Определяем диаметр у поршня:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{P}{p \cdot \eta}} , \quad (3.15)$$

где p - давление воздуха, МПа;

η - КПД привода.

Подставив, получим:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{817}{0,4 \cdot 0,9}} = 54 \text{ мм} .$$

Примем размеры у посадочного отверстия корпуса по ГОСТ 15608-81. Конструктивно размеры поршня с учетом запаса по усилию $D = 80$ мм.

Ход поршня со штоком принимаем из условия обеспечения свободной установки фланца в кулачках патрона: $S_q = 3$ мм. Тогда запас

хода при зажиме заготовки в положении отжатой мембраны и поршень находится в крайнем положении $\Delta S_q = 2$ мм..

3.1.6 Расчет точности

Суммируем составляющие погрешности установки. Погрешность базирования в данном патроне равняется нулю ($\varepsilon_B = 0$).

Погрешности закрепления и изготовления приспособления принимаются равными в сумме 0,003 мм. Для этого зажимные поверхности кулачков мембранного патрона обрабатываются в сборе.

3.1.7 Описание конструкции и принципа работы приспособления

Патрон мембранный устанавливается на посадочный фланец шпинделя внутришлифовального станка и закрепляется винтами по трем резьбовым отверстиям (на чертеже не указаны).

Патрон мембранный состоит из корпуса 1. К нему винтами 9 с шайбами 14 закрепляется в проточке мембрана 2. В ней при помощи шпонок 7, винтов 8 фиксируются проставки 6 с постоянными кулачками 3. В центральном отверстии корпуса 1 крепится кольцо 5 при помощи винтов 10 с шайбами 14. В кольцо 5 вкручиваются опорные пальцы 4 в количестве трех штук. В центральном отверстии кольца 5 и мембраны 2 проходит втулка 11 с уплотнениями 12. Втулка закрепляется в штоке (который не показан), идущий от пневматического силового привода. Втулка фиксируется в осевом направлении гайкой 13 и противоположным буртиком упирается в торец мембраны 2.

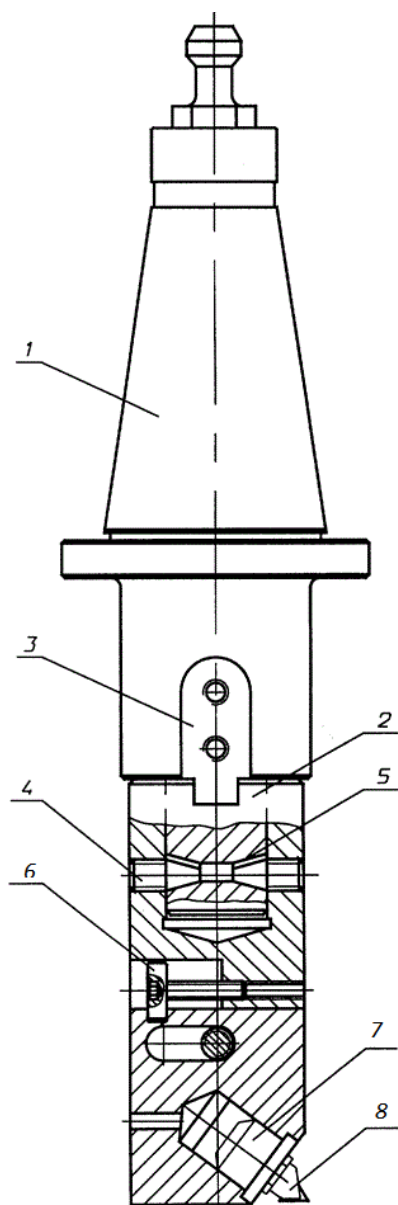
Центрирование при зажиме обрабатываемого фланца осуществляется зажимными кулачками 3. В осевом направлении торец заготовки упирается в опорные пальца 4. Втулка 11 упираясь в торец мембраны 2 выгибает,

деформируя ее, и кулачки 3 расходятся, разжимая заготовку. При отводе влево втулки 11 мембрана упруго выпрямляется обратно и зажимные кулачки 3 закрепляют заготовку фланца.

3.2. Расчет и проектирование борштанги

Наиболее точная и ответственная поверхность фланца это шлицевое отверстие. Для его обработки применяют три способа – растачивание, протягивание и шлифование. Растачивание формирует припуск под чистовую обработку и определяет в целом точность отверстия. Инструмент отличается относительно невысокой жесткостью – расточная борштанга. В процессе резания она деформируется, что приводит к снижению точности. Может возникать вибрация, что ухудшает качество поверхности. Требуется снижения режимов резания, что отрицательно сказывается на производительности. В разделе рассматриваются пути повышения эффективности растачивания.

