

Аннотация

Технологический процесс изготовления рычага сортировочного механизма автоматической линии. Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2020.

В бакалаврской работе представлена технология изготовления рычага сортировочного механизма автоматической линии для условий мелкосерийного производства.

Ключевые слова: деталь, заготовка, план обработки, технологическое оснащение, режимы резания, зенкер-протяжка, безопасность и экологичность проекта, экономическая эффективность.

При выполнении бакалаврской работы получены следующие результаты:

- выполнен комплект необходимых чертежей в графической части;
- проанализированы исходные данные;
- разработан технологический процесс;
- разработано специальное приспособление;
- разработан специальный режущий инструмент зенкер-протяжка на базе литературных исследований;
- разработаны специальные режущие пластины на базе литературных исследований;
- исследованы мероприятия по безопасности и экологичности проекта;
- исследована величина экономической эффективности разработанной технологии.

Бакалаврская работа содержит пояснительную записку в размере 59 страниц, содержащую 24 таблицы, 14 рисунков, и графическую часть, содержащую 6,5 листов.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных	5
1.1 Служебное назначение детали.....	5
1.2 Классификация поверхностей детали.....	6
1.3 Технологичность детали.....	8
1.4 Задачи работы.....	8
2 Разработка технологической части работы.....	9
2.1 Выбор типа производства и его стратегии	9
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	10
2.3. Проектирование заготовки.....	11
2.4 Разработка ТП изготовления детали.....	13
2.5 Выбор средств технического оснащения.....	14
2.6 Расчет режимов резания и определение основного времени на операцию	16
2.7 Нормирование технологического процесса.....	19
3 Расчет и проектирование специального приспособления и инструмента	20
3.1 Проектирование специального станочного приспособления	20
3.2 Проектирование специального режущего инструмента	22
3.3 Совершенствование инструмента на базе литературных исследований.....	24
4. Безопасность и экологичность технического объекта.....	39
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта	39
4.2 Идентификация профессиональных рисков	39
4.3 Методы и технические средства снижения рисков	40
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	41
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта ...	43
4.6 Выводы по разделу	44

5 Экономическая эффективность работы.....	46
Заключение.	51
Список используемых источников.....	52
Приложение А Маршрутная карта.....	55
Приложение Б Операционные карты.....	57
Приложение В Спецификация.....	59

Введение

В современном машиностроении укрупнение производства и выпуск изделий в огромных количествах позволяет существенно снизить затраты на единицу выпускаемой продукции, существенно повысить производительность и качество. Это реализуется применением автоматических и поточных линий, а также оптимизацией логистических потоков. Каждый такой техпроцесс является уникальным, соответственно уникальным или специальным является оборудование и оснастка.

Одними из основных узлов автоматической линии является сортировочные механизмы различных типов. Их функцией является перераспределение транспортных потоков заготовок внутри автоматической линии, сортируя заготовки, по какому либо параметру (размер, точность, масса и т.д.). Значительная часть таких сортировочных механизмов имеет рычажную конструкцию, которая отличается простотой, дешевизной и высокой надежностью. Поэтому тема данной бакалаврской работы является актуальной, а работы направленные на решение данных проблем являются необходимыми для развития современного машиностроения в тренде мирового развития.

В результате этого можно сформулировать цель бакалаврской работы в таком виде: разработка технологического процесса (ТП) изготовления рычага сортировочного механизма автоматической линии с минимальной себестоимостью.

Для достижения данной цели необходимо решить ряд проектных и технических задач, которые сформулированы в первом разделе бакалаврской работы. В ходе выполнения данных задач будут сформированы последующие разделы бакалаврской работы, а, следовательно, будет достигнута и поставленная цель работы.

1 Анализ исходных данных

1.1 Служебное назначение детали

Деталь - «Рычаг» является составной частью сортировочного механизма автоматической линии по производству клапанов, и предназначена для обеспечения переключения потоков движения изделий в зависимости от точности их размеров. Конструкция рычага предусматривает обеспечение возвратно-вращательного движения для коррекции направления движения изделий по автоматической линии. Указанные особенности конструкции сортировочного механизма автоматической линии по производству клапанов, позволяют обеспечить хорошую точность позиционирования изделий на выходе из сортировочного механизма, при незначительных размерах самого механизма. Данное обстоятельство обеспечивает компактность рычажного механизма, при сохранении точностных и скоростных характеристик.

Выполнение данных условий, обеспечивается формой рабочих поверхностей и размерами детали. Кроме этого, обеспечение данных условий происходит за счет оптимально подобранной точности размеров, взаимного расположения поверхностей и шероховатости поверхностей.

Конструктивной особенностью детали - «Рычаг», является точное расположение рабочих отверстий рычага, для обеспечения надежной работы рычажного сортировочного механизма. Данные отверстия являются важнейшей частью рычажного сортировочного механизма, прямым образом влияющей на качество и долговечность работы всего сортировочного механизма.

Материал детали - «Рычаг» - Сталь 45Л, позволяет обеспечить работоспособность детали, с наименьшими затратами на материал. Данные о параметрах материала приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Параметры материала детали – Сталь 45Л

Наименование параметра	Единица измерения параметра	Значение параметра
Предел прочности при растяжении	кгс/мм ²	73
Предел прочности при изгибе	кгс/мм ²	52
Плотность материала	Мг/м ³	7,83
Обрабатываемость	-	высокая
Твердость	НВ	150-160
Условный предел текучести	кгс/мм ²	47,5
Коэффициент ударной вязкости	кДж/м ²	58

Таблица 1.2 – Химический состав – Сталь 45Л

Наименование элемента	Единица измерения	Значение
Углерод	%	около 0,42 - 0,5
Марганец	%	около 0,4 - 0,9
Кремний	%	около 0,2 - 0,52
Никель	%	около 0,3
Фосфор	%	около 0,04
Медь	%	около 0,3
Хром	%	около 0,3
Железо	%	остальное

1.2 Классификация поверхностей детали

Основываясь на общем виде детали с нумерацией поверхностей, приведенном на рисунке 1, расклассифицируем все поверхности детали, в соответствии с их служебным назначением. Данная классификация подразумевает распределение всех поверхностей по четырем характерным группам. Для удобства отображения информации представим данную классификацию в виде таблицы 3.

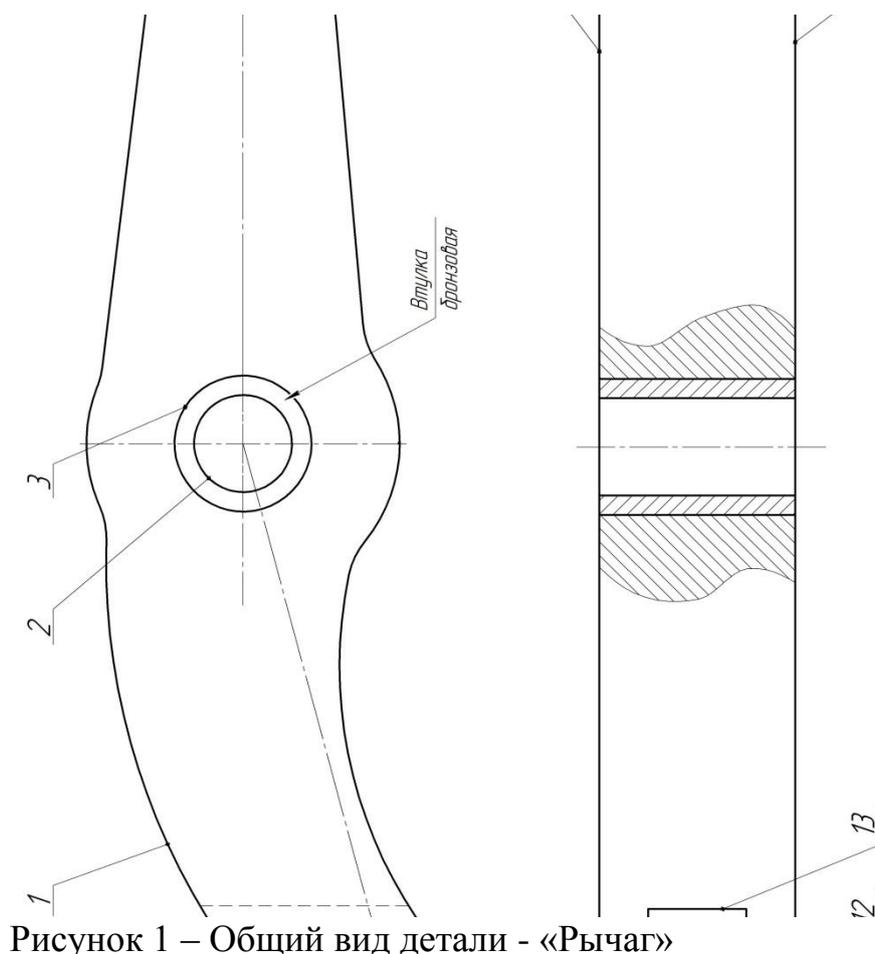


Рисунок 1 – Общий вид детали - «Рычаг»

Таблица 3 – Классификация по служебному назначению поверхностей детали

Наименование поверхностей	Номера поверхностей
Основные конструкторские базы	7
Вспомогательные конструкторские базы	3,6
Исполнительные	2,4,5
Свободные	Остальные

1.3 Технологичность детали

Исследование технологичности детали будем проводить, определяя соответствующие показатели по зависимостям, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели технологичности детали

Наименование показателя	Расчетная зависимость	Расчет
Коэффициент унификации	$K_{у.э.} = Q_{у.э.} / Q_{э}$	$K_{у.э.} = 13 / 13 = 1$
Коэффициент использования	$K_{и.м.} = M_{д} / M_{з}$	$K_{и.м.} = 7,4 / 8,6 = 0,86$

материала		
Коэффициент точности	$K_{Tч}=1-1/T_{ср}$	$K_{Tч} = 1-(1/8,2)=0,86$
Коэффициент шероховатости	$K_{ш}=1/Ш_{ср}$	$K_{ш} = 1/3,5=0,29$

Вывод: Деталь - «Рычаг», изготовленная из стали 45Л, соответствует всем требованиям по технологичности, является технологичной.

1.4 Задачи работы

Цель бакалаврской работы, ранее сформулированная в разделе «Введение», для своей реализации требует решения следующих задач:

- решить задачу анализа исходных данных, для проектирования технологического процесса;
- решить задачу выбора заготовки и ее проектирования;
- решить задачу по разработке технологического процесса;
- решить задачу проектирования приспособления и специального инструмента;
- решить задачу обеспечения мероприятий по охране труда;
- рассчитать экономический эффект работы.

2 Разработка технологической части работы

2.1 Выбор типа производства и его стратегии

Определение типа производства по методике, предложенной в [17], позволяет сделать это быстро, используя минимум данных. Годовая программа выпуска деталей $N= 500$ шт/год, масса детали $m=7,4$ кг. Для данных приведенных выше, по таблице 4.2 [17] определяем тип производства, как мелкосерийный.

Стратегия мелкосерийного производства, принятая для данной детали подразумевает следующие основные характеристики:

- погрупповая расстановка оборудования;
- средняя квалификация рабочих;
- технологическая документация оформляется в виде маршрутной и операционных карт;
- припуски определяют расчетно-аналитическим и табличным методами;
- в качестве заготовки будет использоваться отливка или листовой прокат;
- режимы резания вычисляются по эмпирическим зависимостям;
- нормирование осуществляется по общемашиностроительным нормативам;
- тип применяемого оборудования – универсальный;
- тип применяемой оснастки – универсальный;
- тип применяемого инструмента – универсальный;
- тип применяемых средств контроля – универсальный;
- перемещение изделий между операциями – вручную, при большой массе – кран, погрузчик;
- коэффициент концентрации номенклатуры - 10-20;
- применение научных достижений – среднее.

