

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт промышленной инженерии им. А.Буркитбаева

Кафедра Стандартизация, сертификация и технология машиностроения

Байузақ Ануар Абайұлы

Спроектировать участок по производству редуктора с изготовлением корпуса и крышки в условиях серийного производства

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к дипломному проекту

Специальность 5В071200 - Машиностроение

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт промышленной инженерии им. А.Буркитбаева

Кафедра Стандартизация, сертификация и технология машиностроения

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой ССиТМ

канд.техн.наук, доцент

Альпеисов А.Т.

«07» мае 2019г.



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к дипломному проекту

На тему: «Спроектировать участок по производству редуктора с изготовлением корпуса и крышки в условиях серийного производства»

по специальности 5В071200 - Машиностроение

Выполнил:

Байузақ А. А.

Рецензент

Научный руководитель

Технолог АО «Алматинский вагоноремонтный завод»

канд.техн.наук, доцент, профессор

Е.С. Есқара
«08» мае 2019г.

М.Ф. Керимжанова
«08» мае 2019г.

Алматы 2019

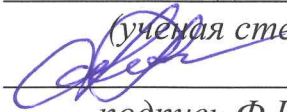
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева

Институт промышленной инженерии имени А.Буркитбаева
Кафедра стандартизации, сертификации и технологии машиностроения
Шифр и наименование специальности 5В071200 – Машиностроение

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ССиТМ
канд.техн.наук, доцент

(учебная степень, звание)

 Альпеисов А.Т.
подпись Ф.И.О.

“ 06 ” 14 2019 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Обучающемуся Байузақ Ануар Абайұлы

Тема Спроектировать участок по производству редуктора с изготовлением корпуса и крышки в условиях серийного производства

Утверждена приказом по университету № 1252-б от «06» 11 2018 г.

Срок сдачи законченной работы «13» мая 2019г.

Исходные данные к дипломному проекту:

изготовление редуктора в условиях серийного производства.

Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов:

а) технологический процесс обработки заготовки;

б) проектирование участка.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): редуктор цилиндрический, корпус редуктора, зажимное приспособление, технологические операции, схема сборки, план участка.

Рекомендуемая основная литература: Справочник технолога машиностроителя.

Под ред. А.Г. Касиловой, Р.К. Мещерякова.

ГРАФИК

подготовки дипломного проекта

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю и консультантам	примечание
Проектирование технологии изготовления корпуса редуктора	11.02 – 26.02.2019	<i>Мам. А.У.</i>
Проектирование сборочного маршрута	20.02-18.03.2019	<i>Мам. А.У.</i>
Проектирование участка по производству редуктора	26.03-24.04.2019	<i>Мам. А.У.</i>

ПОДПИСИ

консультантов и нормоконтролера на законченный дипломный проект с указанием относящихся к ним разделов работы

Наименование раздела	Научный руководитель, консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Нормоконтроль	Исабеков Ж.Н.	11.05.19	<i>[Подпись]</i>

Научный руководитель _____ *Мам. А.У.* / Керимжанова М.Ф./
(подпись) (Ф.И.О.)

Задание принял к исполнению студент _____ *Мам.* / Байузак А.А. /
(подпись) (Ф.И.О.)

Дата « 08 » февраля 2019г.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа посвящена проектированию участка по производству редуктора. Работа содержит разделы: технологическая часть, включающая расчет припусков на обработку, расчет режимов резания, разработку технологического процесса и определение технических норм времени; конструкторская часть, включающая расчет приспособления на точность и прочностной расчет; проектировочная часть и заключение.

В работе рассмотрены основные технологические конструкторские вопросы; приведены требуемые расчеты припусков, режимов резания, норм времени; спроектирован и графически показан участок по производству редуктора.

АНДАТПА

Дипломдық жұмыс бәсендеткіш шығаратын бөлімді жобалауға арналған. Жұмыстың құрамында келесі бөлімдер бар: кесу режимдерін есептеу, детальды өңдеуге қажетті әдістерді есептеу, технологиялық үрдісті нормалау және білікті шығару еңбек сыйымдылығын анықтау сияқты бөлімшілер кіретін технологиялық бөлім; қондырғының дәлдікке және беріктілікке есептеуін қамтитын конструкторлық бөлім; цех участкісінің негізгі өндірістік қоралардың есептеулерін; жобалық бөлім және қорытынды.

Жобада негізгі технологиялық және конструкторлық сұрақтар қарастырылған; әдіптерге кесу режимдеріне, уақыт нормаларына қажетті есептеулер келтірілген; бәсендеткіш шығаратын бөлім жобаланған және графикалық түрде көрсетілген.

ANNOTATION

The thesis is to project a section for producing of a reducer. Thesis contains main sections: the technological part including calculation of allowances for processing, calculation of the modes of cutting, development of technological process and definition of technical norms of time; the design part including calculation of the adaptation on accuracy and strength calculation; the organizational part and conclusion.

The main technological design questions are considered in the thesis; the demanded calculations of allowances, modes of cutting, norms of time are given; the section for producing of a reducer is designed and graphically shown.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	7
1 Технологическая часть	8
1.1 Описание узла и его назначение, принцип работы детали в узле	8
1.2 Технические требования на изготовление корпуса редуктора	8
1.3 Анализ технологичности детали	9
1.4 Анализ типа производства	10
1.5 Выбор заготовки	11
1.6 Разработка технологического процесса	13
1.7 Расчет припусков на обработку	13
1.8 Расчет режимов резания	17
1.9 Расчет технических норм времени	23
2 Конструкторская часть	26
2.1 Назначение и принцип работы зажимного приспособления	26
2.2 Расчет зажимного приспособления	27
3 Организационная часть	30
3.1 Описание и структура производственного участка	30
3.2 Расчет количества оборудования	30
3.3 Расчет количества рабочих	31
3.4 Определение площадей участка	32
Заключение	34
Список использованной литературы	35
Приложение А	
Спецификация	

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение, поставляющее новую технику всем отраслям народного хозяйства, определяет технический прогресс страны и оказывает решающее влияние на создание материальной базы нового общества.

Главная задача отрасли- обеспечение всех отраслей народного хозяйства высокоэффективными машинами и оборудованием; повышение технического уровня, качества и конкурентоспособности продукции на внешнем рынке и достижение в этой области передовых научно-технических позиций в мире; быстрый переход на производство новых поколений машин и механизмов, способных обеспечить многократный рост производительности труда и внедрение прогрессивных технологий; подъем уровня механизации и автоматизации всех стадий производственной разработки образцов до массового выпуска готовых изделий [1].

Технология машиностроения - это наука об изготовлении машин требуемого качества в установленном производственной программой количестве и в заданные сроки при наименьших затратах труда, то есть при наименьшей себестоимости.

Технологическим процессом называют последовательное изменение формы, размеров, свойств материала или полуфабриката в целях получения детали или изделия в соответствии с заданными техническими требованиями.

Технологический процесс разделяют на технологические операции, которые являются составной частью технологического процесса, выполняемые на одном рабочем месте. Она охватывает все действия рабочих и оборудования над объектом производства. Содержание операции может изменяться в широких пределах от работы на одном станке до работы, выполняемой на автоматических линиях.

Число операции технологического процесса меняется в широких пределах от одной операции обработки деталей на токарном автомате до сотни (обработка сложных корпусных деталей).

Разрабатывать технологический процесс - значит установить порядок выполнения и содержания операции. Операция - это основная часть технологического процесса. По операциям определяют трудоемкость процесса, необходимые материалы, необходимое количество рабочих.