По [21] борштанга содержит корпус 1, который соединяется с державкой 2 (рисунок 3.3). В пазу державки 2 установлен микрометрический винт 7 с режущей пластиной 8 на конце. На цилиндрической части корпуса установлена с ходовой посадкой и зафиксирована оппозитными винтами 4 оправка, на нижнем конце которой выполнен паз с прорезью, контактирующий с ласточкиным хвостом державки 2, закрепленным болтом и настраиваемым регулируемым винтом 6.

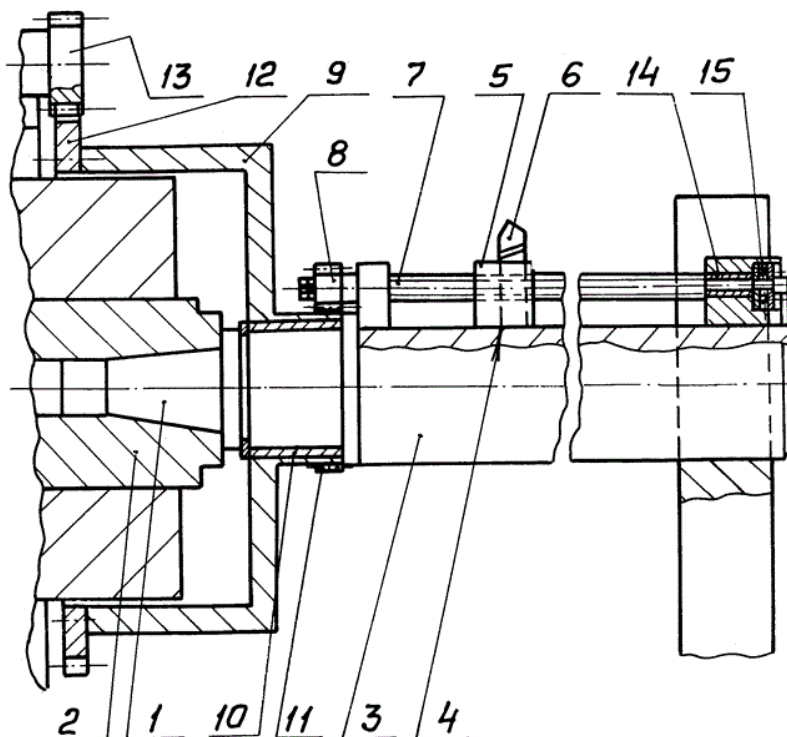


1 – корпус; 2 – державка; 3 – шпонка; 4 – винт; 5 – оправка; 6 –винт;
7 – микрометрический винт; 8 – режущая пластина

Рисунок 3.3 - Эскиз к изобретению №28839

Борштанга для расточки отверстий [22] содержит закрепленный на оправке 1 шпинделя станка 2 корпус 3 с продольным пазом 4. В продольном пазу 4 корпуса размещена резцовая головка 5 с резцом 6. Привод продольного перемещения резцовой головки 5 включает винт 7 с шестерней 8. Он установлен в продольном пазу 4 корпуса и взаимодействует с резцовой головкой 5. Привод продольного перемещения

резцовой головки снабжен установленным с возможностью поворота на оправке шпинделя станка двух венцовым зубчатым колесом 10, один из венцов 11 которого непосредственно взаимосвязан с шестерней винтового вала, а другой 12 - с зубчатым колесом 13 привода радиальных подач станка.

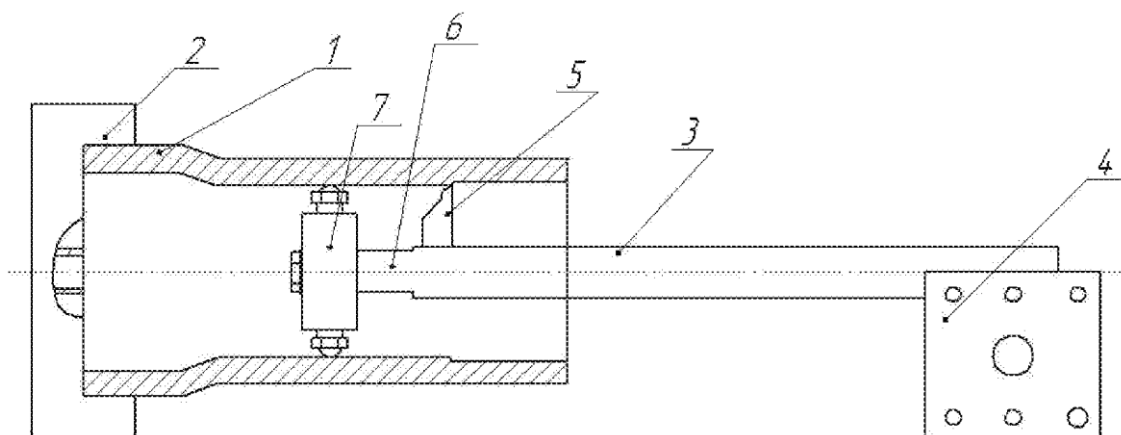


1 – оправка; 2 – станок; 3 – корпус; 4 – паз; 5 – резцовая головка; 6 – резец; 7 – винт; 8 – шестерня; 9 – кожух; 10 – зубчатое колесо; 11 – малый венец; 12 – большой венец; 13 – зубчатое колесо; 14- опора; стопор