2.2 Выбор метода получения заготовки

В качестве методов получения заготовки, в соответствии со стратегией, описанной в пункте 2.1, данной бакалаврской работы являются:

- листовой прокат;
- литье в землю.

Определение стоимости заготовок будем производить по методике [17]. Данные по расчету стоимости заготовок представлены в виде таблицы 5, приведенной ниже.

Таблица 5 – Расчет стоимости заготовок

Метод получения заготовки	Масса детали, кг	Масса заготовки, кг	Стоимость одного килограмма заготовки, руб.	Стоимость механической обработки, руб.	Стоимость одного килограмма отходов, руб.	Технологическая себестоимость изготовления заготовки, руб.
листовой прокат	7,4	18	60	63	1,4	121,6
литье в землю	7,4	8,6	66	7,14	1,4	71,2

Анализирую данные, представленные в таблице 5, можно сделать вывод о том, что в качестве метода получения заготовки для данной детали предпочтительнее всего выбрать метод литья в землю, как более дешевый.

Тогда, условная годовая экономия будет определяться по формуле (1):

$$\mathcal{E} = (C_{T_2} - C_{T_1}) \cdot N \quad (1)$$

где C_{T_2} , C_{T_1} – технологические себестоимости изготовления заготовки для листового проката и отливки соответственно, руб.;

N – годовая программа выпуска заготовок, шт./год.

Подставим требуемые данные в формулу (1):

$$\mathcal{E} = (C_{T_2} - C_{T_1}) \cdot N = (121,6 - 71,2) \cdot 500 = 25200 \text{ руб.}$$

Таким образом, применение в качестве метода получения заготовки – литья в землю, позволяет получить условную годовую экономию в размере – 25200 рублей.

2.3. Проектирование заготовки

Определение допусков и припусков для размеров отливки будем производить в соответствии с таблицей 6, представленной ниже.

Таблица 6 – Проектирование отливки

Размер детали, мм	Допуск на размер штамповки, мм	Припуск, мм
0-4	0,5	1,6
4-6	0,56	2,2
6-10	0,64	2,3
10-16	0,7	2,4
16-25	0,8	2,6
25-40	0,9	2,8
40-63	1	3
63-100	1,1	3
100-160	1,2	3
160-250	1,4	3

Исходя из данных таблицы 6, спроектирована конфигурация заготовки, представленная ниже на рисунке 2.

Для данной заготовки необходимо назначить следующие технические требования:

- твердость HB 160±10;
- неуказанные литейные радиусы 3 мм;
- неуказанные литейные уклоны 7°;
- точность отливки 7-7-5-2;

- поверхностные дефекты не более половины величины фактического припуска;
- очистка поверхности пескоструйная.

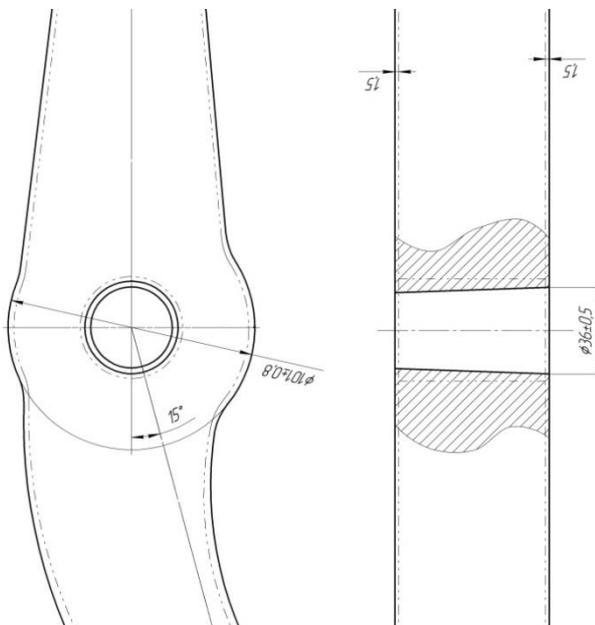


Рисунок 2 – Общий вид заготовки детали - «Рычаг»

Чертеж отливки представлен в графической части бакалаврской работы.

2.4 Разработка ТП изготовления детали

Разработку технологического процесса изготовления детали - «Рычаг» будем производить в два этапа. На первом этапе, разработаем маршрут обработки отдельных поверхностей детали - «Рычаг», данные по разработке данного маршрута приведем ниже в таблице 7.

Таблица 7 - Технологический маршрут изготовления поверхностей детали - «Рычаг»

№ пов.	Шероховатость R_a , мкм	Квалитет точности	Вид поверхности	Последовательность обработки
1	12,5	12	Плоская	Отливка - Фрезерная
2	2,5	6	Цилиндрическая	Отливка – Сверление – Зенкерование - Развертка
3	2,5	7	Цилиндрическая	Отливка – Токарная (Зенкер- протяжка) - Прессовая
4	2,5	7	Цилиндрическая	Отливка – Сверление – Зенкерование - Развертка
5	2,5	7	Цилиндрическая	Отливка – Сверление – Зенкерование - Развертка
6	12,5	12	Плоская	Отливка - Фрезерная
7	12,5	12	Плоская	Отливка - Фрезерная
8	12,5	12	Плоская	Отливка - Фрезерная
9	12,5	12	Плоская	Отливка - Фрезерная
10	12,5	12	Плоская	Отливка - Фрезерная
11	12,5	12	Плоская	Отливка - Фрезерная
12	12,5	12	Плоская	Отливка - Фрезерная
13	12,5	12	Плоская	Отливка - Фрезерная

Используя данные, по обработке отдельных поверхностей, представленные выше в таблице 7, можно перейти ко второму этапу разработки технологического процесса. Для систематизации и упорядочения сведений второй этап разработки технологического процесса представим в виде таблицы 8.

Таблица 8 - Технологический процесс изготовления детали - «Рычаг»

№ операции	Номер перехода	Шероховатость R_a , мкм	Квалитет точности	Номера обрабатываемых поверхностей	Наименование операции
000	-	80	14	все	Заготовительная
010	-	12,5	12	6	Фрезерная
020	-	12,5	12	7	Фрезерная
030	-	3,2	9	8,9,10	Фрезерная
040	-	3,2	9	11,12,13	Фрезерная
050	1	12,5	12	1	Фрезерная
	2	3,2	9	4,5	
	3	3,2	8	4,5	
	4	2,5	7	4,5	
060	-	2,5	7	3	Токарная
070	-	-	-	все	Моечная
080	-	-	-	2,3	Прессовая
090	-	-	-	все	Моечная
100	-	-	-	все	Контрольная

Данные по разработке технологического процесса, представленные в таблице 8, будут использованы для проектирования элементов технологического процесса, в последующих разделах бакалаврской работы. План изготовления детали представлен в графической части бакалаврской работы.

2.5 Выбор средств технического оснащения

В соответствии со стратегией, описанной в пункте 2.1, данной бакалаврской работы выбираем следующие типы средств технологического оснащения:

- тип применяемого оборудования – универсальный;
- тип применяемой оснастки – универсальный;
- тип применяемого инструмента – универсальный;
- тип применяемых средств контроля – универсальный.

Данные по выбору средств технологического оснащения представлены ниже в таблицах 9-12.

Таблица 9 - Выбор оборудования для изготовления детали - «Рычаг»

№ операции	Наименование операции	Наименование оборудования
000	Заготовительная	-
010	Фрезерная	Универсальный фрезерный станок SPECTR. Модель FU-5.2
020	Фрезерная	Универсальный фрезерный станок SPECTR. Модель FU-5.2
030	Фрезерная	Горизонтально-фрезерный станок STALEX X6132
040	Фрезерная	Горизонтально-фрезерный станок STALEX X6132
050	Фрезерная	Фрезерный обрабатывающий центр Pinnacle LV
060	Токарная (зенкер-протяжка)	Токарный станок 16K20
070	Моечная	Камерная моечная машина
080	Прессовая	Пресс универсальный гидравлический ПГУ/30
090	Моечная	Камерная моечная машина
100	Контрольная	-

Таблица 10 - Выбор оснастки для изготовления детали - «Рычаг»

№ операции	Наименование операции	Наименование оснастки
000	Заготовительная	-
010	Фрезерная	Приспособление специальное
020	Фрезерная	Приспособление специальное
030	Фрезерная	Приспособление специальное
040	Фрезерная	Приспособление специальное
050	Фрезерная	Приспособление специальное
060	Токарная (зенкер-протяжка)	Приспособление специальное
070	Моечная	-
080	Прессовая	Приспособление специальное
090	Моечная	-
100	Контрольная	-

Таблица 11 - Выбор инструмента для изготовления детали - «Рычаг»

№ операции	Наименование операции	Наименование инструмента
000	Заготовительная	-
010	Фрезерная	Фреза торцевая со сменными пластинами 125×70×40, Z-8, ТК510
020	Фрезерная	Фреза торцевая со сменными пластинами 125×70×40, Z-8, ТК510
030	Фрезерная	Фреза трехсторонняя 100×24×32 (14z) P6M5 с покрытием (КИБ)

Продолжение таблицы 11

№ операции	Наименование операции	Наименование инструмента
040	Фрезерная	Фреза трехсторонняя 100×30×32 (14z) P6M5 с покрытием (КИБ)
050	Фрезерная	Переход 1. Фреза концевая к/х 18×55×140 (3z) KM2 P6M5
		Переход 2. Сверло CoroDrill® 460, диаметр 20 мм, с покрытием PVD TiAlN
		Переход 3. Зенкер CoroDrill® 460, диаметр 21,5 мм, с покрытием PVD TiAlN
		Переход 4. Развертка CoroDrill® 460, диаметр 22 мм, с покрытием PVD TiAlN
060	Токарная (зенкер-протяжка)	Зенкер-протяжка, диаметр 42, P6M5K5
070	Моечная	-
080	Прессовая	-
090	Моечная	-
100	Контрольная	-

Таблица 12 - Выбор средств контроля для изготовления детали - «Рычаг»

№ операции	Наименование операции	Наименование оснастки
000	Заготовительная	-
010	Фрезерная	Штангенциркуль, микрометр
020	Фрезерная	
030	Фрезерная	
040	Фрезерная	
050	Фрезерная	
060	Токарная (зенкер-протяжка)	
070	Моечная	-
080	Прессовая	-
090	Моечная	-
100	Контрольная	-

2.6 Расчет режимов резания и определение основного времени на операцию

Операция 060 Токарная (с применением специального комбинированного инструмента: зенкер - протяжки)

На данной операции осуществляется обработка соосных отверстий в пяти заготовках при помощи специального инструмента: зенкер - протяжка,

на токарном станке, при помощи специального приспособления, установленного в резцедержателе.

Оборудование – Токарный станок 16Б16Т1; приспособление специальное.

Исходные данные для расчета и сведем в таблицу 13. Расчет режимов резания на данную операцию будем производить по методике, изложенной в с. 276 [8], как для обработки зенкерованием. По табл. 36 [8] в зависимости от исходных данных выбираем подачу при зенкерование: $S=0.2$ мм/об.