Важно также отметить и то, что сам процесс производства должен происходить при максимально безопасных условиях работы, и при разработке технологического процесса технологу следует уделять на это внимание [2].

1 Технологическая часть

1.1 Описание узла и его назначение, принцип работы детали в узле

Редуктором называют механизм, состоящий из зубчатых или червячных передач, выполненный в виде отдельного агрегата и служащий для передачи вращения от вала двигателя к валу рабочей машины. Рассматриваемый узел представляет собой редуктор, в который помещают элементы передачи: зубчатые колёса, валы, подшипники, устройства для смазывания, зацеплений и подшипников.

В данной работе рассматривается одноступенчатый цилиндрический редуктор, предназначенный для увеличения крутящего момента и одновременного уменьшения частоты вращения.

Корпус - деталь или группа сочленённых деталей, предназначенная для размещения и фиксации подвижных деталей механизма или машины, для защиты их от воздействия неблагоприятных факторов внешней среды, а также для крепления механизмов в составе машин и агрегатов. Кроме того, корпусные детали весьма часто выполняют роль ёмкости для хранения эксплуатационного запаса смазочных материалов.

Корпусные детали составляют значительную часть массы машин или механизмов. Разрушение корпусных деталей в процессе работы наиболее часто ведет к необратимой аварии машины, то есть к потере последней.

Корпусные детали редукторов являются их базовыми деталями и предназначены:

- для размещения и обеспечения необходимого взаимного расположения деталей и узлов передаточных механизмов редуктора;
- восприятия нагрузок, действующих в редукторе, и передачи их на плиту или раму;
- организации системы смазывания рабочих поверхностей зубчатых колес и подшипников редуктора;
- защиты деталей и узлов передач редуктора от их загрязнения инородными частицами окружающей среды;
- защиты смазочного материала, используемого в редукторе, от его выброса (при эксплуатации редуктора) в окружающую среду;
- отвода в окружающую среду теплоты, образующейся при работе редуктора [3].

Назначение детали: базирование валов и подшипников, входящих в состав механизма.

1.2 Технические требования на изготовление корпуса редуктора

В данной дипломной работе рассматривается технология изготовления корпуса (основания) одноступенчатого цилиндрического редуктора.

Литые корпуса из чугуна наиболее распространены в изготовлении корпусных деталей. Это связано с хорошими литейными свойствами чугуна, хорошей обрабатываемостью на металлорежущих станках, низкой стоимостью и высокой износостойкостью.

Деталь относится к классу корпусных деталей и изготавливается из серого чугуна СЧ20 ГОСТ 1412-85. Химический состав и механические свойства представлены в таблицах 1-3 [4].

Таблица 1 – Химический состав, %

C	Si	Mn	P
3.3-3.5	1.4-2.2	0.7-1	0.2

Таблица 2 – Механические свойства при T=20 °C материала

Сортамент	S _B	S _T	d ₅	y	KCU	Термообр.
-	МПа	МПа	%	%	кДЖ/м ²	-
Отливки, ГОСТ 1412-85	200					
Твердость СЧ20, ГОСТ 1412-85			HV 10 ⁻¹ = 143 – 255 МПа			

Таблица 3 – Физические свойства материала

T	E 10 ⁻⁵	a 10 ⁶	l	г	C
Град	МПа	1/Град	Вт/(м·град)	кг/м ³	Дж/(кг·град)
20	1		54	7100	
100		9.5			480

Чугун СЧ20 предназначен:

- для изготовления отливок картеров, крышек, блоков цилиндров, тормозных барабанов, головок и гильз цилиндров и других деталей автомобиле- и тракторостроения;

- для станин, станков, разметочных плит, гидроцилиндров, клапанов, оснований станков, салазок, столов в станкостроении;

- для выхлопных труб, маховиков, фундаментальных рам картеров, крышек, рабочих цилиндров, блоков и других ответственных деталей дизелестроения;

- для зубчатых колес, шестерней, шкивов, рам редукторов, муфт сцепления, паровых цилиндров и других средненагруженных деталей химического машиностроения;

- для деталей, работающих при сжатии (башмаков, колонн) в строительстве и других отраслях [5].

1.3 Анализ технологичности детали

Масса корпуса редуктора составляет 89 кг, что говорит о необходимости применения специальных грузоподъемных механизмов.

По своей конструкции корпус представляет среднюю по сложности форму, что удобно для механической обработки детали. Каждая поверхность расположена так, что имеет свободный доступ к ней инструмента. Конструктивно соответствует среднесерийному производству. Всё выше сказанное говорит, что деталь технологична.

Рабочий чертеж детали «корпус» содержит полный перечень технических требований, предъявляемых к подобным деталям типа корпус. На чертеже представлены все необходимые размеры, виды и сечения для точного представления формы детали.

В соответствие с назначением детали, к ее поверхностям предъявляются следующие требования точности и шероховатости:

- самыми точными поверхностями детали являются цилиндрические отверстия $\varnothing 80H7$, $\varnothing 50H7$. Они имеют шероховатость $R_a = 2,5 \text{ мкм}$.

- обрабатываемые торцевые поверхности корпуса имеют шероховатость $R_a = 5 \text{ мкм}$.

- плоскость основания имеет шероховатость $R_a = 10 \text{ мкм}$.

Все остальные поверхности детали имеют свободные размеры, выполняемые по 14 качеству точности.

1.4 Анализ типа производства

Тип производства — это комплексная характеристика технических, организационных и экономических особенностей машиностроительного производства, обусловленная его специализацией, типом и постоянством номенклатуры изделий, а также формой движения изделий по рабочим местам.

Серийное производство — это форма организации производства, для которой характерен выпуск изделий большими партиями (сериями) с установленной регулярностью выпуска.

Серийный тип производства характерен для станкостроения, производства проката черных металлов и т.п.

Организация труда в серийном производстве отличается высокой специализацией. За каждым рабочим местом закрепляется выполнение нескольких определенных операций. Это дает рабочему хорошо освоить инструмент, приспособления и весь процесс обработки, приобрести навыки и усовершенствовать приемы обработки. Особенности серийного производства обуславливают экономическую целесообразность выпуска продукции по циклически повторяющемуся графику [6].

В анализируемом проекте задан серийный тип производства. Годовая программа выпуска для заданного типа производства и массе детали выбирается равной 5 000 шт.

Такт выпуска определяется по следующей формуле:

$$t_b = \frac{F_d \cdot 60}{N}, \quad (1)$$

где $F_d = 2030$ час – действительный годовой фонд времени при одной рабочей смене в сутки;

$N = 5000$ шт. – годовая программа выпуска.

$t_b = 2030 \cdot 60 / 5000 = 24,4$ мин/шт.

Коэффициент серийности рассчитывается по формуле:

$$K_{сер} = \frac{t_b}{T_{шт}}, \quad (2)$$

где $T_{шт} = 2$ мин – среднее штучное время;

$K_{сер} = 24,4 / 2 = 12$ – среднесерийное производство.

Количество деталей в партии определяется:

$$n = \frac{N \cdot a}{F}, \quad (3)$$

где $a = 5$ дней – количество дней, на которые необходимо иметь запас заготовок на складе;

$F = 253$ – число рабочих дней в году.

$n = 5000 \cdot 5 / 253 = 99$ штук.