Рис.4.4. Эскиз к изобретению №33052

Борштанга для растачивания отверстий предназначена для закрепления в резцедержателе 4 и имеет резец 5 и направляющую часть 3,7 [23]. Направляющая часть выполнена в виде диска 7, установленного с возможностью качания на наружном кольце сферического подшипника, при этом в диске радиально установлены пружиненные толкатели,

перемещение которых в диске ограничено закрепленными в них штифтами, перемещающимися в радиальных пазах диска, причем в каждом толкателе установлено тело качения на пружине, закрепленное гайкой.

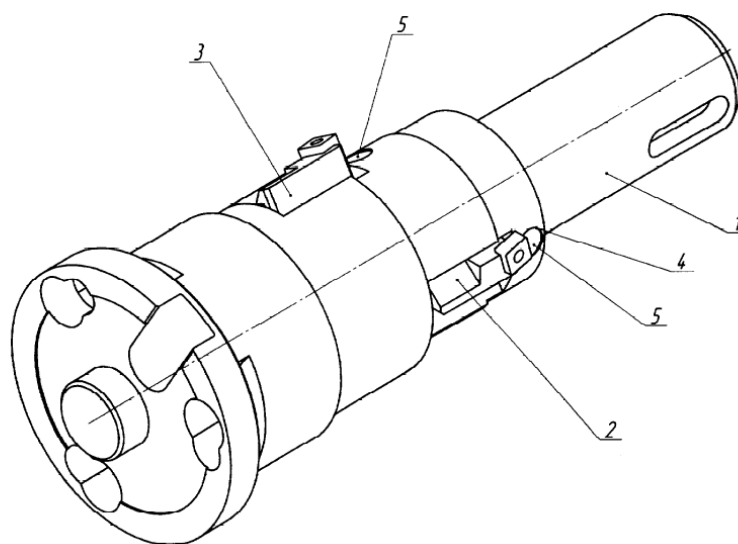


1 – заготовка; 2 – патрон; 3 – передняя направляющая часть; 4 – резцедержатель; 5 – резец; 6 – хвостовик; 7- задняя направляющая часть

Рисунок 3.4 - Эскиз к патенту № 164120

Следующая борштанга имеет черновые и чистовые резцы, которые ориентированы под углом друг к другу. Этот угол выбирается так, чтобы равнодействующая сил резания от чернового резца была перпендикулярна вершине чистового резца [24] (рисунок 3.5).

Все эти инструменты имеют ограничение применительно к проектируемому техпроцессу. Это связано с размерами отверстия (оно не глубокое), инструментально (станок токарного типа с ЧПУ). Резец расточной по №28839 имеет возможность использования на станке применительно к данной детали. Но регулировка положения вершины инструмента происходит между проходами, выполняется вручную, а значит требует снятия инструмента со станка. Предлагается использовать другую конструкцию. Она позволяет проводить обработку меняя величину подачи для стабилизации силы резания, что повысит точность обработки.



1 – хвостовик; 2 – чистовой резец; 3 – черновой резец; 4,5 – зажимы резцов

Рисунок 3.5 - Эскиз к патенту №68390

Информация о погрешности размера настройки A_d в процессе резания получают измерением составляющих сил резания P . Делается это при помощи специальных динамометрических узлов. Такой узел может быть встроен в технологическую систему станка, например в резцедержатель. При удалении измерительного узла от зоны резания увеличивается погрешность определения силы резания, а также время запаздывания прохождения сигнала. На листе показан динамометрический узел встроенный в конструкцию расточной борштанги. Она предназначена и для чернового и чистового растачивания отверстий на токарных станках с ЧПУ. Как источник информации об ΔA_d и A_d используются собственные упругие деформации y_0 оправки 3, которая подвижно в крутильном направлении установлена на подшипники 6 и 10. Ограничивает кручение измерительный датчик 16 встроенный в деформируемую вилку 17. Она закреплена винтом 18 в хвостовике 13 сменного инструментального блока. Внутри оправки 3 закрепляется расточной резец 1 винтами 2. Можно изменять инструмент – устанавливая вместо резца насадной зенкер. Принцип работы измерительного узла не меняется. При растачивании сила

резания прижимает в осевом направлении оправку 3 к хвостовику 13. тангенциальная составляющая силы резания скручивает оправку на подшипниках вокруг оси направляющей скалки хвостовика 13. при этом происходит деформация вилки 17 с датчиком 16, что позволяет определить силу резания.