Таблица 13 – Данные для расчета режимов резания

№	Содержание перехода	Расчетная длина рабочего хода инструмента- L, мм	Глубина резания	IT	Ra	Режущий инструмент
1	Обработка двух соосных отверстий	304	0,75	7	2,5	Зенкер - протяжка

Скорость резания при зенкер-протягивании рассчитывается по формуле (2):

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y \cdot t^x} \cdot K_v \quad (2)$$

где C_v , q , m , y – коэффициент и показатели степени, зависящие от вида обработки, принимаем по таблице 39 [8];

T – стойкость инструмента, мин - принимаем $T=45$ мин;

t – глубина резания, мм (см. таблицу 13).;

Коэффициент K_v рассчитывается по формуле (3):

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv}, \quad (3)$$

где $K_{mv}=0,72$ – учитывает влияние материала заготовки;

K_{uv} – учитывает влияние на скорость резания инструментального материала;

$K_{uv}=1$ – при обработке стали сверлом из P6M5K5;

K_{lv} - учитывает глубину сверления, $K_{lv} = 1$.

$$K_v = 0,72 \cdot 1 \cdot 1 = 0,72.$$

$$C_v = 16,3; q = 0,4; y = 0,5; m = 0,2; x = 0,2; K_v = 0,72.$$

Тогда, скорости резания и частоты вращения шпинделя, подставив значения в формулы (1) и (2) получим:

$$V = \frac{16,3 \cdot 60^{0,3}}{45^{0,3} \cdot 0,2^{0,5} \cdot 0,75^{0,2}} = 18,8 \text{ м / мин.}$$

Частота вращения шпинделя, рассчитываемая по диаметру инструмента:

$$n = \frac{1000 \cdot 18,8}{3,14 \cdot 60} = 188 \text{ об / мин.}$$

Принимаем по станку ближайшее значение $n_{ст} = 200$ об/мин, тогда фактическая скорость резания, будет равна: $V_{ф} = 20$ м/мин.

Проверим правильность выбранных режимов резания по мощности привода главного движения станка: $K_N = 0,6$; $N_T = 2,6$ кВт для всех обрабатываемых поверхностей. Полученные значения мощности резания не должны превышать значения мощности резания указанной в паспортных данных умноженное на коэффициент полезного действия (КПД) оборудования, то есть $N \leq N_{паспорт} \cdot \eta$, где $\eta = 0,8$; $N_{паспорт} = 4,7$ кВт. Из полученных значений видно, что мощности резания не выходят из установленных пределов, поэтому условие резания выполняется.

Основное время определяем по формуле (4):

$$T_o = \frac{L_{рх} \cdot i}{nS} \quad (4)$$

где $L_{рх}$ - длина рабочего хода;

i- число проходов.

$$T_0 = \frac{304}{200 \cdot 0,2} = 1,01 \text{ мин}$$

2.7 Нормирование технологического процесса

Основное технологическое T_0 время было рассчитано из рекомендаций приложения 1 [12]. Данные по техническим нормам времени сведем в таблицу 14.

Таблица 14 - Технические нормы времени

N операции	Наименование операции	Основное время T_0 , мин	Значения коэффициента, ϕ	Штучно-калькуляционное время $T_{штк}$, мин
000	Заготовительная			
010	Фрезерная	0,5	1,4	0,7
020	Фрезерная	0,5	1,4	0,7
030	Фрезерная	0,4	1,4	0,55
040	Фрезерная	0,4	1,4	0,55
050	Фрезерная	1,6	1,4	2,24
060	Токарная (зенкер-протяжка)	1,01/на 5 штук	1,73	1,74/на 5 штук
070	Моечная	-	-	-
080	Прессовая	-	-	-
090	Моечная	-	-	-
100	Контрольная	-	-	-

Чертеж технологической наладки на данную операцию представлен в графической части бакалаврской работы.

3 Расчет и проектирование специального приспособления и инструмента

3.1 Проектирование специального станочного приспособления

Задача раздела – спроектировать специальное приспособление, используемое на 060 операции. Эскиз приспособления представлен ниже на рисунке 3.

На операции 060 токарной производится одновременная обработка 5 заготовок, а именно с использованием специального инструмента зенкер-протяжки из быстрорежущей стали Р6М5К6 производится обработка отверстия $\varnothing 42H7$ на 5 заготовках одновременно.

Приспособление специальное, смотри рисунок 3, содержит корпус 1 закрепляемый при использовании в резцедержателе токарного станка. В корпусе 1 имеется отверстие для выхода инструмента – зенкер-протяжки при обработке, а также отверстие с проточкой для закрепления установочного пальца 2, при помощи винтов 3, с шайбами 4. Длина установочного пальца 2 позволяет устанавливать с зазором одновременно пять заготовок по отверстиям в заготовке – рычаге.

Приспособление специальное работает следующим образом. Перед началом обработки приспособление хвостовой частью корпуса 1 устанавливается и закрепляется в резцедержателе токарного станка, причем ось большого отверстия совпадает с осью вращения патрона, закрепленного на шпинделе станка. На установочный палец 2 устанавливается пять заготовок – рычагов. Через большое отверстие в корпусе 1 просовывается хвостовая часть зенкер-протяжки и зажимается в патроне токарного станка. При включении вращения шпинделя и продольной подачи суппорта, происходит самоцентрирование заготовок по инструменту – зенкер-протяжке и упор их в торец корпуса 1 под действием сил резания. Самоцентрирование

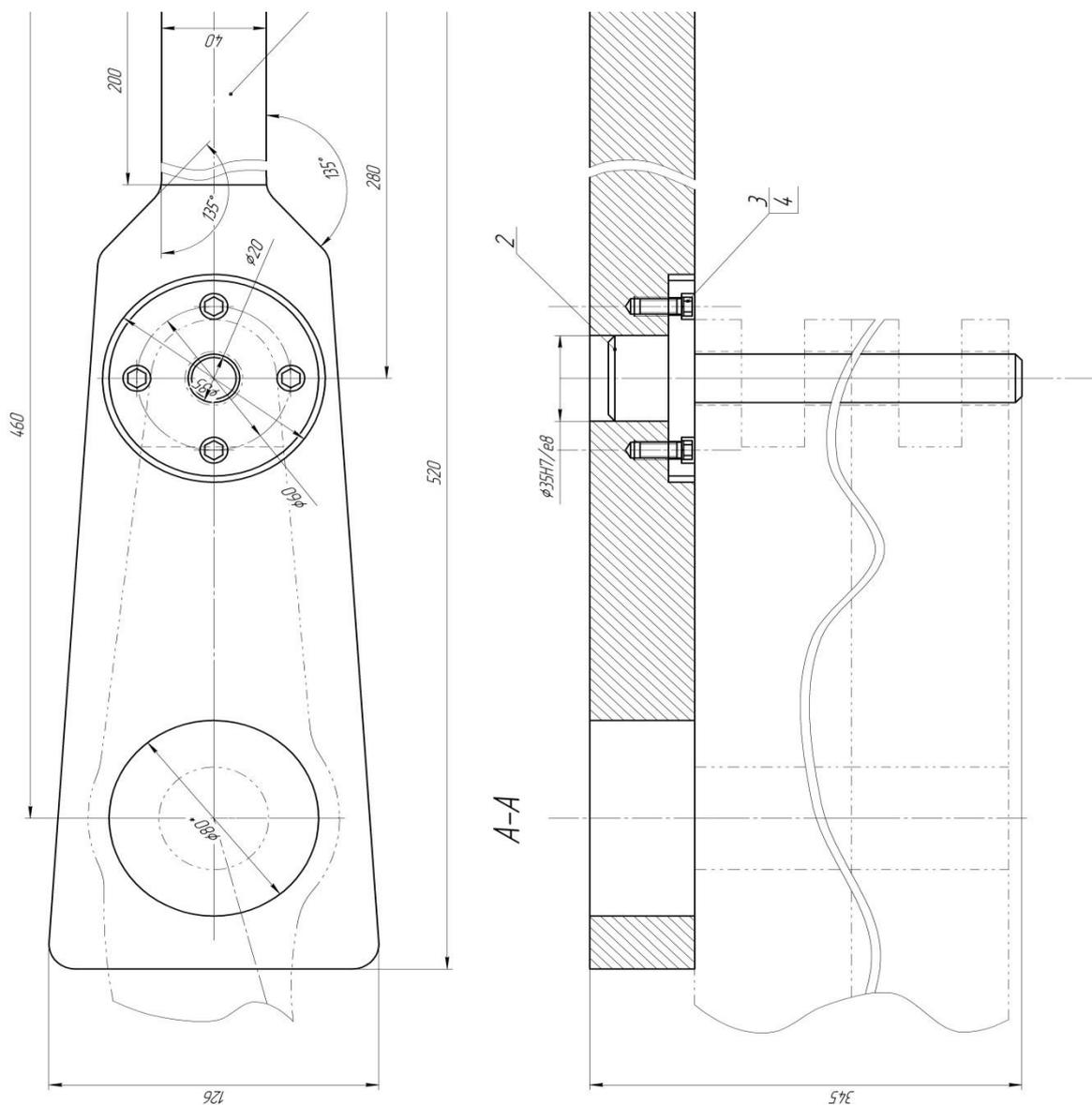


Рисунок 3 - Приспособление для обработки на операции 060

заготовок по инструменту возможно в следствии наличия зазора около 1-2 мм между установочным пальцем 2 и поверхностями соответствующих отверстий в заготовках. В результате этого погрешность базирования в данном специальном приспособлении равна нулю.

3.2 Проектирование специального режущего инструмента

Задача раздела – спроектировать геометрию режущего инструмента, используемого на 060 операции, провести расчет конструктивных элементов зенкера – протяжки.

На 060 токарной операции осуществляется обработка отверстия рычага зенкером - протяжкой, на токарном станке, при помощи специального приспособления, установленного в резцедержателе.

Инструмент специальный – зенкер- протяжка (цельной);

Материал режущей части - быстрорежущая сталь P6M5K5;

Материал заготовки - Сталь 40 ГОСТ 1050-88.

Режимы обработки:

- глубина резания $t = 0,75$ мм;
- подача $S = 0,2$ мм/об;
- скорость вращения инструмента: $V = 20$ м/мин.

Зенкер-протяжка представляет собой металлорежущий инструмент, который в осевом направлении имеет конструктивные признаки протяжки (передний хвостовик, шейку, переднюю цилиндрическую направляющую, заднюю направляющую и кинематику обработки (продольное перемещение при работе), а в поперечном - признаки зенкера (количество, форма, направление винтовых зубьев) и кинематику обработки - относительное вращение заготовки и инструмента, поэтому определение геометрических параметров режущей части будем производить как для зенкера, а параметры направляющих будем принимать, с учетом конструктивных особенностей зенкера - протяжки.

Согласно рекомендациям [14, стр. 204] при обработке стали главный угол в плане ϕ , принимаем равным 60° .

Передний угол назначаем с учетом свойств обрабатываемого материала, по таблице 6.6 [14, стр. 205], принимаем $\gamma = 16^\circ$.

Задний угол α принимаем 8° на режущей части и калибрующей частях.

Угол наклона винтовой канавки принимаем равным 30° .

Угол наклона главной режущей кромки λ принимаем равным $\lambda=5^\circ$.

Параметры профиля винтовых канавок в нормальном сечении определяем по таблице 6.7 [14, стр. 206]. Для зенкеров с $z=4$ из быстрорежущей стали: $h=2,34$; $P=8,3$; $E=13,4$ (с учетом особенностей проектируемого инструмента);

Профиль поперечного сечения зенкера-протяжки в режущей части и калибрующей части представлен на рисунке 4.

Параметры направляющих частей будем принимать, с учетом конструктивных особенностей зенкера – протяжки, лист графической части бакалаврской работы.