1.5 Выбор заготовки

Правильно выбрать заготовку - это определить рациональный метод ее получения. Установить припуски на механическую обработку каждой из обрабатываемых поверхностей. Целесообразность того или иного метода производства. Особенно важно выбрать вид заготовки и назначить наиболее оптимальные условия для ее изготовления в серийном производстве, когда размеры детали получают автоматически, на настроенных станках. Всегда нужно стремиться к тому, чтобы форма и размеры заготовки приближались к форме и размерам детали. При правильно выбранном методе получения заготовки уменьшается механическая обработка, сокращается расход металла, режущего инструмента. Немаловажную роль при выборе заготовки играет размер и форма детали, относительно которых выбирают тот или иной метод получения заготовки. Заготовку для этой детали получают литьём в кокиль или в песчано-глинистые формы. Методы являются универсальными применительно к литейным материалам, а также массе и габаритам отливок.

Конфигурация наружного контура и внутренних поверхностей не вызывает значительных трудностей при получении заготовки.

В данном случае, учитывая форму детали, материал, объем выпуска

необходимо определить наиболее рациональный способ получения заготовки литьем.

Расчет массы заготовки при литье в песчано-глинистые формы:

$$G_{\text{заг}} = \frac{G_{\text{д}}}{K_{\text{им}}}, \quad (4)$$

где $G_{\text{д}}$ – масса детали;

$K_{\text{им}}$ – коэффициент использования материала.

$$G_{\text{заг}} = 89/0,7 = 127 \text{ кг.}$$

Далее необходимо рассчитать стоимость литья в песчано-глинистые формы:

$$S_{\text{ПОК}} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot G_{\text{заг}} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \right) - (G_{\text{заг}} - G_{\text{д}}) \cdot \frac{S_{\text{ОТХ}}}{1000}, \quad (5)$$

где C_i – базовая стоимость штамповки;

$k_1=1,14$ - коэффициент, зависящий от точности отливки (3 класс точности);

$k_2=2,02$ - коэффициент, зависящий от марки материала отливки (чугун СЧ 20);

$k_3=0,83$ - коэффициент сложности отливки (2 группа сложности);

$k_4=0,62$ - коэффициент, зависящий от массы заготовки;

$k_5=0,77$ - коэффициент, зависящий от серийности производства.

$$S_{\text{ПОК}} = (80 \cdot 127 \cdot 1,14 \cdot 2,02 \cdot 0,83 \cdot 0,62 \cdot 0,77) - (127 - 89) \cdot 8 = 8031 \text{ тг.}$$

Расчет массы заготовки при литье в кокиль:

$$G_{\text{заг}} = \frac{G_{\text{д}}}{K_{\text{им}}},$$

где $G_{\text{д}}$ – масса детали;

$K_{\text{им}}$ – коэффициент использования материала.

$$G_{\text{заг}} = 89/0,8 = 111 \text{ кг.}$$

После этого рассчитывается стоимость литья в кокиль:

$$S_{\text{ПОК}} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot G_{\text{заг}} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \right) - (G_{\text{заг}} - G_{\text{д}}) \cdot \frac{S_{\text{ОТХ}}}{1000},$$

где C_i – базовая стоимость штамповки;

$k_1=1,18$ - коэффициент, зависящий от точности отливки (2 класс точности);

$k_2=2,02$ - коэффициент, зависящий от марки материала отливки (чугун СЧ 20);

$k_3=0,83$ - коэффициент сложности отливки (2 группа сложности);

$k_4=0,94$ - коэффициент, зависящий от массы заготовки;

$k_5=1$ - коэффициент, зависящий от серийности производства.

$$S_{\text{ПОК}} = (80 \cdot 111 \cdot 1,18 \cdot 2,02 \cdot 0,83 \cdot 0,94 \cdot 1) - (111 - 89) \cdot 8 = 11286 \text{ тг.}$$

С учетом результатов расчета стоимости заготовок можно сделать вывод, что литье в песчано-глинистые формы является экономически выгоднее.

1.6 Разработка технологического процесса

Технологический маршрут определяет последовательность операций и состав технологического оборудования. От того, как построен технологический маршрут, во многом зависят качество детали и эффективность ее изготовления.

Разработка маршрутного технологического процесса является сложной задачей и зависит от конструкции детали, материала, требований к ее качеству, вида заготовки, масштаба выпуска указывается в таблице 4.

1.7 Расчет припусков на обработку

Припуск на обработку – это слой материала, удаляемый с поверхности заготовки в процессе ее обработки для обеспечения заданного качества детали.

Промежуточным припуском называют слой, снимаемый при выполнении данного технологического перехода механической обработки. Промежуточный припуск определяют как разность размеров заготовки, получаемых на смежном предшествующем и выполняемом технологических переходах.

Общим припуском называется сумма промежуточных припусков по всему технологическому маршруту механической обработки данной поверхности. Общий припуск определяется как разность размеров заготовки и готовой детали [7].

При проектировании технологических процессов механической обработки заготовок необходимо установить оптимальные припуски, которые обеспечили бы заданную точность и качество обрабатываемых поверхностей, экономию материальных ресурсов.

Имеются два основных метода определения припусков на механическую обработку поверхности: расчетно-аналитический и опытно-статистический.

Расчет припусков аналитическим методом.

Технологический маршрут обработки поверхности Ø80H7 состоит из черного растачивания, чистового растачивания и тонкого растачивания (таблицы 5 и 6).

Элементы припуска R_z и h определяются по справочным данным.

Значение пространственных отклонений для заготовки определяется по формуле:

$$\rho_3 = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho^2 + \rho_{кор}^2}, \quad (6)$$

Таблица 4 – Технологический маршрут

№ операции	Наименование операции и переходов	Оборудование
005	Разметочная Разметить основание и плоскость разъема, нанести продольную и вертикальную осевые риски	
010	Фрезерная Фрезеровать основание, переустановить и плоскость разъема	Продольно-фрезерный станок 6606
015	Сверлильная Сверлить 4 отв. Ø16	Радиально-сверлильный станок 2А576
020	Слесарная Собрать корпус с крышкой, прихватить электросваркой	
025	Разметочная Разметить отверстия под расточку Ø80H7 и Ø50H7	
030	Расточная Произвести черновую расточку 2 отв. Ø80H7 и Ø50H7	Горизонтально-расточной станок 2620
035	Слесарная Снять крышку, маркировать	
040	Термическая	
045	Разметочная Разметить снова основание и плоскость разъема	
050	Фрезерная Фрезеровать основание и плоскость разъема начисто	Продольно-фрезерный станок 6606
055	Слесарная Соединить с крышкой	
060	Разметочная Разметить отверстия	
065	Сверлильная Сверлить отв. Ø12 и 2 отв. под штифты 10	Радиально-сверлильный станок 2А576
070	Разметочная Разметить отверстия	
075	Расточная Расточить начисто 2 отв. Ø80H7 и Ø50H7	Горизонтально-расточной станок 2620
080	Фрезерная Фрезеровать плоскости банок	Продольно-фрезерный станок 6606
085	Слесарная Разобрать корпус	
090	Разметочная Отметить отверстия	
095	Сверлильная Сверлить 6 отв. М8, 8 отв. М12	Радиально-сверлильный станок 2А576
100	Контрольная	

Таблица 5 – Технологические переходы и их элементы припуска на обработку отверстия Ø80H7

Технологические переходы обработки отверстия Ø80H7	Элементы припуска, мкм			
	R _z	h	ρ	ε
Заготовка	300	200	6573	30
Черновое растачивание	100	70	328,6	0
Чистовое растачивание	40	40	13,14	0
Тонкое растачивание	10	10	-	0

Таблица 6 – Расчет припусков и предельных размеров на обработку отверстия Ø80H7

Технологические переходы	Расчетный припуск 2Z _{min} , мкм	Расчетный размер D _p , мм	Допуск T, мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
				D _{min}	D _{max}	2Z _{min} ^{пп}	2Z _{max} ^{пп}
Заготовка		64,66	6,4	64,7	71,1	-	-
Черновое растачивание	14146	78,81	0,35	78,8	79,15	8,05	14,1
Чистовое растачивание	997	79,81	0,14	79,8	79,94	0,79	1,0
Тонкое растачивание	186	80	0,035	80	80,035	0,095	0,2
Итого:						8,935	15,3

Элементы припуска R_z и h определяются по справочным данным.