Геометрия режущего инструмента показана на листе графической части. За счет выбора направления отверстия под резец и формы резца можно изменять условия обработки. Использование такого инструмента позволит снизить время обработки (см. таблицу 3.1).

Таблица 3.1 – Характеристики базового и проектного вариантов

Показатель	Базовый вариант	Проектный вариант
1	2	3
Станок, оснастка	Токарный NEX-105 (2840x1770, 6,2 кВт) Патрон самоцентрирующий	Токарный центр NEX-105 (1440x1327, 5,5 кВт) Патрон самоцентрирующий
Переход, инструмент	Точение, токарный контурный T15K6 MTJNR 2525M16M1	Токарный центр T15K6 MTJNR 2525M16M1
Время основное	$T_o=0,73$ мин	$T_o=0,73$ мин
Переход, инструмент	Растачивание, резец расточной T15K6 A25T-DCLNR/L09	Растачивание, борштанга динамометрическая T15K6
Время основное	$T_o=0,58$ мин	$T_o=0,31$ мин
		Сверление отверстий – спиральное сверло Delta3,5xR411.5-14034D14.00
		$T_o=0,67$ мин
Время штучное	$T_{шт-к}=2,7$ мин	$T_{шт-к}=3,08$ мин

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3
Станок, оснастка	Сверлильный 2Р135Ф2-1 (1800х2170, 3,7 кВт) Приспособление кондуктор скальчатый	
Переход, инструмент	Сверло спиральное Р5М5 14 мм	
Время основное	Т _о =1,2 мин	
Время штучное	Т _{шт-к} =2,1 мин	

4 Безопасность и экологичность работы

В этом разделе для спроектированных операций определяются вредные и опасные факторы. Для этих факторов необходимо выбрать мероприятия по защите от них.

Тема БР: «Технология изготовления детали фланец редуктора»

Данный раздел выполнен по методике [1].

4.1 Назначение участка

Участок относится к механическим, предназначен для производства «фланца редуктора».

4.2 Планировка рассматриваемого участка

Для выбранных операций разработан план участка (рисунок 4.1).

4.3 Технологическое оборудование

Виды станков и их количество показано в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Список станков

№ п/п	Оборудование	Количество, шт
1	Токарно-винторезный станок ТС1625Ф3	1
2	Токарный центр NEX-105	1
3	Протяжный станок 7A523	1
4	Внутришлифовальный станок 3К229В	1
5	Круглошлифовальный станок 3С130ВФ10	1
Итого:		5