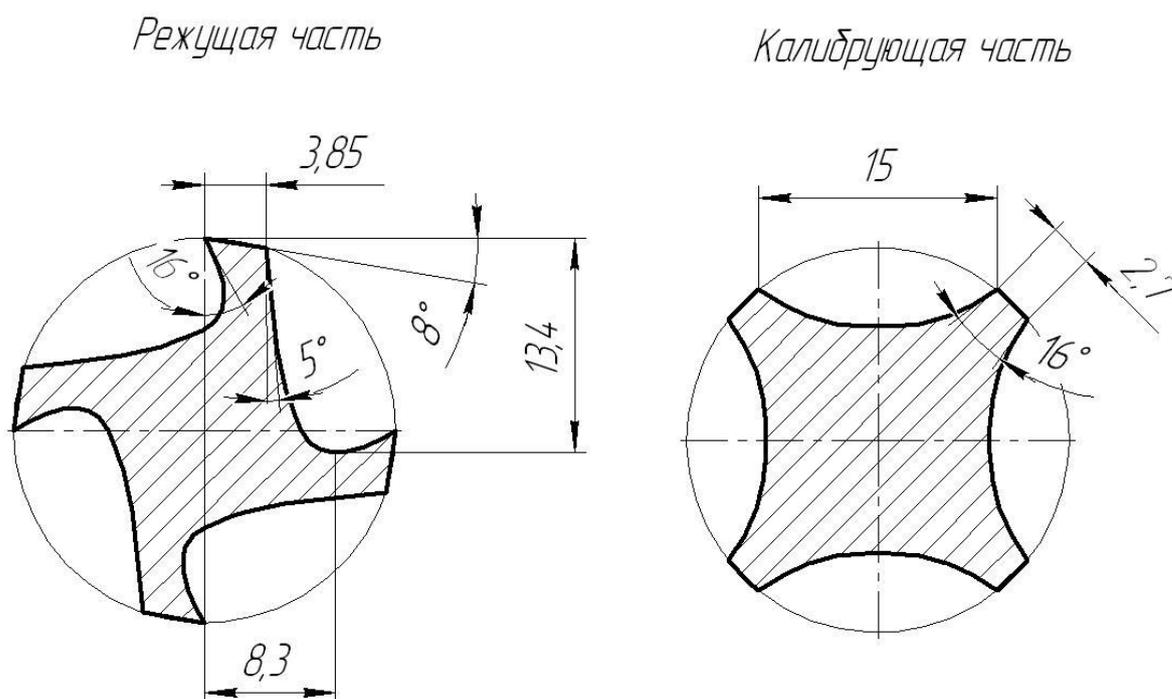


Рисунок 4 - Профиль поперечного сечения зенкера-протяжки в режущей части и калибрующей части.

Параметры направляющих частей будем принимать, с учетом конструктивных особенностей зенкера – протяжки, лист графической части бакалаврской работы.

У зенкера-протяжки с винтовыми зубьями подъём на зуб (или конструктивная подача) за счёт конусности режущей части сохраняется постоянной, что обеспечивает стабильность процесса резания. Срезание стружки, после входа зенкера-протяжки в отверстие на всю глубину заготовки, осуществляется сразу по всей длине заготовки, а сила резания до завершения работы режущей части остаётся постоянной и плавно уменьшается по мере вступления в работу калибрующей части. При этом уменьшается толщина среза, работа резания распределена - на большей длине режущих кромок, уменьшается удельная деформация и температура в зоне резания, что способствует повышению стойкости и улучшению качества обработки.

Зенкер-протяжка является цельным режущим инструментом, выполненным из быстрорежущей стали P6M5K5. Чертеж инструмента со всеми параметрами представлен на листе графической части бакалаврской работы.

3.3 Совершенствование инструмента на базе литературных исследований

Для обработки поверхностей в изделиях из высокопрочных сталей и трудно обрабатываемых материалов используют фрезы с механическим креплением двухсторонних сменных режущих пластин, имеющих большое количество режущих кромок, расположенных по круговой поверхности на одной и другой их стороне. Для обеспечения возможности использования режущих кромок поочередно на одной и другой сторонах двухсторонние режущие пластины имеют 180° поворотную симметрию.

Двухсторонние режущие пластины располагают в гнездах, выполненных в корпусах фрез и имеющих опорные поверхности, контактирующие с опорными поверхностями пластин, находящимися на

противоположной стороне от используемых режущих кромок. При этом возникает необходимость с одной стороны создать оптимальные условия для схода стружки по передним поверхностям режущей пластины и сохранить прочность режущего клина, а с другой стороны - обеспечить надежное позиционирование режущей пластины в гнездах корпуса фрез с учетом асимметрии нагружения главных и вспомогательных режущих кромок.

При фрезеровании высокопрочных сталей и трудно обрабатываемых материалов на режущий инструмент действуют значительные термомеханические нагрузки, носящие ударный характер. Эти нагрузки воспринимают опорные поверхности гнезд корпусов фрез и самих режущих пластин. От размеров и конфигурации опорных поверхностей режущих пластин зависит надежность их крепления в гнездах корпусов фрез, оказывающее влияние на работоспособность и стойкость самих фрез.

При этом для режущих пластин, имеющих множество режущих кромок, расположенных по круговой поверхности на одной и другой их стороне, необходимо обеспечить надежное базирование пластин в гнездах корпусов фрез одновременно, как в непосредственной близости от режущей кромки, участвующей в резании, так и всей пластины в целом.

Известна конструкция режущей пластины и режущего инструмента (патент РФ №2508180). При этом режущая пластина содержит первую поверхность для отвода стружки, вторую поверхность для отвода стружки на противоположной от первой поверхности стороне пластины и боковую поверхность, продолжающуюся между указанными сторонами. Режущие кромки образованы пересечением первой и второй поверхностей с боковой поверхностью.

Торцевые опорные поверхности режущих пластин выполнены в виде единых базовых поверхностей, расположенных на торцах и выходящих к сквозному крепежному отверстию. Режущие пластины установлены в гнезда режущего инструмента, а их опорные базовые поверхности контактируют с плоскими опорными поверхностями гнезд. Указанные конструкция режущих

пластин не гарантирует достаточную жесткость закрепления их в гнездах режущего инструмента из-за смещения равнодействующей реакции торцевых опорных базовых поверхностей в сторону крепежного отверстия, что может повлечь снижение устойчивости режущих пластин и, как следствие снижение их стойкости.

При этом смещение равнодействующей реакции торцевых опорных базовых поверхностей гнезд корпусов фрез может произойти, в том числе из-за смещения зоны их контакта с опорными поверхностями режущих пластин в сторону крепежного отверстия. Это может быть следствием неточности изготовления, значительной шероховатости или загрязнения контактирующих опорных поверхностей.

При нарушении зоны контакта опорных поверхностей гнезд с опорными

поверхностями режущих пластин также может возникнуть сложное напряженное деформированное состояние контактирующих поверхностей, которое может отрицательно влиять на надежность крепления режущих пластин.

Известна конструкция режущей пластины и режущего инструмента (WO 1994/015741). При этом режущая пластина выполнена многогранной и содержит верхнюю и нижнюю поверхности, боковую поверхность, режущие кромки, образованные на пересечении верхней и нижней поверхностей с боковой поверхностью и имеющие вершины. Напротив каждой вершины режущей кромки в области угла, образованного режущими кромками, на верхней и нижней поверхностях расположены впадины, являющиеся базовыми поверхностями режущей пластины. В эти впадины входят выступы, расположенные в гнездах режущего инструмента. Данная конструкция не позволяет достичь точного позиционирования режущих пластин при расположении их в гнездах корпусов фрез, кроме того в ней не учтена асимметрия нагружения режущих кромок пластин.

Известна конструкция режущей пластины и режущего инструмента в частности торцевой фрезы (патент РФ №2422253). При этом режущая пластина имеет круговое расположение режущих кромок на противоположных сторонах. Режущие кромки выступают за смежные с ними передние поверхности, направленные вниз под положительным углом, между которыми расположены одна или несколько плоских опорных поверхностей и крепежное отверстие.

Вокруг отверстия расположена, по меньшей мере, одна грань в форме усеченного конуса. Она сходит на конус в сторону крепежного отверстия. Таким образом, обеспечивается гарантированное базирование режущей пластины в зоне передних поверхностей.

Однако, при этом базовые поверхности расположены симметрично относительно вершин режущих кромок и соответственно симметрично относительно биссектрис углов при этих вершинах, что не учитывает асимметричного нагружения режущих кромок. Тем самым снижается надежность базирования режущих пластин в гнездах корпуса фрезы, что может повлечь за собою снижение их работоспособности и стойкости.

Задачей настоящего изобретения является создание конструкции двухсторонней многогранной режущей пластины, обеспечивающей ее надежное закрепление в гнездах корпуса фрез.

Задачей настоящего изобретения также является создание конструкции фрезы для использования упомянутой режущей пластины, повышенной работоспособности и стойкости.

Технический результат от использования предложенного технического решения заключается в повышении работоспособности и стойкости режущих пластин и фрез в целом за счет надежного базирования режущих пластин в гнездах фрез, обусловленного асимметричным расположением фрагментов базовых поверхностей режущих пластин с учетом асимметричного нагружения главных и вспомогательных режущих кромок.

Наиболее оптимальная идея изложена в патенте RU 2714563 C1, заявка № 2019139906, от 05.12.2019, авторы Москвитин Александр Александрович (отец) (RU), Москвитин Сергей Александрович (RU), Москвитин Александр Александрович (сын) (RU), Лагутин Александр Григорьевич (RU), Демиховская Марина Игоревна (RU), Москвитин Андрей Александрович (RU).

Многогранная двухсторонняя режущая пластина содержит первую поверхность для отвода стружки и вторую поверхность для отвода стружки, расположенную на противоположной от первой поверхности стороне.

Между первой и второй поверхностями расположено сквозное крепежное отверстие и боковая поверхность. На пересечении первой и второй поверхностей с боковой поверхностью образованы режущие кромки со 180° поворотной симметрией. Они содержат последовательно чередующиеся по кругу сопряженные между собою и разделенные вершиной участки главной и вспомогательной режущих кромок, выступающие за смежные с ними передние поверхности, направленные под положительными передними углами к опорным поверхностям.

Опорные поверхности выполнены из отдельных фрагментов, расположенных по кольцу соответственно на периферии первой и второй поверхностей напротив вершин режущих кромок. Причем эти фрагменты выступают за смежные с ними впадины, выходящие к крепежному отверстию.

Согласно изобретению центры тяжести площадей опорных поверхностей каждого фрагмента на виде сверху на первую поверхность не лежат на биссектрисах, соответствующих им углов, образованных при вершинах режущих кромок, но расположены на окружности, эквидистантной окружности, описанной вокруг режущей пластины на виде сверху на первую и вторую ее поверхности. Причем размер диаметра этой окружности находится в диапазоне $0,45 \dots 0,8$ диаметра окружности, описанной вокруг режущей пластины.

В соответствии с одним предпочтительным исполнением режущей пластины центры тяжести площадей опорных поверхностей каждого фрагмента, смещены относительно биссектрис, соответствующих им углов, образованных при вершинах режущих кромок, в стороны вспомогательных режущих кромок на центральный угол, вершина которого расположена на оси отверстия, причем этот угол находится в диапазоне $0,5...4^\circ$.

В соответствии с другим предпочтительным исполнением режущей пластины на виде сверху на первую поверхность для отвода стружки центры тяжести площадей опорных поверхностей фрагментов, расположенных на противоположных поверхностях для отвода стружки, смещены один относительно другого вдоль окружности, на которой они расположены.

В соответствии с другим предпочтительным исполнением режущей пластины фрагменты опорных поверхностей на виде сверху на каждую поверхность для отвода стружки режущей пластины имеют площади поверхности, ограниченные, по меньшей мере, одной выпуклой и двумя вогнутыми кривыми.

В соответствии с другим предпочтительным исполнением режущей пластины вогнутые кривые ограничивают площади опорных поверхностей фрагментов со стороны участков главных и вспомогательных режущих кромок, причем кривы со стороны участков главных режущих кромок имеет большую длину.

В соответствии с другим предпочтительным исполнением режущей пластины суммарная площадь опорных поверхностей фрагментов находится в диапазоне $20...30\%$ от площади соответствующей им поверхности для отвода стружки.

В соответствии с другим предпочтительным исполнением режущей пластины на ее рабочие поверхности дополнительно нанесено износостойкое покрытие, содержащее, по меньшей мере, один слой, который содержит фазу, по меньшей мере, с одним из элементов V, Cr, Nb, Ti, Ta, Zr, Hf, B, Al, Si, C, N, O.