Значение пространственных отклонений для заготовки определяется по формуле:

$$\rho_3 = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho^2 + \rho_{кор}^2}, \quad (6)$$

$$\rho_3 = \sqrt{3600^2 + 3200^2 + 4472^2} = 6573 \text{ мкм.}$$

$$\rho_{черн.раст} = \rho_3 \cdot K_y, \quad (7)$$

где K_y=0,05 – коэффициент уточнения.

$$\rho_{черн.раст} = 6573 \cdot 0,05 = 328,6 \text{ мкм}$$

$$\rho_{чист.раст} = \rho_{черн.раст} \cdot K_y,$$

где $K_y=0,04$ – коэффициент уточнения.

Погрешность установки при черновой обработке $\varepsilon=30$ мкм.

Расчет минимальных значений межоперационных припусков произведем по формуле:

$$2Z_{i\min}=2\left(R_{zi-1}+h_{i-1}+\sqrt{\rho_{i-1}^2+\varepsilon_i^2}\right), \quad (8)$$

$$2Z_{i\min \text{ черн.раст}}=2\left(300+200+\sqrt{6573^2+30^2}\right)=14146,2 \text{ мкм},$$

$$2Z_{i\min \text{ чист. раст}}=2\left(100+70+\sqrt{328,6^2}\right)=997,2 \text{ мкм},$$

$$2Z_{i\min \text{ тон. раст}}=2\left(40+40+\sqrt{13,14^2}\right)=186,28 \text{ мкм}.$$

Расчет минимальных размеров:

$$D_{i-1\min}=D_{i\min}-2Z_{i\min}, \quad (9)$$

$$D_{\min}=80,$$

$$D_{\min \text{ чист.раст}}=80-0,19=79,81 \text{ мм},$$

$$D_{\min \text{ черн.раст}}=79,81-1=78,81 \text{ мм},$$

$$D_{\min 3}=78,81-14,15=64,66 \text{ мм}.$$

Расчет максимальных размеров:

$$D_{\max}=D_{\min}+T, \quad (10)$$

$$D_{\max}=80+0,035=80,035,$$

$$D_{\max \text{ чист.раст}}=79,8+0,14=79,94 \text{ мм},$$

$$D_{\max \text{ черн.раст}}=78,8+0,35=79,15 \text{ мм},$$

$$D_{\max 3}=64,7+6,4=71,1 \text{ мм}.$$

Определение предельных припусков:

$$2Z_{\min i}^{\text{пр}}=D_{\max i}-D_{\max i-1}, \quad (11)$$

$$2Z_{\min \text{ тон.раст}}^{\text{пр}}=80,035-79,94=0,095 \text{ мм},$$

$$2Z_{\min \text{ чист.раст}}^{\text{пр}}=79,94-79,15=0,79 \text{ мм},$$

$$2Z_{\min \text{ черн.раст}}^{\text{пр}}=79,15-71,1=8,05 \text{ мм}.$$

$$2Z_{\max i}^{\text{пр}}=D_{\min i}-D_{\min i-1}, \quad (12)$$

$$2Z_{\max \text{ тон.раст}}^{\text{пр}}=80-79,8=0,2 \text{ мм},$$

$$2Z_{\max \text{ чист.раст}}^{\text{пр}}=79,8-78,8=1 \text{ мм},$$

$$2Z_{\max}^{\text{пр черн.раст}} = 78,8 - 64,7 = 14,1 \text{ мм.}$$

Определение общих припусков сложением промежуточных припусков на обработку:

$$Z_{\max}^{\text{пр}} = 14,1 + 1 + 0,2 = 15,3 \text{ мм,}$$

$$Z_{\min}^{\text{пр}} = 8,05 + 0,79 + 0,095 = 8,935 \text{ мм.}$$

Проверка правильности произведенных расчетов:

$$Z_{\max}^{\text{пр}} - Z_{\min}^{\text{пр}} = T_3 - T_d \quad (13)$$

$$6,365 = 6,365$$

Аналогично выполняются другие расчеты, результаты которых приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Общие и промежуточные припуски

Название поверхности	Общий припуск, мм	Последовательность обработки поверхности	Межоперационные припуски, мм
Отверстие Ø50H7	12,6	Заготовка	
		Черновое растачивание	8,4
		Чистовое растачивание	4,1
		Тонкое растачивание	0,1
Плоскость основания и разъема	8,8	Заготовка	
		Черновое фрезерование	7,6
		Чистовое фрезерование	1,2
Плоскость боковая	4,8	Заготовка Однократное фрезерование	4,8

1.8 Расчет режимов резания

Назначение режимов обработки резанием рассматривается как технико-экономическая задача. Режимы обработки оказывают влияние на показатели производства как технические, так и экономические.

Особое значение при расчете режимов резания имеет зависимость между стойкостью режущего инструмента, скоростью резания, подачей и глубиной резания, а также геометрическими параметрами режущего инструмента.

Назначение режима обработки неразрывно связано с выбором инструментального материала, а также с выбором смазывающих и охлаждающих технологических сред с учетом метода обработки и материала обрабатываемых деталей [8].

Фрезерная обработка

Инструмент: торцевая насадная фреза с пластинами из твердого сплава BK6, D=100 мм z=8 по ГОСТ 24359-80.

Глубина резания $t_1 = 3,8$ мм, $t_2 = 0,6$ мм.

Подача при черновом фрезеровании $S_{z1} = 0,48$ мм/зуб или $S_{o1} = 0,48 \cdot 8 = 3,84$ мм/об.

Подача при чистовом фрезеровании $S_{o2} = 0,6$ мм/об или $S_{z2} = 0,6/8 = 0,075$ мм/зуб.

Скорость резания

$$v = \frac{C^v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot k_v, \quad (14)$$

где C_v - коэффициент, характеризующий материал заготовки и фрезы;

T - стойкость фрезы (мин);

S_z - подача на зуб (мм/зуб);

m, x, y - показатели степени;

k_v - общий поправочный коэффициент на изменённые условия обработки.

$$K_v = K_{\mu v} \cdot K_{nv} \cdot K_{ив} \cdot K_{\phi v}, \quad (15)$$

$K_{\mu v}$ - коэффициент, учитывающий физико-механические свойства обрабатываемого материала;

K_{nv} - коэффициент, учитывающий состояние поверхностного слоя заготовки;

$K_{ив}$ - коэффициент, учитывающий инструментальный материал;

$K_{\phi v}$ - коэффициент, учитывающий величину главного угла в плане.