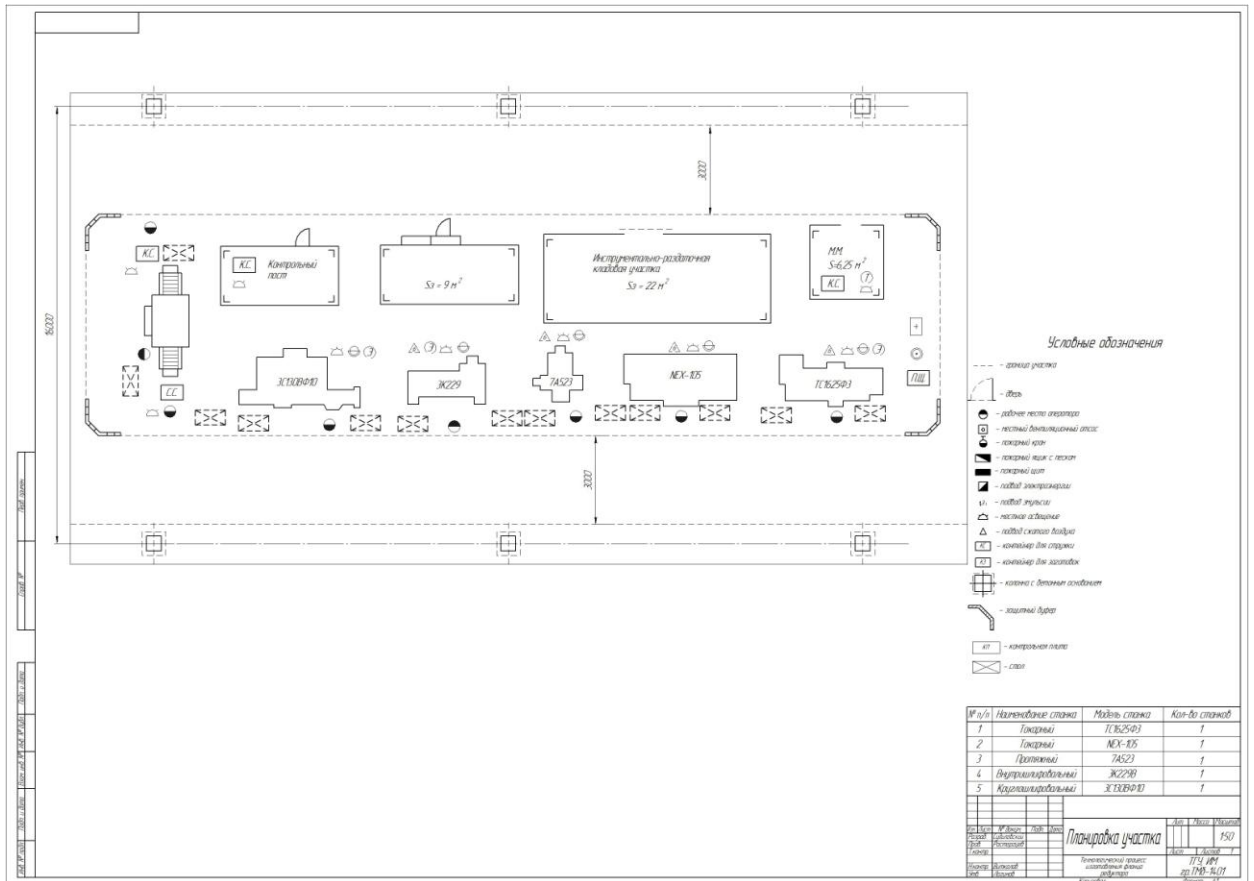


Рисунок 4.1 – Планировка участка

В таблице 4.2 на основе материалов раздела 2, по операциям указаны виды технологических переходов.

Таблица 4.2 – Технологический маршрут изготовления фланца редуктора

Наименование цеха	Номер операции	Наименование операции	Применяемое оборудование	Содержание операции
1	2	3	4	5
Кузнечный	000	Заготовительная	ГКШП	Штамповка 1,4,8,5,12
Механический	005	Токарная	Токарно-винторезный станок ТС1625Ф3	Точение черновое: 1,2,6,11 Растачивание черновое: 2,3,9,10,12
Механический	010	Токарная	Токарный центр NEX-105	Точение получистовое: 1,8,4,6,11,7 Растачивание чистовое: 2,3,12,9,10,17 Сверление:14

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5
Термический	015	Термообработка	Печь индукционная	Отжиг заготовки
Механический	020	Протяжная	Протяжный станок 7А523	Протягивание шлицевого отверстия: 15,16
Термический	025	Термообработка	Печь индукционная	Закалка
Механический	030	Внутришлифовальная	Внутришлифовальный станок 3К229В	Шлифование отверстия: 12
Механический	035	035 Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3С130ВФ10	Шлифование шейки и торца: 6,11
Механический	040	Моечная	Моечная машина	Промывка
Механический	045	Контрольная	Контрольный стенд	Контроль

Для токарной операции разработан резец и спроектирована операция. Для шлифовальной операции разработан мембранный патрон. Анализ вредных факторов проведем для токарной и внутришлифовальной операций.

4.2 Анализ вредных производственных факторов.

Для выбранных операций вредные факторы показаны в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Опасные и вредные производственные факторы

№ п/п	Технологические операции	Вредные производственные факторы	Мероприятия, которые позволят уменьшить вредные воздействия
1	2	3	4
1	Точение	Высокая температура в зоне резания	система охлаждения оборудования, зоны резания (СОЖ)
		Вращающаяся заготовка, подвижные механизмы, острые кромки инструментов	Защитный экран, кожухи, защитные рукавицы
		Возможность замыкания на токопроводящие элементы станка	Заземление оборудования, система защитного

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
			отключения
2	Шлифование	Высокий уровень шума и вибраций	Наушники. Виброизолирующие опоры. Виброгасители звукопоглощающие экраны и покрытия Балансировка круга
		запыленность и загазованность воздуха рабочей среды	Система вентиляции и кондиционирования атмосферного воздуха Общая и местная вытяжка; организация общего воздухообмена
		Токсичные испарение	Местная вытяжка на станке
		Движущиеся механизмы	Защитные кожухи на движущиеся механизмы, защитные экраны рабочей зоны станков

В процессе выполнения раздела были выявлены вредные и опасные факторы на проектируемом участке и предложены меры по их снижению их вредного воздействия.

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.

В рамках данной работы разрабатывается технология изготовления детали «Фланец редуктора», подробное описание которого представлено в предыдущих разделах.

Предложение по совершенствованию технологии изготовления заключается в объединении 2-х операций в одну, при этом выполнение объединенной операции предполагается на уже имеющемся оборудовании – токарном центре, модель NEX-105. Также, предлагается использование расточной динамометрической борштанги, вместо расточного резца, и спирального сверла Delta Ø14, вместо спирального сверла из быстрорежущей стали P6M5.