Фреза для использования описанной выше режущей пластины содержит корпус с рабочей частью. В ней выполнены гнезда для размещения и закрепления многогранных двухсторонних режущих пластин. Причем каждое гнездо имеет опорную поверхность, боковые базовые поверхности и отверстие для крепежных винтов.

Согласно изобретению в гнездах рабочей части фрезы установлены многогранные двухсторонние режущие пластины по любому из описанных выше исполнений. При этом фрагменты опорных поверхностей режущих пластин контактируют с опорными поверхностями гнезд.

Рассмотрим предложенную конструкцию многогранной двухсторонней режущей пластины 10, изображенной на рисунках 5-10. Здесь она выполнена двухсторонней с семью гранями. Также следует понимать, что количество граней может быть иным, но все они вписаны в одну окружность 42 на виде сверху на первую поверхность для отвода стружки.

При этом многогранная двухсторонняя режущая пластина 10 содержит первую поверхность для отвода стружки 12 и вторую поверхность 14 для отвода стружки, расположенную на противоположной от первой поверхности стороне. По сути это одна и другая торцевые поверхности двухсторонней режущей пластины, у которой опорные поверхности находятся на противоположном от режущих кромок торце пластины.

При этом указанная режущая пластина имеет сквозное крепежное отверстие 16 и боковую поверхность 18, которые продолжаются между первой 12 и второй 14 поверхностями. Ось «О» отверстия 16 является осью симметрии и поворота пластины при последовательной смене ее режущих кромок 20 и 20а соответственно на первой и второй поверхностях, которые образованы на пересечении первой 12 и второй 14 поверхностей с боковой поверхностью 18 со 180° поворотной симметрией.

Далее для упрощения понимания сути предложенной конструкции режущей пластины 10 обозначение ее конструктивных элементов на первой

12 и второй 14 поверхностях имеет одинаковые цифры, но отличается буквой «а».

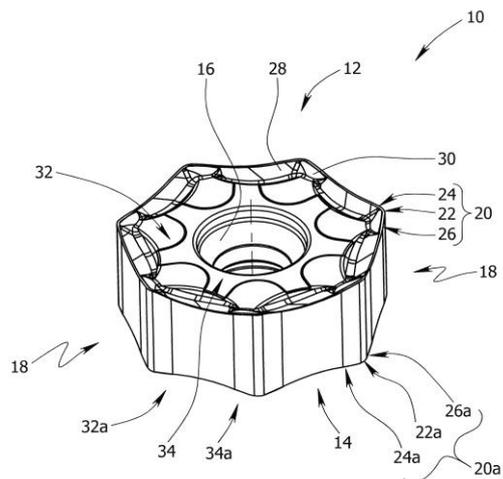


Рисунок 5 – Многогранная двухсторонняя режущая пластина в перспективе

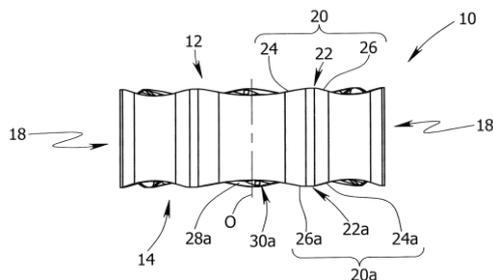


Рисунок 6 – Вид сбоку многогранной режущей пластины

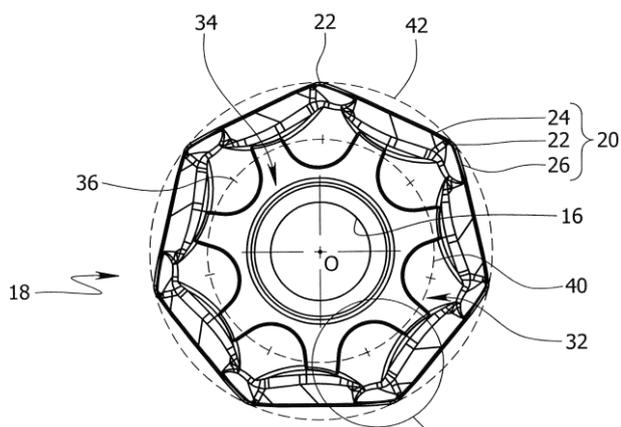


Рисунок 7 – Вид сверху на первую поверхность для отвода стружки многогранной двухсторонней режущей пластины

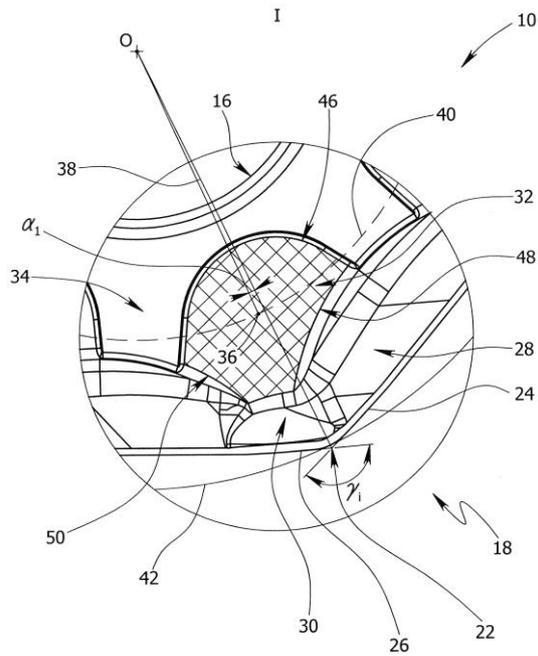


Рисунок 8 – Увеличенный фрагмент I вида сверху на первую поверхность для отвода стружки многогранной двухсторонней режущей пластины

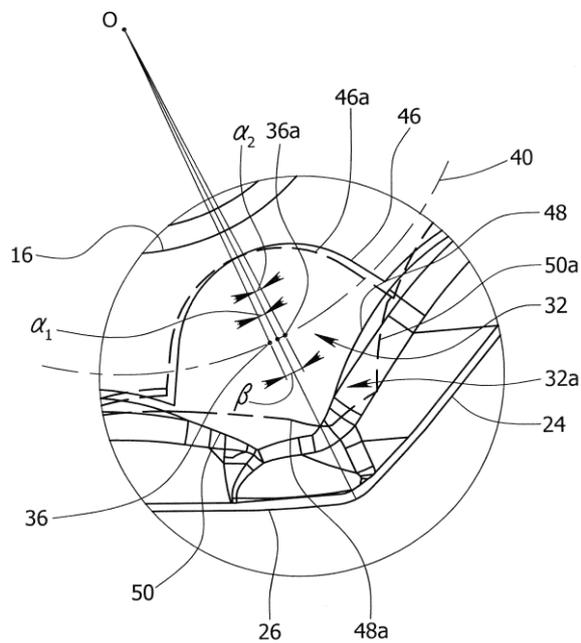


Рисунок 9 – увеличенный фрагмент I вида сверху на первую поверхность для отвода стружки многогранной двухсторонней режущей пластины

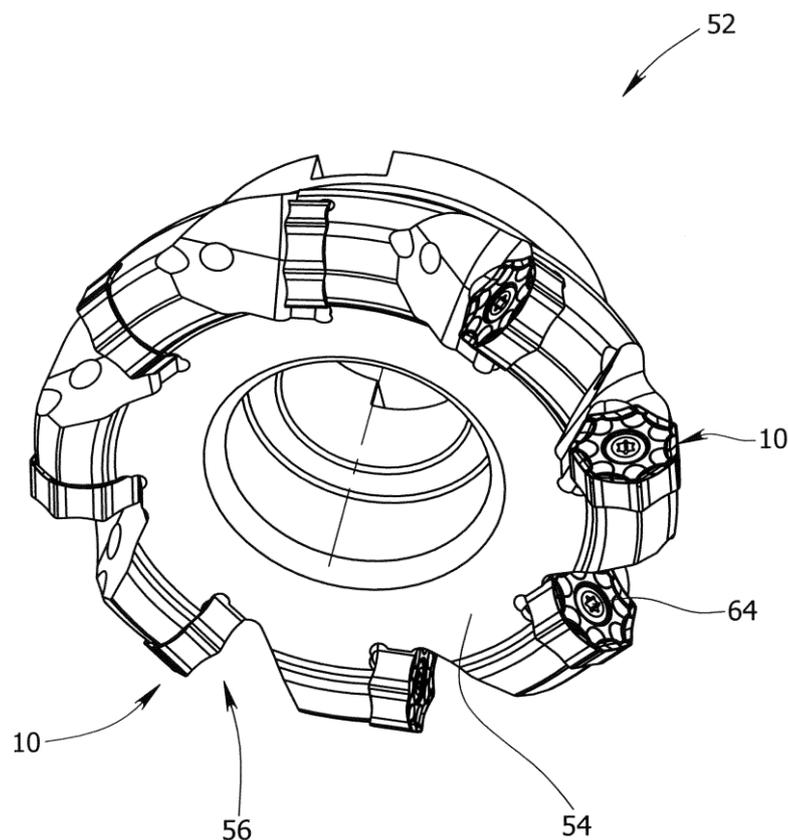


Рисунок 10 – Торцевая фреза в сборе с многогранной двухсторонней режущей пластиной

При этом режущие кромки режущей пластины 10 соответственно 20 и 20а содержат последовательно чередующиеся по кругу сопряженные между собою и разделенные вершиной соответственно 22 и 22а участки главной 24 и 24а и вспомогательной 26 и 26а режущих кромок, выступающие за смежные с ними передние поверхности 28, 30 и 28а, 30а, направленные под положительными передними углами к опорным поверхностям.

Опорные поверхности выполнены из отдельных фрагментов 32 и 32а, расположенных по кольцу соответственно на периферии первой 12 и второй 14 поверхностей напротив вершин 22 и 22а режущих кромок. Причем соответственно на первой и второй поверхностях опорные поверхности указанных фрагментов 32 и 32а находятся в одних плоскостях и выступают за смежные с ними впадины 34 и 34а, выходящие к крепежному отверстию 16.

Для рассматриваемого примера впадины 34 и 34а на первой 12 и второй 14 поверхностях представлены единичными понижениями, расположенными вокруг крепежного отверстия 16 и имеющими радиально направленные в сторону режущих кромок лучи.

Согласно изобретению центры тяжести 36 и 36а площадей опорных поверхностей соответственно каждого фрагмента 32 и 32а на виде сверху на первую 12 поверхность, не лежат на биссектрисах 38, соответствующих им углов γ_i , образованных при вершинах 22, 22а соответственно режущих кромок 20 и 20а. В данном случае площади опорных поверхностей фрагментов 32 и 32а рассмотрены, как геометрически плоские фигуры, контактирующие с опорными базовыми поверхностями 58 гнезд 56 фрез 52.

При этом учет центров тяжести 36 и 36а площадей опорных поверхностей фрагментов 32 и 32а позволяет оценить преимущественное расположение реакций от их контакта с соответствующими опорными базовыми поверхностями гнезд для закрепления режущих пластин и, тем самым, обеспечить надежное закрепление режущих пластин с учетом асимметрии нагружения участков их режущих кромок.

При этом согласно изобретению центры тяжести 36 и 36а соответствующих им площадей опорных поверхностей фрагментов 32 и 32а расположены на окружности 40, эквидистантной окружности 42, описанной вокруг режущей пластины на виде сверху на ее первую поверхность. Причем размер диаметра этой окружности находится в диапазоне 0,45...0,8 диаметра окружности 42, описанной вокруг режущей пластины.

При этом из опорных поверхностей фрагментов 32 и 32а на первой 12 и второй 14 поверхностях режущей пластины 10 получены кольцевые матрицы фрагментов опорных поверхностей, лежащих в параллельных между собою плоскостях. Эти плоскости параллельны также средней плоскости режущей пластины, расположенной по ее середине на виде сбоку. Указанные матрицы фрагментов приближены к режущим кромкам 20 и 20а с учетом асимметрии нагружения их главных 24, 24а и вспомогательных 26, 26а участков.