$$K_{\mu v} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v}, \quad (16)$$

$$K_{\mu v} = \left(\frac{190}{160} \right)^{1,25} = 1,24.$$

Общий поправочный коэффициент для черновой обработки

$$K_{v1} = 1,24 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,99.$$

Общий поправочный коэффициент для чистовой обработки

$$K_{v2} = 1,24 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,24.$$

Скорость резания при черновом фрезеровании равна

$$v_1 = \frac{445 \cdot 100^{0,2}}{120^{0,32} \cdot 3,8^{0,1} \cdot 0,48^{0,35} \cdot 80^{0,2} \cdot 8^0} \cdot 0,99 = 112,7 \text{ м/мин.}$$

Скорость резания при чистовом фрезеровании равна

$$v_2 = \frac{445 \cdot 100^{0,2}}{120^{0,32} \cdot 0,6^{0,1} \cdot 0,075^{0,35} \cdot 80^{0,2} \cdot 8^0} \cdot 1,24 = 324,9 \text{ м/мин.}$$

Расчетное число оборотов фрезы для черновой и чистовой обработки определяется по выражению

$$n = \frac{1000v}{\pi D}, \quad (17)$$

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 112,7}{3,14 \cdot 100} = 358,9 \text{ об/мин,}$$

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 324,9}{3,14 \cdot 100} = 1034,7 \text{ об/мин.}$$

По паспорту продольно-фрезерного станка 6606 уточняем возможную настройку числа оборотов фрезы и находим фактические значения для черновой обработки $n_{\phi 1} = 350$ об/мин, для чистовой обработки $n_{\phi 2} = 1000$ об/мин, т.е. выбираем ближайшие наименьшие значения от расчётных. В результате этого изменится и фактическая скорость резания, которая составит при черновой обработке

$$v_{\phi 1} = \pi D n / 1000 = 3,14 \cdot 100 \cdot 350 / 1000 = 109,9 \text{ м/мин,}$$

а при чистовой обработке

$$v_{\phi 2} = \pi D n / 1000 = 3,14 \cdot 100 \cdot 1000 / 1000 = 314 \text{ м/мин.}$$

Для уточнения величин подач необходимо рассчитать скорость движения подачи

$$v_s = S_o \cdot n, \quad (18)$$

$$v_{s1} = 3,84 \cdot 350 = 1344 \text{ мм/мин,}$$

$$v_{s2} = 0,6 \cdot 1000 = 600 \text{ мм/мин.}$$

По паспорту станка находится возможная настройка на скорость движения подачи и выбираются ближайшие наименьшие значения $v_{s1} = 1350$ мм/мин и $v_{s2} = 600$ мм/мин. Исходя из принятых величин уточняются значения подач на зуб и на оборот

$$S_{o\phi 1} = 1350 / 350 = 3,9 \text{ мм/об; } S_{z\phi 1} = 3,9 / 8 = 0,49 \text{ мм/зуб;}$$

$$S_{o\phi 2} = 60 / 1000 = 0,6 \text{ мм/об; } S_{z\phi 1} = 0,6 / 8 = 0,075 \text{ мм/зуб.}$$

Главная составляющая силы резания определяется по формуле

$$P_{z1} = \frac{10 \cdot C_p \cdot t_1^x \cdot S_{\phi 1}^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n_{\phi 1}^w} \cdot K_p, \quad (19)$$

где C_p - коэффициент, характеризующий обрабатываемый материал и другие условия;

K_p - общий поправочный коэффициент, представляющий собой произведение коэффициентов, отражающих состояние отдельных параметров, влияющих на величину силы резания.

$$K_p = K_{\mu p} \cdot K_{vp} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\varphi p}, \quad (20)$$

- $K_{\mu p}$ - коэффициент, учитывающий свойства материала обрабатываемой заготовки;

- K_{vp} - коэффициент, учитывающий скорость резания;

- $K_{\gamma p}$ - коэффициент, учитывающий величину переднего угла;

- $K_{\varphi p}$ - коэффициент, учитывающий величину угла в плане.

$$K_{\mu p} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_p}, \quad (21)$$

$$K_{\mu v} = \left(\frac{190}{160} \right)^1 = 1,19.$$

Общий поправочный коэффициент при черновой и чистовой обработке

$$K_{p1} = 1,19 \cdot 1 \cdot 1,12 \cdot 1 = 1,33;$$

$$K_{p2} = 1,19 \cdot 0,86 \cdot 1,12 \cdot 1 = 1,15.$$

Главная составляющая силы резания

$$P_{z1} = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 3,8^{0,9} \cdot 0,49^{0,74} \cdot 80^1 \cdot 8}{100^1 \cdot 350^0} \cdot 1,33 = 5143,7 \text{ Н};$$

$$P_{z2} = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 0,6^{0,9} \cdot 0,075^{0,74} \cdot 80^1 \cdot 8}{100^1 \cdot 1000^0} \cdot 1,15 = \text{Н}.$$

Крутящий момент определяется по формуле

$$M_{kp1} = P_{z1} \cdot \frac{D_{\phi}}{2000}, \quad (22)$$

$$M_{kp1} = 5143,7 \cdot \frac{100}{2000} = 257,2 \text{ Нм}.$$

Мощность резания при черновом фрезеровании определится как

$$N = \frac{M_{kp} \cdot n}{60 \cdot 1000}, \quad (23)$$

$$N = \frac{257,2 \cdot 350}{60 \cdot 1000} = 4,17 \text{ кВт}.$$

Мощность на шпинделе

$$N_{\text{шп}} = N_3 \cdot \eta = 11 \cdot 0,8 = 8,8 \text{ кВт},$$

где N_3 - мощность электродвигателя привода главного движения резания,

η - КПД механизмов привода станка, $\eta = 0,7 \dots 0,8$.

Мощность, затрачиваемая на резание, должна быть меньше или равна мощности на шпинделе:

$$N_p \leq N_{шт} \quad (24)$$

$$4,17 \leq 8,8$$

Расточная

Инструмент: токарно-расточной резец с пластинами из твердого сплава по ГОСТ 18882-73.

Глубина резания $t_1 = 3$ мм для черного растачивания.

Глубина резания $t_2 = 1$ мм для чистового растачивания.

Глубина резания $t_2 = 0,4$ мм для тонкого растачивания.

Подача $S_1 = 0,6$ мм/об, $S_2 = 1,1$ мм/об, $S_3 = 0,3$ мм/об

Скорость резания

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (25)$$

где C_v – коэффициент, зависящий от механических свойств и структуры обрабатываемого материала, материала режущей части резца, а также от условий обработки;

T – стойкость инструмента, мин (среднее значение стойкости проходных резцов при одноинструментной обработке – 30–60 мин; для резьбовых, фасонных резцов – 120 мин);

m, x, y – показатели степеней;

K_v – общий поправочный коэффициент.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\phi v} \cdot K_r, \quad (26)$$

где K_{mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{nv}, \quad (27)$$

$$K_{mv} = 1.$$

K_{nv} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки, $K_{nv} = 1$;

K_{uv} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента, $K_{uv} = 0,8$;

$K_{\phi v}$ – коэффициент, зависящий от главного угла в плане, $K_{\phi v} = 0,9$;

K_r – коэффициент, зависящий от радиуса при вершине резца, $K_r = 1$.

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,72.$$

$$v_1 = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,6^{0,2}} \cdot 0,72 = 178 \text{ м/мин},$$

$$v_2 = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 1,1^{0,2}} \cdot 0,72 = 192,4 \text{ м/мин},$$

$$v_3 = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,4^{0,15} \cdot 0,3^{0,2}} \cdot 0,72 = 305 \text{ м/мин}.$$

Частота вращения шпинделя станка

$$n = \frac{1000v}{\pi D}, \quad (28)$$

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 178}{3,14 \cdot 130} = 441,2 \text{ об/мин},$$

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 192,4}{3,14 \cdot 130} = 484,3 \text{ об/мин},$$

$$n_3 = \frac{1000 \cdot 305}{3,14 \cdot 130} = 768 \text{ об/мин}.$$

Принимаем $n_1=450$ об/мин, $n_2=500$ об/мин, $n_3=800$ об/мин.