Данное совершенствование технологического процесса позволяет сократить основное время на 0,8 минуты, т.е. с 2,51 минут, необходимых для выполнения базового варианта токарной и сверлильной операций, на 1,71 минуты, необходимых для проектируемого варианта токарной операции. А штучно-калькуляционное время сокращается на 1,72 минуты, т.е. с 4,8 минут – для базового варианта операций, на 3,08 минуты – для проектируемого варианта операции.

Анализируя изменение трудоемкости выполнения описанных совершенствований по операциям (базового и проектного варианта) видно, что время уменьшается на 31,9%, что позволяет сделать предварительное заключение о целесообразности проведения данных изменений. Однако, чтобы иметь полное представление об эффективности этого мероприятия, необходимо провести экономические расчеты, которые позволят получить окончательный ответ на вопрос о целесообразности.

Для этого воспользуемся методикой определения капитальных вложений, методикой определения технологической себестоимости; методикой калькулирования полной себестоимости и методикой определения экономического эффекта [7], а также, необходимым для соответствующих расчетов, пакетом программного обеспечения Microsoft Excel.

Согласно описанным методикам были получены необходимые значения для определения экономической эффективности, такие как: удельные капитальные вложения ($K_{уд}$) и полная себестоимость ($C_{полн}$), которые представлены на рисунке 5.1.

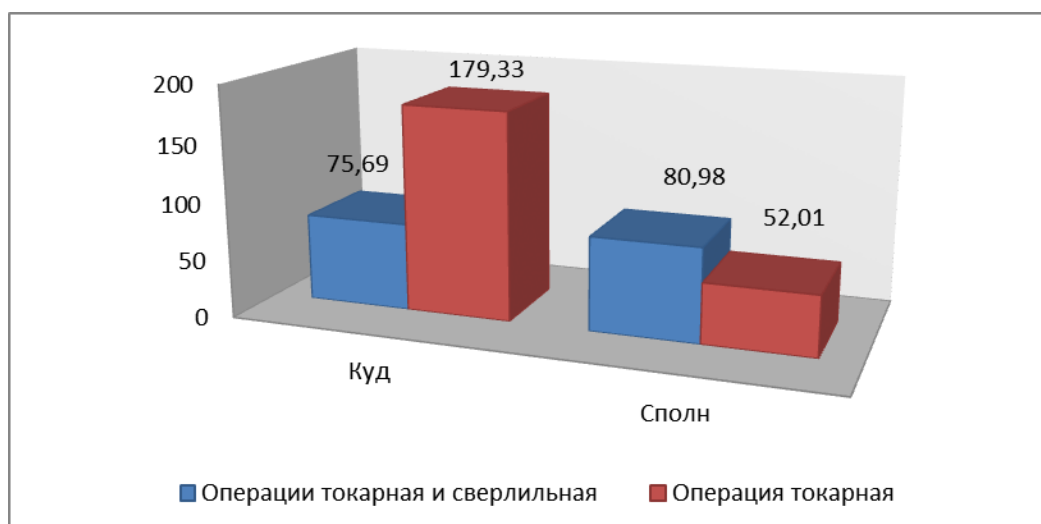


Рисунок 5.1 – Параметры, необходимые для определения экономической эффективности предлагаемого совершенствования операции, руб.

На рисунке 5.1 представлены величины по сравниваемым вариантам выполнения описанных выше операций, из которых видно, что капитальные вложение на единицу выпущенной продукции по предлагаемому совершенствованию увеличиваются на 103,64 руб., что составляет 57,8%. При этом уменьшится полная себестоимость производства на 28,97 руб., что составит 35,8%.

Проект предполагает приобретение нового инструмента и имеет затраты на проектирование, что приводит к увеличению капитальных вложений, однако, это не позволяет говорить о том, что проект будет не эффективным, т.к. эти изменения в конечном счете приводят к уменьшению полной себестоимости заявленной продукции. Такой возможно, если в результате совершенствования было получено существенное сокращение трудоемкости выполнения анализируемых операций, а данном случае именно так и происходит, т.к. трудоемкость сокращается на 35,8%.

Очевидно, при таких изменениях возникает необходимость представить более детальное описание затрат проектируемого варианта выполнения описанной операции. Данные затраты имеют не равнозначные величины, и могут отличаться в разы друг от друга. Поэтому, графически представим значение затрат имеющих весомое влияние на общие капитальные вложения (рисунок 5.1).