Причем место расположения центров тяжести 36 и 36а площадей каждого фрагмента 32 и 32а будет зависеть от соотношения диаметров окружностей 40 и 42. Минимальное значение указанного соотношения обусловлено в первую очередь условиями прочности режущего клина пластины 10, а также зависит от режимов резания, свойств обрабатываемого материала и геометрии режущей пластины и фрезы в целом.

Максимальное значение соотношения указанных диаметров обусловлено в первую очередь условиями устойчивого, надежного закрепления режущих пластин в гнездах 56 корпуса 54 фрезы 52.

Многогранная двухсторонняя режущая пластина 10 имеет предпочтительные исполнения. Согласно одному из них центры тяжести 36 и 36а площадей каждого фрагмента 32,32а опорных поверхностей смещены относительно биссектрис 38, соответствующих им углов, образованных при вершинах 22 и 22а режущих кромок 20 и 20а, в стороны вспомогательных режущих кромок соответственно 26 и 26а на центральные углы α_1 и α_2 , вершины которых расположены на оси О отверстия 16, причем эти углы находятся в диапазоне $0,5...4^\circ$. Указанные центральные углы могут быть не равны между собою.

Минимальное значение центрального угла α_1 и α_2 ограничено в первую очередь условиями прочности режущего клина пластины 10 и зависит от режимов резания, свойств обрабатываемого материала и геометрии режущей пластины. Максимальное значение обусловлено условиями устойчивого, надежного закрепления режущих пластин в гнездах 56 корпуса 54 фрезы 52.

Согласно другому исполнению режущей пластины на виде сверху на первую 12 поверхность для отвода стружки центры тяжести 36 и 36а соответственно площадей опорных поверхностей фрагментов 32 и 32а, расположенных на противоположных поверхностях 12 и 14 для отвода стружки, смещены один относительно другого вдоль окружности 40, на которой они расположены. При этом центральный угол β , определяющий это

смещение имеет вершину на оси О отверстия 16. По сути этот угол является суммой углов α_1 и α_2 .

Согласно другому предпочтительному исполнению режущей пластины фрагменты опорных поверхностей 32 и 32а на виде сверху на каждую поверхность для схода стружки имеют площади поверхности, ограниченные, по меньшей мере, одной выпуклой 46, 46а и двумя вогнутыми 48, 48а и 50, 50а кривыми.

Согласно другому предпочтительному исполнению режущей пластины вогнутые кривые 48, 48а и 50, 50а ограничивают площади опорных поверхностей фрагментов 32 и 32а соответственно со стороны участков главных 24, 24а и вспомогательных 26, 26а режущих кромок 20, 20а, причем кривые 48 и 48а со стороны участков главных режущих кромок 24, 24а имеет большую длину.

Такое исполнение фрагментов опорных поверхностей позволяет достаточно точно расположить центры тяжести их площадей с учетом их напряженно-деформированного состояния, возникающего при работе фрез. Кроме того такое конструктивное исполнение фрагментов опорных поверхностей 32 и 32а дает возможность выполнить оптимальную форму передних поверхностей индивидуально для участков главной и вспомогательной режущих кромок, тем самым, повысив полученный технический результат.

Согласно другому предпочтительному исполнению режущей пластины суммарная площадь опорных поверхностей фрагментов 32, 32а отдельно для каждой поверхности для отвода стружки находится в диапазоне 20...30% от площади соответствующей им поверхностей 12, 14. Минимальное и максимальное значения указанного диапазона обусловлены в первую очередь достаточными и необходимыми условиями прочности опорных поверхностей.

Согласно другому предпочтительному исполнению режущей пластины на ее рабочие поверхности дополнительно нанесено износостойкое

покрытие, содержащее, по меньшей мере, один слой, который содержит фазу, по меньшей мере, с одним из элементов V, Cr, Nb, Ti, Ta, Zr, Hf, B, Al, Si, C, N, O. При этом износостойкое покрытие позволяет увеличить получаемый технический результат.

В соответствии с изобретением предложена фреза 52 для использования описанной выше режущей пластины 10. В качестве примера на фиг.6 изображена торцовая фреза. Она содержит корпус 54 с рабочей частью, в которой выполнены гнезда 56 для размещения и закрепления многогранных двухсторонних режущих пластин. Причем каждое гнездо 56 имеет опорную поверхность 58, боковые базовые поверхности 60 и отверстие 62 для крепежных винтов 64.

Согласно изобретению в гнездах 56 установлены многогранные двухсторонние режущие пластины 10 по любому из описанных выше ** исполнений.

В качестве примера рассмотрим двухстороннюю режущую пластину 10, имеющую семь граней. При этом она имеет четырнадцать режущих кромок, по семь кромок на каждой поверхности для отвода стружки.

Эти пластины, например, устанавливаются в гнезда 56 торцовой фрезы 52 и закрепляются винтами 64. При этом фрагменты 32 и 32а опорных поверхностей многогранной двухсторонней режущей пластины 10 при смене режущих кромок, обусловленной поворотом вокруг ее оси или сменой поверхностей для отвода стружки, поочередно контактируют с опорными поверхностями 58 гнезд 56.

Например, при установке режущей пластины 10 на опорную поверхность с фрагментами 32а, расположенными на второй поверхности 14 для отвода стружки при фрезеровании будут использоваться режущие кромки 20 с участком главной режущей кромки 24 и вспомогательной режущей кромки 26.

При этом, учитывая 180° поворотную симметрию режущей пластины 10, под режущей кромки 20 будет находиться фрагмент 32а опорной

поверхности, расположенной на обратной стороне режущей пластины, который граничит с передней поверхностью 30а вспомогательной режущей кромки 26а. Этот фрагмент 32а максимально приближен к периферии режущей пластины и имеет смещение центра тяжести 36а своей опорной поверхности от биссектрисы угла при вершине режущей кромки 20а в сторону вспомогательной режущей кромки 26а. Тем самым обеспечивается смещение равнодействующей реакции опорной поверхности 58 гнезда 52 в сторону нагруженного участка главной режущей кромки 24, расположенного на первой поверхности для схода стружки.

Таким образом, за счет описанного выше расположения фрагментов опорных поверхностей обеспечивается надежное однозначное позиционирование пластин в гнездах фрезы с учетом асимметрии нагружения режущих кромок, состоящих из участков главной и вспомогательной режущих кромок. Это позволяет повысить надежность закрепления режущих пластин в гнездах корпуса фрезы и тем самым повысить работоспособность и стойкость режущих пластин и фрез в целом.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Задача раздела – проектирование технологии изготовления рычага с учетом требований стандартов по безопасности.

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

В таблице 15 приведены данные по выбранной операции [5].

Таблица 15 - Паспорт объекта

Объект	Технологическая операция	Наименование должности работника	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы и вещества
Заготовительная	Литье	Литейщик	Литейная машина	Сталь45Л, смазки графитовые
Механическая обработка	Токарная операция	Токарь	Токарный станок 16К20 патрон самоцентрирующийся, люнет	Сталь45Л, СОЖ, ветошь
Механическая обработка	Фрезерная операция	Фрезеровщик	Универсальный фрезерный станок SPECTR. Модель FU-5.2, приспособление специальное	Сталь45Л, СОЖ, ветошь

4.2 Идентификация профессиональных рисков

В таблице 16 рассматриваются риски. В подразделе приводится систематизация производственно-технологических и эксплуатационных рисков, к которым относят вредные и опасные производственные факторы, источником которых являются оборудование и материалы, используемые при изготовлении рычага.

Таблица 16 - Определение рисков

Технологическая операция	Опасный и вредный производственный фактор (ОВПФ)	Источник ОВПФ
Литье	ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания Факторы физического воздействия: Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов Движущиеся твердые объекты	Литейная машина
Токарная, фрезерование	Факторы физического воздействия: Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов Движущиеся твердые объекты ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания ОВПФ, связанные с механическими колебаниями твердых тел ОВПФ, связанные с акустическими колебаниями твердых тел ОВПФ, связанные с электрическим током ОВПФ, связанные с электромагнитными полями Факторы химического воздействия: токсического, раздражающего (через органы дыхания) Факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия: Статическая нагрузка Перенапряжение анализаторов	Токарный станок 16К20, Универсальный фрезерный станок SPECTR. Модель FU-5.2, зенкер-протяжка, зона резания, зажимные кулачки патрона, фреза СОЖ, стружка Заготовка, инструмент Пульт управления станком СОЖ, смазки Манипуляция заготовкой, контроль и управление

4.3 Методы и технические средства снижения рисков

В под разделе выбраны методы и средства снижения профессиональных рисков, которые необходимо использовать для защиты, или частичного снижения или полного устранения вредного и/или опасного фактора при изготовлении рычага. Снижение рисков достигается мерами (таблице 17).

Таблица 17 – Мероприятия снижения уровня ОВПФ

ОВПФ	Технические средства, организационные методы	Средства защиты (СИЗ)
Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов Движущиеся твердые объекты ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов	Защитный кожух на станке, ограждения Инструктажи по охране труда	Костюм для защиты от загрязнений, перчатки с полимерным покрытием, ботинки кожаные, очки защитные
Факторы химического воздействия: токсического, раздражающего (через органы дыхания)	Организация вентиляции Инструктажи по охране труда	-
ОВПФ, связанные с механическими колебаниями твердых тел	Виброгасящие опоры снизить время контакта с поверхностью подверженной вибрации Инструктажи по охране труда	Резиновые виброгасящие покрытия
ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания	Организация вентиляции Инструктажи по охране труда	-
ОВПФ, связанные с акустическими колебаниями твердых тел	Использование звукопоглощающих Материалов Инструктажи по охране труда	Применение противошумных вкладышей
ОВПФ, связанные с электрическим током ОВПФ, связанные с электромагнитными полями	Заземление станка изоляция токоведущих частей применение предохранителей Инструктажи по охране труда Соблюдение периодичности и продолжительности регламентированных перерывов	Резиновые напольные покрытия, перчатки с полимерным покрытием
Статическая нагрузка Перенапряжение анализаторов	Организация освещения Инструктажи по охране труда	-

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

В таблицах 18 – 21 рассматриваются источники пожарной опасности, а

также средства, которые необходимо применить, и меры организационного характера, которые необходимо использовать, для обеспечения пожарной безопасности.

Таблица 18 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие факторы при пожаре
Литейный	Литейная машина	Класс D	Пламя и искры; тепловой поток	Части оборудования, изделий и иного имущества
Участок обработки рычага	Токарный станок 16K20, Универсальный фрезерный станок SPECTR. Модель FU-5.2	Класс B, E	Пламя и искры; неисправность электропроводки; возгорание промасленной ветоши	Части оборудования, изделий и иного имущества; Вынос напряжения на токопроводящие части станка; воздействие огнетушащих веществ

Таблица 19 – Выбор средств пожаротушения

Средства пожаротушения				Оборудование
первичные	мобильные	стационарные	автоматики	
Ящик с песком, пожарный гидрант, огнетушители	Пожарные автомобили	Пенная система тушения	Технические средства по оповещению и управлению эвакуацией	Напорные пожарные рукава

Таблица 20 – Средств защиты и пожаротушения

СИЗ	Инструмент	Сигнализация
Веревки пожарные карабины пожарные противогазы, респираторы	Лопаты, багры, ломы и топоры ЩП-Б	Автоматические извещатели

Таблица 21 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Процесс, оборудование	Организационно-технические меры	Нормативные требования
Технология изготовления рычага, Токарный станок 16К20, Универсальный фрезерный станок СPECTR. Модель FU-5.2	Применение смазочно-охлаждающих жидкостей с использованием негорючих веществ Хранение промасленной ветоши в негоряемых ящиках ; Общее руководство и контроль за состоянием пожарной безопасности на предприятии.	Наличие пожарной сигнализации, Наличие автоматической системы пожаротушения, первичные средств пожаротушения, проведение инструктажей

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Результаты анализа в таблицах 22 и 23. Мероприятия направлены на защиту гидросферы, атмосферы и литосферы.