Сила резания

$$P_z = 9,81 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (29)$$

где C_p – коэффициент, учитывающий свойства обрабатываемого материала, материал режущей части резца, а также условия обработки;

K_p – общий поправочный коэффициент, численно равный произведению ряда коэффициентов, каждый из которых отражает влияние определенного фактора на силу резания:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{rp}, \quad (30)$$

где K_{mp} – поправочный коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала,

$$K_{mp} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_p}, \quad (31)$$

$$K_{mp} = 1.$$

$K_{\varphi p}$ – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане резца, $K_{\varphi p} = 0,94$;

$K_{\gamma p}$ – поправочный коэффициент, учитывающий передний угол резца, $K_{\gamma p} = 1$;

$K_{\lambda p}$ – поправочный коэффициент, учитывающий угол наклона главного лезвия, $K_{\lambda p} = 0,98$;

K_{rp} – поправочный коэффициент, учитывающий радиус при вершине резца, $K_{rp} = 0,93$;

$$K_p = 1 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 0,98 \cdot 0,93 = 0,87.$$

Сила резания при черновой, чистовой и тонкой обработке:

$$P_{z1} = 9,81 \cdot 300 \cdot 3^{0,75} \cdot 0,6^{0,2} \cdot 178^{-0,15} \cdot 0,87 = 1726 \text{ Н},$$

$$P_{z2} = 9,81 \cdot 300 \cdot 1^{0,75} \cdot 1,1^{0,2} \cdot 192,4^{-0,15} \cdot 0,87 = 874 \text{ Н},$$

$$P_{z3} = 9,81 \cdot 300 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 0,4^{0,2} \cdot 305^{-0,15} \cdot 0,87 = 124,9 \text{ Н}.$$

Мощность резания рассчитывается по формуле

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60}, \quad (32)$$

$$N_1 = \frac{1726 \cdot 178}{1020 \cdot 60} = 5,48 \text{ кВт},$$

$$N_2 = \frac{874 \cdot 192,4}{1020 \cdot 60} = 3,01 \text{ кВт},$$

$$N_3 = \frac{124,9 \cdot 305}{1020 \cdot 60} = 0,68 \text{ кВт}.$$

Требуемая мощность станка

$$N_{ст} = N/\eta, \quad (33)$$

где $\eta = 0,75$ - КПД станка.

$$N_{ст} = 5,48/0,75 = 7,31 \text{ кВт}.$$

Подбираем подходящий станок для этих операций: горизонтально-расточной станок 2620; $N = 10$ кВт; $n = 12,5$ -2000 об/мин.

1.9 Расчет технических норм времени

Труд является основным условием существования человеческого общества. Количество труда измеряется его продолжительностью, т.е. затратами рабочего времени. Процесс определения затрат рабочего времени, необходимого на выполнение данного объема работы, называется нормированием труда.

Предметом технического нормирования труда является исследование трудовых процессов, изучение затрат рабочего времени и на их основе установление технически обоснованных норм времени.

Технически обоснованная норма времени — время, необходимое на выполнение заданного объема работы (операции) при определённых организационных технических условиях с учётом наиболее эффективного использования всех производственных средств, оборудования, приспособления, инструмента и передового опыта новаторов производства.

Нормирование труда является основным звеном, связывающим технику и экономику производства [9].

Исходными данными, оказывающими влияние на норму времени и фактические затраты рабочего времени на операцию, являются:

- материал обрабатываемой заготовки;
 - размеры обрабатываемых поверхностей (с учётом допусков);
 - требуемая точность и допустимая шероховатость обработанной поверхности;
 - масса обрабатываемой заготовки;
 - размер технологической партии;
 - применяемое оборудование (основные сведения из паспорта станка);
 - режущие и измерительные инструменты;
 - предполагаемый способ базирования и закрепления заготовки и др.
- Основное время

$$T_o = \frac{L_p \cdot i}{n \cdot S_o}, \quad (34)$$

где L_p - расчетная длина рабочего хода инструмента;

$$L_p = L_o + l_{вр} + l_{сх}, \quad (35)$$

$l_{вр}$ и $l_{сх}$ - длина врезания и схода инструмента;
 L_o - длина обрабатываемой поверхности 60мм;
 n – обороты шпинделя;
 S_o – подача;
 i - количество проходов.

$L_p = 40 + 4 + 4 = 48$ мм.

Черновое:

$$T_o = \frac{48 \cdot 1}{460 \cdot 0,8} = 0,17 \text{ мин.}$$

Чистовое:

$$T_o = \frac{48 \cdot 1}{510 \cdot 1} = 0,15 \text{ мин.}$$

Тонкое:

$$T_o = \frac{48 \cdot 1}{780 \cdot 1,3} = 0,08 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время

$$T_v = T_{уст} + T_{пер} + T_{изм},$$

где $T_{уст}$ – время установки и снятия заготовки;

$T_{пер}$ – время, связанное с переходом (или операции);

$T_{изм}$ – время измерения;

$T_{уст} = 4,2$ мин;

$T_{пер} = 1,13$ мин;

$$T_{\text{изм}} = 0,25 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{в}} = 4,2 + 1,13 + 0,25 = 6,58 \text{ мин}$$

Оперативное время на все операции

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{о}} + T_{\text{в}},$$

Черновое:

$$T_{\text{оп}} = 0,17 + 6,58 = 6,75 \text{ мин.}$$

Чистовое:

$$T_{\text{оп}} = 0,15 + 0,25 = 0,4 \text{ мин.}$$

Тонкое:

$$T_{\text{оп}} = 0,08 + 0,25 = 0,33 \text{ мин.}$$

Штучное время

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + 1 + \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100}, \quad (36)$$

Черновое:

$$T_{\text{шт}} = 6,75 + 1 + 19/100 = 7,94 \text{ мин.}$$

Чистовое:

$$T_{\text{шт}} = 0,4 + 1 + 19/100 = 1,59 \text{ мин.}$$

Тонкое:

$$T_{\text{шт}} = 0,33 + 1 + 19/100 = 1,52 \text{ мин}$$

Общее:

$$T_{\text{шт}} = 7,94 + 1,59 + 1,52 = 11,05 \text{ мин}$$

Для серийного производства необходимо определить штучно-калькуляционное время $T_{\text{штк}}$. Для обеспечения производства дополнительно нормируют $T_{\text{пз}}$ – подготовительно – заключительное время. Это время включает: получение технологической документации и знакомство с ней, получение партии заготовок, подбор и наладку инструмента и приспособлений, сдачу готовой продукции и др.

$$T_{\text{штк}} = T_{\text{шт}} + T_{\text{пз}}/n, \quad (37)$$

$$T_{\text{штк}} = 11,05 + 35,5/50 = 11,76 \text{ мин}$$

2 Конструкторская часть

2.1 Назначение и принцип работы зажимного приспособления

Для сокращения времени на установку, выверку и зажим деталей целесообразно применять специально сконструированные для обработки данной детали зажимные приспособления. Особенно целесообразно применять такие специальные приспособления при изготовлении больших партий одинаковых деталей.

Специальные зажимные приспособления могут иметь винтовой, эксцентриковый, пневматический, гидравлический, пневмогидравлический и другие зажимы.