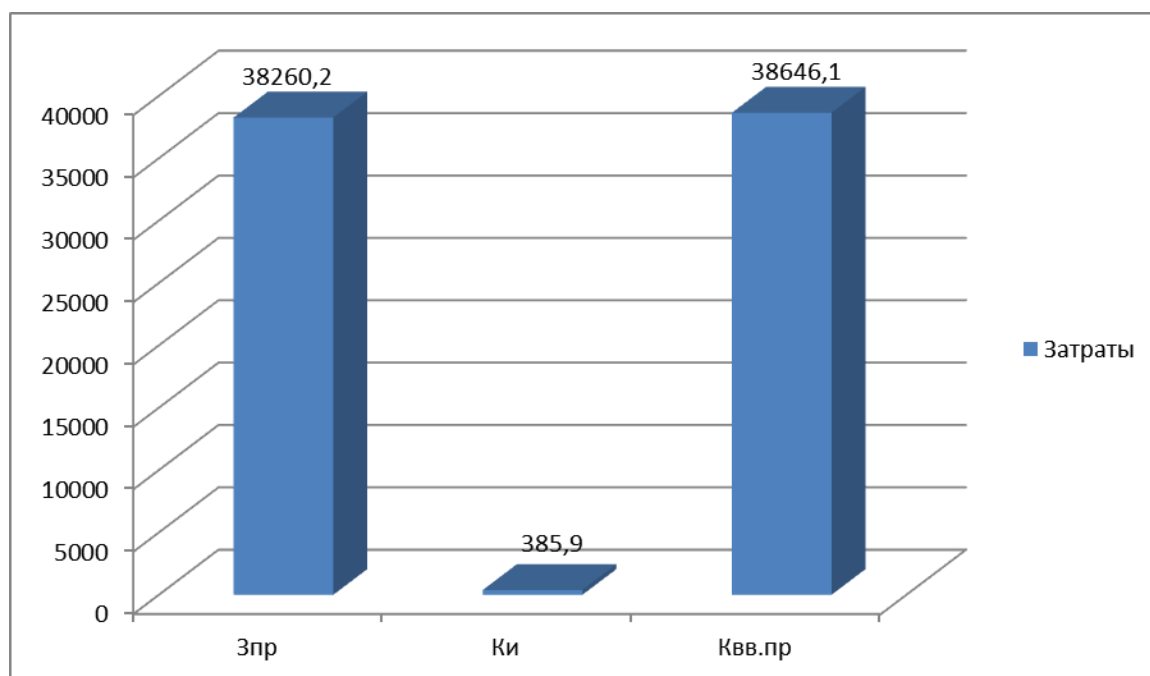


Рисунок 5.2 – Формирование общих капитальных вложений в совершенствование технологического процесса, руб.

Из диаграммы видно, что самыми крупными затратами являются затраты на проектирование – 38260,2 руб. Поэтому они оказывают существенное влияние на итоговую величину капитальных вложений, которая составляет 38646,1 руб.

Используя полученные данные по капитальным вложениям и по изменению полной себестоимости можно обосновать экономическую эффективность предлагаемого совершенствования. Применяя методику оценки экономической эффективности [7], были получены следующие значения:

- чистая прибыль – 23176 руб.;
- срок окупаемости – 3 года;
- интегральный экономический эффект – 7381,5 руб.

Полученные данные позволяют сделать окончательное заключение об эффективности проекта по совершенствованию технологии, а значит, внедрение проекта можно считать целесообразным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе работы был разработан обоснованный экономическими расчетами технологический процесс изготовления фланца редуктора.

Для повышения эффективности техпроцесса были спроектированы приспособления для зажима фланца на финишных операциях и режущий инструмент – борштанга с возможностью контроля сил резания при обработке с целью компенсации деформаций инструмента.

Приведены меры, связанные с охраной труда и безопасностью в отношении опасных факторов, воздействующих на организм человека.

С экономической точки зрения было обосновано инженерное решение, связанное с усовершенствованием инструмента, принятое в работе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Антонюк В.Е. Конструктору станочных приспособлений: Справочник / В.Е. Антонюк. – МН: Беларусь, 1991, 400 с.
2. Барановский, Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник / Ю.В. Барановский. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М., Машиностроение, 1995 г., 320 с.
3. Горина, Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. Пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2016, 68 с.
4. Горохов В.А. Проектирование и расчет приспособлений/В.А.Горохов – Мн.: Высш. школа, 1986. – 238с.
5. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990-01-07. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 83 с.
6. Зубарев Ю. М. Специальные методы обработки заготовок в машиностроении [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. М. Зубарев. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 400 с.
7. Зубкова, Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова,– Тольятти: ТГУ, 2015, 46 с.
8. Кирсанов Г.Н. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов. / Г.Н. Кирсанов. – М.: Машиностроение, 1986. – 288с.
9. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. / А.А. Панов [и др.]; под общ. ред. А.А. Панова, 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 2005 – 784 с.
10. Ординарцев И.А. Справочник инструментальщика./ И.А. Ординарцев [и др.] – Л.: Машиностроение, 1987. – 846с.