Таблица 22 – Определение экологически опасных факторов объекта

Производственный технологический процесс	Структурные элементы технологического процесса	Опасные и вредные выбросы в воздух	Сточные воды	Воздействие объекта на литосферу
Технологический процесс изготовления рычага	Токарный станок 16К20, Универсальный фрезерный станок СPECTR. Модель FU-5.2	Стружка Токсические испарения Масляный туман	Взвешенные вещества и нефтепродукты отработанные жидкие среды	Отходы стружки Промасленная ветошь Растворы жидкостей

Таблица 23 – Разработанные мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

Объект воздействия	Технологии изготовления рычага
на атмосферу	Фильтрационные системы для системы вентиляции участка
на гидросферу	Локальная многоступенчатая очистка сточных вод
на литосферу	Разделение, сортировка, утилизация на полигонах отходов

4.6 Выводы по разделу

Рассматривается обработка на заготовительной, токарной и фрезерной операциях. Подробно рассмотрена выполняемая на токарном станке 16К20 операция, которая включает переходы зенкер-протягивания. Задействован токарь. Приспособление - патрон и специальное установочное приспособление. Инструмент зенкер-протяжка. Применяются материалы: Сталь 45Л, СОЖ - эмульсия, ветошь (таблица 15).

Идентификация профессиональных рисков выполнена для токарной операции, что позволило определить ОВПФ. Это неподвижные колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов, движущиеся твердые объекты, ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов, чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, механическими колебаниями твердых тел, акустическими колебаниями твердых тел, электрическим током и электромагнитными полями, токсического, раздражающего воздействия (через органы дыхания), статической нагрузкой и перенапряжением анализаторов (таблица 16).

Для их устранения и снижения негативного воздействия применяются такие методы и средства, как защитный кожух и ограждение, демпфирующие опоры станка, снижение времени контакта с вибрирующими поверхностями, покрытие звукопоглощающими материалами, заземление станка и изоляция токоведущих частей, соблюдение регламентированных перерывов на отдых, а также инструктажи по охране труда, (таблица 17).

Выполнена определение класса, опасных факторов пожара для участка изготовления рычага (таблица 18). Проводится выбор средств пожаротушения (таблица 19, 20), мер по обеспечению пожарной безопасности процесса изготовления рычага (таблица 21).

Определены негативные факторы воздействия процесса изготовления рычага на окружающую среду (таблица 22). Указаны организационно-технические мероприятия по снижению вредного антропогенного влияния

технологии на экологию: атмосферы – оснащение фильтрующими элементами системы производственной вентиляции, гидросферы – использованием системы многоступенчатой очистки сточных вод; литосферы – сортировкой отходов и их утилизацией на специальных полигонах (таблица 23).

Выявив и проанализировав технологию изготовления рычага, ее воздействие на среду, делаем вывод, что данная технология удовлетворяет нормам по защите здоровья человека и окружающей среде.

5 Экономическая эффективность работы

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

В рамках данной бакалаврской работы был разработан технологический процесс изготовления рычага сортировочного механизма автоматической линии, который кратко можно представить следующим образом:

- 000 операция – заготовительная;
- 010-050 операции – фрезерные;
- 060 операция – токарная;
- 070 и 090 операции – моечные;
- 080 и 100 операции, соответственно прессовая и контрольная.

Подробное описание применяемого оборудования, оснастки, инструмента и способа получения заготовки представлено в предыдущих разделах данной бакалаврской работы.

Учитывая особенности описанного технологического процесса, для достижения поставленной цели, необходимо выполнить следующие действия:

- определение себестоимости изготовления детали по данному процессу;
- расчет капитальных вложений, необходимых для воплощения технологического процесса;
- определение срока окупаемости вложенных инвестиций;
- обоснование эффективности внедрения процесса.

Каждое из указанных действий, предполагает свою методику. Описание методик применяемых для выполнения описанных выше действий, представлено в таблице 24.

Таблица 24 – Методики, применяемых действий, необходимых для экономического обоснования разработанного технологического процесса

Действия по экономическому обоснованию	Применяемые методики
1. Определение себестоимости изготовления детали	1. «Расчет необходимого количества оборудования и коэффициента его загрузки» [10, с. 12-13]. 2. «Расчет технологической себестоимости технологического процесса» [10, с. 17-19]. 3. «Калькуляция себестоимости обработки детали» [10, с. 19]
2. Расчет капитальных вложений	1. «Расчет капитальных вложений (инвестиций)» [10, с. 15-16]
3. Определение срока окупаемости	1. «Ожидаемая прибыль» [10, с. 20] 2. «Чистая ожидаемая прибыль» [10, с. 20] 3. «Срок окупаемости капитальных вложений» [10, с. 22]
4. Обоснование эффективности внедрения процесса	1. «Определение экономической эффективности проекта» [10, с. 22-23]

Используя, перечисленные в таблице 23, методики и программное обеспечение Microsoft Excel представим и опишем полученные значения по эффективности разработанного технологического процесса.

На рисунке 11 показан коэффициент загрузки используемого оборудования по операциям.

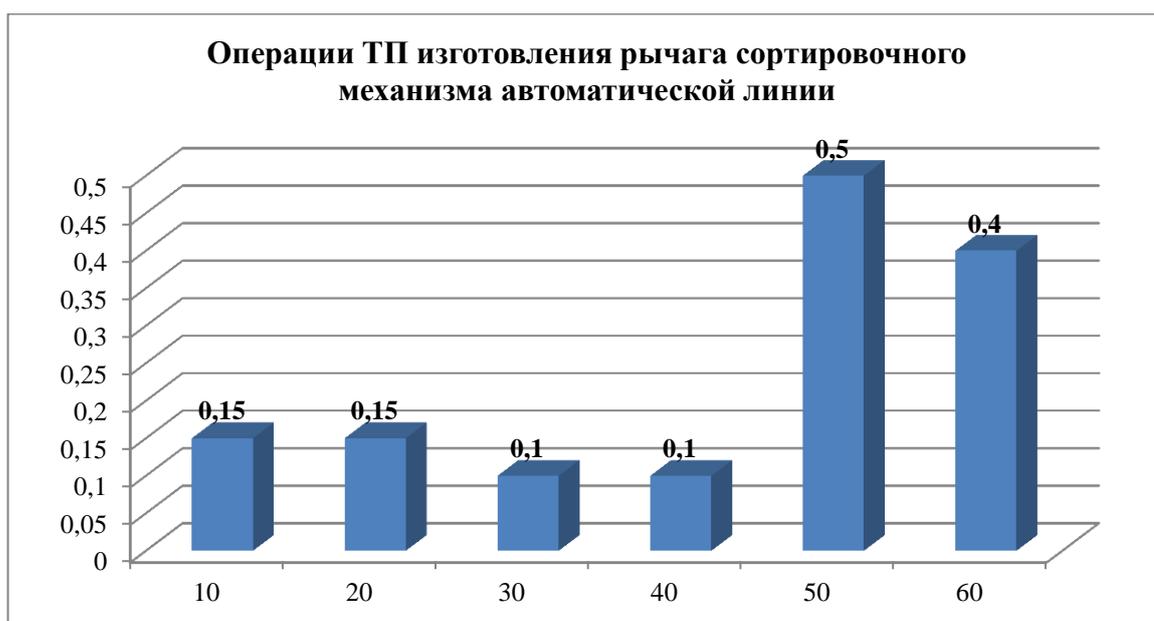


Рисунок 11 – Коэффициент загрузки оборудования по операциям ТП, %

Из рисунка 11 видно, что оборудование загружено не значительно, это объясняется не большой программой выпуска детали, всего 500 штук в год, и режимом работы в две смены.

На рисунке 12 представлено долевое соотношение параметров, входящих в технологическую себестоимость изготовления детали.

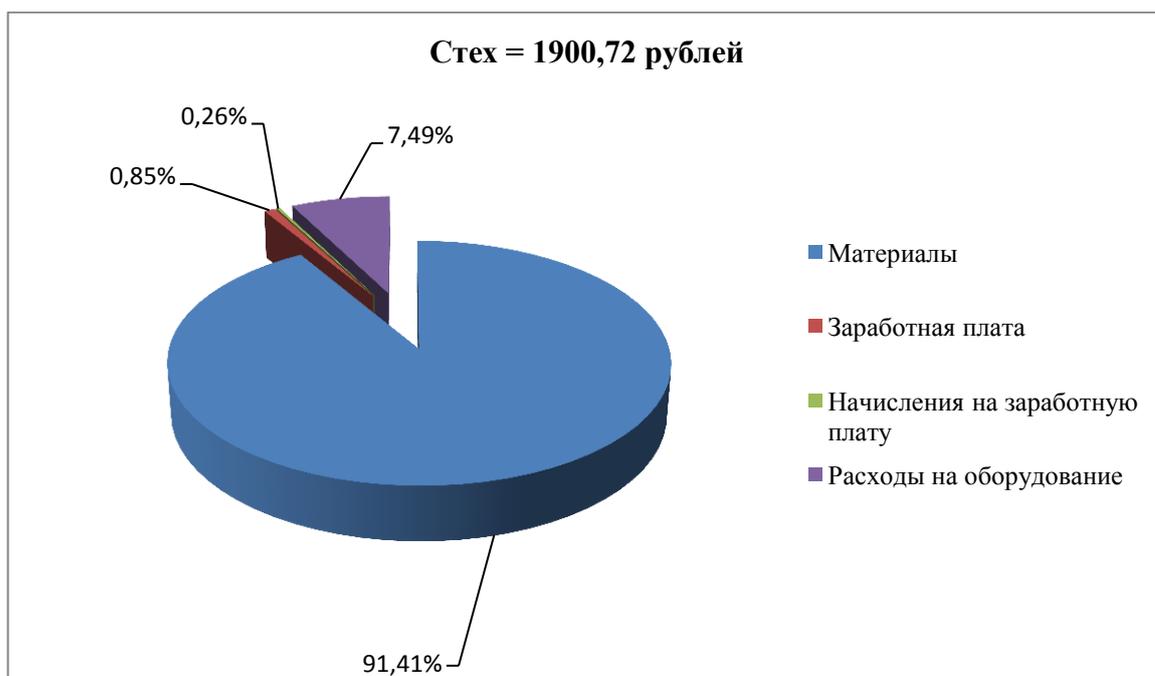


Рисунок 12 – Доли параметров, входящих в технологическую себестоимость

Анализируя представленные на рисунке 12 данные, можно сделать вывод о том, что самой затратной статьёй являются расходы на материал, так как они составляют почти 91,5 % от всей величины технологической себестоимости. Такой объём образовался из-за способа получения заготовки, ее массы и используемого материала. Второй, по величине, статьёй расходов являются расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, с объёмом почти 7,5 % от всей величины технологической себестоимости. Превышение данной статьи над зарплатой обосновывается моделями применяемого в технологическом процессе оборудования импортного производства.

На рисунке 13 показана калькуляция себестоимости изготовления.