Приспособления должны быстро и надежно закреплять заготовку, поэтому предпочтительнее применять такие зажимы, когда одновременно достигается зажатие одной заготовки в нескольких местах. В приспособлениях для корпусных деталей зажим производится одновременно двумя прихватами с двух сторон детали при помощи закручивания одной гайки. При закручивании гайки штырь, имеющий двойной скос в плашке, через тягу воздействует на скос плашки и прижимает гайкой прихват, сидящий на штыре. При откручивании гайки пружины, положенные под прихватами, поднимают их, освобождая деталь.

Одноместные зажимные приспособления применяют для крупных деталей, так как для небольших деталей более целесообразно применять приспособления, в которых одновременно можно устанавливать и зажимать несколько заготовок. Такие приспособления называются многоместными.

Зажатие одним зажимом нескольких заготовок дает сокращение времени на закрепление деталей и применяется при работе на многоместных приспособлениях [10].

Зажимное приспособление состоит из устройства для зажима изделия и исполнительного устройства. Устройство для зажима изделия имеет два зажимных кулачка для закрепления детали, в то время как исполнительное устройство предусмотрено для открывания и закрывания зажимных кулачков. Зажимные кулачки с помощью исполнительного устройства могут отклоняться за счет упругих свойств материала настолько, чтобы после освобождения исполнительного устройства деталь могла быть зафиксирована за счет упругой возвратной силы зажимных кулачков. Предпочтительно устройство для зажима изделия имеет основной корпус, снабженный шлицом, причем шлиц с обеих сторон ограничен зажимными кулачками. Зажимные кулачки с помощью исполнительного устройства могут отклоняться за счет упругих свойств материала в поперечном направлении к шлицу. Зажимные кулачки оборудованы накладками, которые могут сдвигаться относительно соответствующего зажимного кулачка поперек шлица. Обеспечивается простота конструкции и надежность закрепления.

Зажимные приспособления данного типа служат, в частности, для точной установки подлежащих обработке деталей в рабочей зоне

металлорежущего станка. Для удержания или закрепления соответствующей детали зажимное приспособление оборудуется, как правило, устройством для зажима изделия.

Устройство для зажима изделия может крепиться непосредственно на рабочем столе станка или с помощью зажимного патрона, причем устройство для зажима изделия имеет в последнем случае средства для фиксации на зажимном патроне, а также средства для точной установки детали на зажимном патроне. Средства для точной установки детали на зажимном патроне должны, в частности, предоставлять возможность точного позиционирования в направлениях X и Y и, в случае необходимости, в направлении Z.

Зажимное приспособление для закрепления обрабатываемых деталей пригодно для изготовления средних серий продукции, причем зажимное приспособление должно иметь простую конструкцию, не требовать больших затрат при изготовлении, и подлежащие обработке детали должны быстро, просто и надежно закрепляться в устройстве для зажима изделия.

2.2 Расчет зажимного устройства

Расчет приспособления на точность выполняется с использованием следующей зависимости.

На точность обработки влияет ряд технологических факторов, вызывающих общую погрешность обработки ε , которая не должна превышать допуска T выполняемого размера

$$\varepsilon \leq T. \quad (38)$$

Погрешность установки определяется как суммарное поле рассеяния случайных величин

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{п}}^2}, \quad (39)$$

где ε_6 – погрешность базирования заготовки в приспособлении;

ε_3 – погрешность закрепления заготовки, возникающая в результате действия сил закрепления;

$\varepsilon_{\text{п}}$ – погрешность положения заготовки, зависящая от приспособления.

$\varepsilon_6 = 0$, так как технологическая и измерительная базы совпадают.

$\varepsilon_3 = 0,05$ мм.

Погрешность установки фактическая

$\varepsilon = 0,05$ мм.

Допустимое значение погрешности установки заготовки в приспособлении

$$[\varepsilon] = \sqrt{T^2 - (k_{m2} \cdot \omega_{mc})^2}, \quad (40)$$

где k_{m2} – коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от приспособления;

ω_{mc} – средняя экономическая точность обработки.

$$[\varepsilon] = \sqrt{0,34^2 - (0,7 \cdot 0,039)^2} = 0,33 \text{ мм.}$$

Для принятой схемы установки должно выполняться условие

$$\varepsilon \leq [\varepsilon], \quad (41)$$

$$0,05 \text{ мм} \leq 0,33 \text{ мм.}$$

Условие выполняется.

Погрешность изготовления приспособления рассчитывается по формуле

$$\varepsilon_{пр} = T - k_m \sqrt{(k_{m1} \cdot \varepsilon_{\sigma})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{и}^2 + (k_{m2} \cdot \omega_{mc})^2}, \quad (42)$$

где k_m – коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения;

k_{m1} – коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках;

$\varepsilon_{и}$ – погрешность положения заготовки, возникающая в результате изнашивания установочных элементов приспособления [11].

$$\varepsilon_{пр} = 0,34 - 1,2 \cdot \sqrt{(0,05)^2 + 0,01^2 + (0,7 \cdot 0,039)^2} = 0,24 \text{ мм.}$$

Определение усилия зажима.

Заготовка базируется на установочных элементах и прижимается к ним силой Q , а сила резания P_z действует перпендикулярно к ней, то есть стремится сдвинуть заготовку с установочных элементов. Силу резания уравновешивает сила трения, создаваемая силой Q .

$$F_{тр} = f \cdot Q = Q \cdot (f_1 + f_2),$$

где f_1 – коэффициент трения между заготовкой и зажимом;

f_2 – коэффициент трения между заготовкой и установочными элементами.

$$k \cdot P_z = Q \cdot (f_1 + f_2),$$

$$Q = \frac{k \cdot P_z}{f_1 + f_2}, \quad (43)$$

где k – коэффициент запаса.

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (44)$$

где k_0 – гарантированный коэффициент запаса — рекомендуется принимать для всех случаев равным 1,5;

k_1 – коэффициент, учитывающий наличие случайных неровностей на поверхности заготовки, вызывающих увеличение сил резания. При чистовой обработке $k_1=1$.

k_2 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при затуплении инструмента;

k_3 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании. При обработке без ударов $k_3=1$.

k_4 – коэффициент, учитывающий постоянство развиваемых сил зажима. Для ручных зажимных устройств $k_4=1,3$;

k_5 – коэффициент, учитывающий удобство расположения рукояток в ручных зажимных устройствах. При удобном расположении и малом диапазоне угла её поворота $k_5=1$;

k_6 – коэффициент, учитывающий наличие моментов, стремящихся повернуть заготовку. Если заготовка установлена базовой плоскостью на опоры с ограниченной поверхностью контакта, $k_6=1$.

$$k = 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1 = 1,95.$$

$$Q = (1,95 \cdot 1726) / (0,3 + 0,3) = 5609,5 \text{ Н.}$$

Прочностной расчет.

Условие прочности при растяжении

$$\delta = \frac{4Q}{\pi d_p^2} \leq [\delta], \quad (45)$$

где d_p – расчетный диаметр резьбы.

$[\delta]$ – допустимое напряжение при растяжении, $[\delta]=90 \text{ Н/мм}^2$.

$$\delta = (4 \cdot 5609,5) / (3,14 \cdot 16^2) = 27,9 \text{ Н/мм}^2.$$

$$27,9 \leq 90.$$

Условие выполняется.