11. Орлов П.Н. Краткий справочник металлиста./ П.Н. Орлов – М.: Машиностроение, 1987. – 960с.
12. Проектирование технологической оснастки [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Ю. Блюменштейн, А. А. Клепцов. - Изд. 3-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 224 с.
13. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник / Ю. М. Зубарев. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 320 с.
14. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 1/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 912 с.
15. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 2/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 944 с
16. Технология машиностроения: учебник/А. А. Маталин.- Изд. 4-е, стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2016. - 512 с.
17. Технология машиностроения: курсовое проектирование: учебное пособие/М. М. Кане [и др.]; под ред. М. М. Кане, В. Г. Шелег. -Минск: Вышэйшая школа, 2013. - 311 с.
18. Технология машиностроения: учеб. пособие/И. С. Иванов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: ИНФРА-М, 2016. - 240 с.
19. Технологическая оснастка : вопросы и ответы [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Н. П. Косов, А. Н. Исаев, А. Г. Схиртладзе. - Москва : Машиностроение, 2007. - 304 с.
20. ПОТ Р М-004-97 Межотраслевые правила по охране труда при использовании химических веществ.
21. Полезная модель № 28839 Михайлов М.А., Гришакин В.В., Зиновьев С.Н., Байкова Т.А. В23В 29/03 Борштанга, 20.04.2003 Бюл. № 11
22. Полезная модель №33052 Артюхов В.М., Варухин Ю.И. В23В 29/02 Борштанга для расточки отверстий Опубликовано: 10.10.2003 Бюл. № 28

23. Патент РФ №164 120 Барботько А. И., Разумов М. С., Михайлов А. А В23В 29/02 Борштанга для растачивания отверстий Опубликовано: 20.08.2016 Бюл. № 23.
24. Патент РФ №68390 Кондрашов А.Г. Борштанга для расточки отверстий. Опубликовано: 27.11.2007.- Бюл. № 33
25. Nee A. Y. C. Handbook of Manufacturing Engineering and Technology / A. Y. C. Nee – London: Springer Reference, 2015. – 3491 p.
26. Grote K.-H., Antonsson E.K. Springer Handbook of Mechanical Engineering / K.-H Grote, E.K. Antonsson – New York: Springer Science+Business Media, 2008. – 1589 p.
27. Bertsche B. Reliability in Automotive and Mechanical Engineering: Determination of Component and System Reliability/ B. Bertsche, A. Schanz, K. Pickard. - Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2015 – 502 p.
28. Rösler, J. Mechanical Behaviour of Engineering Materials: Metals, Ceramics, Polymers, and Composites/J. Rösler, H. Harders, M. Bäker. - Berlin Heidelberg New York: Springer, 2007 – 540 p.
29. Silberschmidt V. Mechanics of Advanced Materials: Analysis of Properties and Performance/V. Silberschmidt, V. Matveenko Switzerland: Springer International Publishing, 2015. – 205 p.

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Маршрутная карта
2. Операционные карты
3. Спецификации

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
А2			18.БР.ОТМП.203.65.00.000.СБ	Сборочный чертеж	1	
<i>Детали</i>						
		1	18.БР.ОТМП.203.65.00.001.	Резец	1	
		2	18.БР.ОТМП.203.65.00.002.	Винт	2	
		3	18.БР.ОТМП.203.65.00.003.	Корпус подвижный	1	
		4	18.БР.ОТМП.203.65.00.004.	Штифт	1	
		5	18.БР.ОТМП.203.65.00.005.	Кольцо	1	
		6	18.БР.ОТМП.203.65.00.006.	Подшипник	1	
		7	18.БР.ОТМП.203.65.00.007.	Стержень	1	
		8	18.БР.ОТМП.203.65.00.008.	Шпонка	2	
		9	18.БР.ОТМП.203.65.00.009.	Винт	2	
		10	18.БР.ОТМП.203.65.00.010.	Подшипник	1	
		11	18.БР.ОТМП.203.65.00.011.	Кольцо	1	
		12	18.БР.ОТМП.203.65.00.012.	Шпонка	1	
		13	18.БР.ОТМП.203.65.00.013.	Хвостовик	1	
		14	18.БР.ОТМП.203.65.00.014.	Зенкер	1	
		15	18.БР.ОТМП.203.65.00.015.	Фланец	1	
		16	18.БР.ОТМП.203.65.00.016.	Элемент измерительный	1	
		17	18.БР.ОТМП.203.65.00.017.	Шпонка	1	
18.БР.ОТМП.203.65.00.000.СП						
Изм.		Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.		Сидиловский				
Проб.		Расторгуев				
Н.контр.		Виткалов				
Утв.		Лагинав				
Борштанга					Лит.	Лист
					Д	1
					Листов 2	
					ТГУ ИМ	
					гр. ТМБ-1401	

Копировал

Формат А4