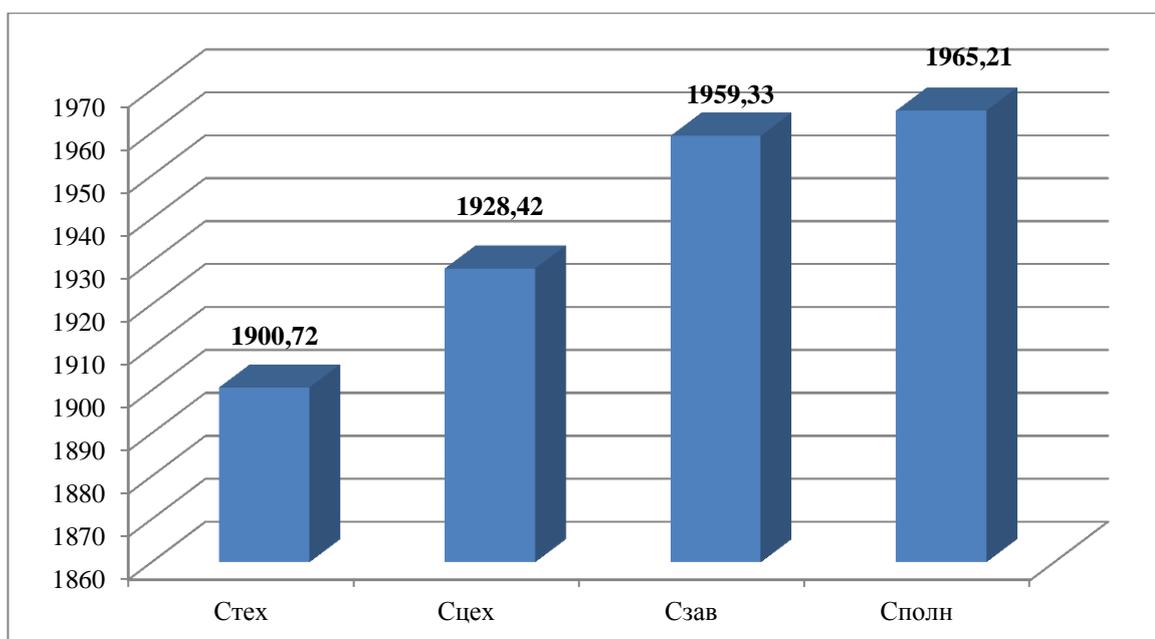


Рисунок 13 – Калькуляция себестоимости обработки детали, руб.

На рисунке 13 показана сформировавшаяся величина таких экономических параметров, как: технологическая ($C_{\text{ТЕХ}}$), цеховая ($C_{\text{ЦЕХ}}$), производственно-заводская ($C_{\text{ЗАВ}}$) и полная ($C_{\text{ПОЛН}}$) себестоимостей. Согласно представленным данным величина полной себестоимости составила 1965,21 руб. за единицы, производимой по данному технологическому процессу, изделия.

На рисунке 8 представлены значения и их долевое соотношение, повлиявшие на величину капитальных вложений (инвестиций), необходимых для внедрения описанного технологического процесса.

Анализируя данные, представленные на рисунке 14, можно сделать вывод о том, что больше всего средств необходимо будет вложить в основное технологическое оборудование, величина которых составляет 63584,3 руб. или 34,5 %, в инструмент, в размере 55348,8 руб. или 30 % и на проектирование в объеме инвестиций 47938,2 руб., это 26 % от общих капитальных вложений в предложенный проект. Остальные параметры, не смотря на то, что тоже оказывают влияние на конечную величину, являются

незначительными, так как их величина в долевом соотношении составляет от 0,2 % до 4,5 % от общей величины.

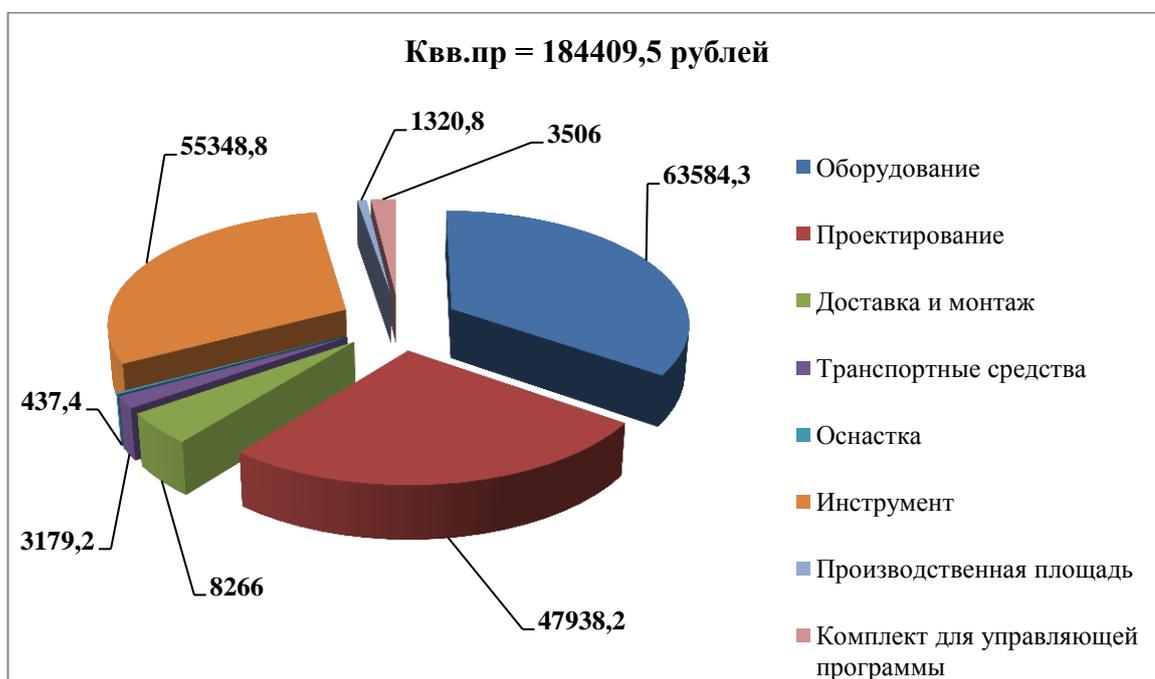


Рисунок 14 – Величина инвестиций и параметры, оказывающие на них влияние, руб.

Применяемая методика определения срока окупаемости [10, с. 20-22], позволила определить, что за счет заложенной рентабельности производства в 25 %, позволяющей получить 196521 руб. чистой прибыли, вложенные инвестиции окупятся в течение 2 лет. Это допустимый срок окупаемости для производственных процессов.

Методика определения экономической эффективности [10, с. 22-23] позволила получить значения таких параметров как: интегральный экономический эффект, составляющий 21324,8 руб. и индекс доходности с величиной 1,12 руб./руб. Анализируя полученные данные и описание рекомендуемых значений, можно сделать вывод об эффективности разработанного технологического процесса изготовления рычага сортировочного механизма автоматической линии.

Заключение

При выполнении данной бакалаврской работы, согласно заданию, выполнены все разделы, произведены необходимые проектные и расчетные работы, выполнена графическая часть, в виде комплекта чертежей. Более конкретно:

- разработан чертеж детали в графической части бакалаврской работы;
- решена задача анализа исходных данных, для проектирования технологического процесса;
- решена задача выбора заготовки и ее проектирования;
- решена задача по разработке технологического процесса;
- проведена разработка чертежа плана обработки в графической части бакалаврской работы;
- проведена разработка чертежа наладки в графической части бакалаврской работы;
- проведено проектирования приспособления и специального инструмента, в пояснительной записке бакалаврской работы;
- проведена разработка чертежа приспособления в графической части бакалаврской работы;
- проведена разработка чертежа инструмента в графической части бакалаврской работы;
- определенный в работе экономический эффект составляет 21324,8 руб.

В результате этого можно сказать, что цель бакалаврской работы разработка технологического процесса изготовления рычага сортировочного механизма автоматической линии с минимальной себестоимостью, достигнута.

Список используемых источников

- 1 Барановский Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник / Ю.В. Барановский. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М., Машиностроение, 1995 г., 320 с.
- 2 Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений: Учеб. пособие для учащихся техникумов. / А.П. Белоусов.; 3-е изд., перераб. И доп.– М.: (Высшая школа), 1980, 240 с.
- 3 Боровков, В.М. Разработка и проектирование чертежа штамповки. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990., 25 с.
- 4 Боровков В.М. Экономическое обоснование выбора заготовки при проектировании технологического процесса. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990., 45 с.
- 5 Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для вузов. / А.Ф.Горбацевич, В.А. Шкред; 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с 4-го издания. – М: ООО ИД «Альянс», 2007.- 256 с.
- 6 Гордеев А.В. Выбор метода получения заготовки. Метод, указания / А.В. Гордеев, - Тольятти, ТГУ, 2004.-9 с.
- 7 Горина Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. Пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2016, 68 с.
- 8 ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку [Текст]. – Взамен ГОСТ 26645-85; введ. 2010-24-08. – М.: Стандартиформ, 2010. – 35 с.
- 9 Добрыднев И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения" / И.С. Добрыднев, - М: Машиностроение 1985, 184 с.
- 10 Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процес-сов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова,– Тольятти: ТГУ, 2015, 46 с.

11 Ковшов, А. Н. Технология машиностроения : учебник / А. Н. Ковшов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-0833-7.

12 Научные основы технологии машиностроения : учебное пособие / А. С. Мельников, М. А. Тамаркин, Э. Э. Тищенко, А. И. Азарова ; под общей редакцией А. С. Мельникова. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 420 с. — ISBN 978-5-8114-3046-8.

13 Маталин А. А. Технология машиностроения : учебник / А. А. Маталин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-0771-2.

14 Михайлов А.В. Методические указания для студентов по выполнению курсового проекта по специальности 1201 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения» / А.В. Михайлов, – Тольятти, ТГУ, 2005. - 75 с.

15 Нефедов Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах: Учеб. Пособие для техникумов 2-е изд. перераб. и доп./ Н.А. Нефедов, 76 - М.: Высш. Школа, 1986-239 с.

16 Нефедов Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту Учеб. Пособие для техникумов по предмету "Основы учения о резании металлов и режущий инструмент" 4-е изд. перераб. и доп. / Н.А.. Нефедов, - М., Машиностроение, 1984 г.- 400 с.

17 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.

18 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.

19 Станочные приспособления: Справочник. В 2-х кн. Кн. 1./ Б.Н. Вардашкин; под ред. Б.Н. Вардашкина [и др.]; - М.: Машиностроение, 1984.

17 Таймингс, Р. Машиностроение. Режущий инструмент. Карманный

справочник. Пер. с англ. 2-е изд. Стер./ Р. Таймингс, – М.: Додэка-XXI, 2008, - 336 с.

20 Технология машиностроения [Электронный ресурс]: вопросы и ответы. Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов/ — Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2015.— 88 с.

21 Ткачук К.Н. Безопасность труда в промышленности / К.Н. Ткачук [и др.] – К. Техника, 1982, 231 с.

22 Davim J.P. Modern Machining Technology. A practice guide Woodhead Publishing, 2011. — 412 p. — (English).

23 Alexander H. Slocum. Precision Machine Design. Society of Manufacturing Engineers, 1992, 750 p. - ISBN 0872634922, 9780872634923.

24 Bozina P. Vorrichtungen im Werkzeugmaschinenbau: Grundlagen, Berechnung und Konstruktion. Springer Berlin Heidelberg, 2013, 245 p. - ISBN3642327060, 9783642327063.

25 Klocke F. Manufacturing Processes 2: Grinding, Honing, Lapping. Vol. 2Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009. XXIV, 433 p. 35 illus. — ISBN 978-3-540-92258-2, e-ISBN 978-3-540-92259-9, DOI 10.1007/978-3-540-92259-9.

26 Linke B. Life Cycle and Sustainability of Abrasive ToolsSpringer, 2016. — XVII, 265 p. — ISBN 978-3-319-28345-6; ISBN 978-3-319-28346-3 (eBook).

27 Manfred W, Christian B. Werkzeugmaschinen Fertigungssysteme. Springer Berlin Heidelberg, 2006, 599 p. - ISBN 3540280855, 9783540280859.