3 Организационная часть

3.1 Описание и структура производственного участка

Производственным участком называется часть объема цеха, в котором расположены рабочие места (позиции), объединенные транспортными устройствами, средствами технического, инструментального и метрологического обслуживания, средствами управления участком и охраны труда и на котором осуществляются технологические процессы изготовления изделий определенного назначения или выполняются определенные операции.

Более крупной организационной единицей является производственный цех, который представляет собой производственное административно-хозяйственное обособленное подразделение завода. Цех включает в себя производственные участки, вспомогательные подразделения, служебные и бытовые помещения.

Вспомогательные подразделения необходимы для обслуживания и обеспечения бесперебойной работы производственных участков. Это склады различного назначения, транспортная служба, отделение по заточке режущего инструмента, служба технического контроля, служба ремонта и технического обслуживания, отделение для приготовления и подачи смазывающе-охлаждающих жидкостей и др. Состав производственных участков и вспомогательных подразделений определяется технологическим процессом, конструкцией и программой выпуска изготавливаемых изделий, организацией производства.

Служебно-бытовая площадь цеха предназначена для размещения конторских и бытовых помещений. В конторских помещениях размещаются административно-конторские службы цеха, конструкторские и технологические бюро, размещаемые в цехе. Бытовые помещения предназначена для удовлетворения санитарно-гигиенических и социально-бытовых нужд работающих в цехе (туалеты, гардеробы, душевые, места курения и отдыха и т. п.) [12].

3.2 Расчет количества оборудования

Годовая трудоемкость изготовления деталей на участке определяется исходя из потребности деталей (программы) и штучного времени на изготовление детали или изделия по формуле:

$$T_{\Gamma} = \frac{\sum t_{шт} \cdot N_{зап}}{60}, \quad (46)$$

где $\sum t_{шт}$ – суммарное штучное время изготовления;

$N_{\text{зап}}$ – объем запуска деталей в производство, который определяется по формуле:

$$N_{\text{зап}} = N_{\text{вып}} \cdot K_{\text{п}}, \quad (47)$$

где $K_{\text{п}}$ – коэффициент потерь на брак и подналадку станка.

$$N_{\text{зап}} = 5000 \cdot 0,98 = 4900.$$

Расчет количества оборудования по трудоемкости производится по формуле:

$$C_{\text{р}} = \frac{T_{\text{ги}}}{F_{\text{д}} \cdot m}, \quad (48)$$

где m – число смен работы оборудования.

Расчетное число оборудования округляется до целого и определяется коэффициент загрузки для каждой операции по формуле:

$$K_{\text{з}} = \frac{C_{\text{р}}}{C_{\text{пр}}}. \quad (49)$$

Далее рассчитывается количество станков каждой модели.

Горизонтально-расточной станок 2620:

$$C_{\text{р}} = (73 \cdot 4900) / (2030 \cdot 60) = 2,93.$$

Принимаем $C_{\text{пр}} = 3$.

Коэффициент загрузки

$$K_{\text{з}} = 2,93 / 3 = 0,97.$$

Продольно-фрезерный станок 6606:

$$C_{\text{р}} = (71 \cdot 4900) / (2030 \cdot 60) = 2,86.$$

Принимаем $C_{\text{пр}} = 3$.

Коэффициент загрузки

$$K_{\text{з}} = 2,86 / 3 = 0,95.$$

Радиально-сверлильный станок 2А576:

$$C_{\text{р}} = (43 \cdot 4900) / (2030 \cdot 60) = 1,74.$$

Принимаем $C_{\text{пр}} = 2$.

Коэффициент загрузки

$$K_{\text{з}} = 1,74 / 2 = 0,87.$$

3.2 Расчет количества рабочих

Количество основных рабочих совпадает с количеством станков

$$R = 8.$$

Количество вспомогательных рабочих по процентному соотношению для серийного производства составляет 18-25 % от количества производственных.

$$R_{\text{всп}}=8 \cdot 0,25=2.$$

Расчет потребного количества служащих. К служащим относятся инженерно-технические работники (ИТР) и счетно-конторский персонал (СКП).

К ИТР относятся начальник цеха и его заместители, начальники отделов, лабораторий и участков, мастера, технологи, конструкторы, техники, нормировщики, экономисты, механик, электрик и энергетик цеха.

Количество ИТР составляет 15-20 %, принимается равным 2.

К СКП относятся бухгалтеры, кассиры, секретари, учетчики, заведующие складов и кладовых.

Количество СКП составляет около 5 %, принимается равным 1.

Количество младшего обслуживающего персонала составляет 2-3 % от числа работающих, принимается равным 1 [13].

3.3 Определение площадей участка

Производственная площадь участка:

$$S_{\text{п}} = \sum_{i=1}^n C_{\text{при}i} \cdot f_i, \quad (50)$$

где $S_{\text{п}}$ – общая производственная площадь;

$C_{\text{при}i}$ – принятое количество станков данной модели или типа;

n – число используемых в основном производстве моделей или типов станков;

f_i – удельная производственная площадь.

$$S_{\text{п}} = 20 \cdot 15 = 300 \text{ м}^2.$$

Общая площадь участка:

$$S_{\text{общ}} = S_{\text{п}} \cdot K_{\text{всп}}, \quad (51)$$

где $K_{\text{всп}}$ – коэффициент, учитывающий размещение вспомогательных служб. Для мелких цехов (менее 500 кв.м.) $K_{\text{всп}} = 2$.

$$S_{\text{общ}} = 300 \cdot 2 = 600 \text{ м}^2.$$

Планировка участка – это графическое изображение на плане и разрезах цеха оборудования, подъемно-транспортных устройств и других средств, необходимых для выполнения и обслуживания технологического процесса.

При планировке оборудование размещается, исходя из удобства работы и обслуживания, эстетических соображений, норм технологического проектирования. Нормы даны от крайних положений движущихся частей станка и от открытых дверей станка, стоек и шкафов управления.

Ширина магистральных проездов межцеховых перевозок выбирается от 4500 до 5500 мм.

Ширина цеховых проездов принимается в зависимости от ширины транспортного средства или ширины перевозимого груза.

Ширина пешеходных проходов принимается равной 1400 мм.

Зона рабочего (от фронтальной стороны станка до затылка рабочего) принимается равной 800 мм.

При выполнении планировки учитываются все факторы:

- доступ к рабочим местам, площадкам заготовок и деталей;
- удобство работы рабочего;
- удобство доставки заготовок к площадкам заготовок и вывоза деталей;
- близость комнат мастера, контролеров, ремонтников;
- близость автоматов для питья;
- близость заточного отделения;
- близость мест общественного пользования;
- удобное расположение противопожарного инвентаря;
- все распашные двери должны открываться наружу по правилам пожарной безопасности;
- должен быть обеспечен свободный проезд пожарных машин и быстрая эвакуация людей и дорогой техники;
- должна быть обеспечена быстрая эвакуация крановщиц;
- недопустимо смешивать оборудование различной категории вредности и шумности;
- должен быть обеспечен достаточный обмен воздуха;
- должна быть обеспечена хорошая освещенность;
- трубопроводы и электрокабели должны располагаться вне зоны транспортной системы [14].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения данной дипломной работы был рассмотрен процесс проектирования участка по производству редуктора с изготовлением корпуса и крышки.

В результате был разработан процесс обработки детали «корпус редуктора» с применением нескольких станков.

В процессе работы были разработаны:

- технологический маршрут обработки детали;
- зажимное приспособление;
- планировка участка.

Рассчитаны:

- режимы резания;
- нормы времени;
- припуски на обработку;
- расчет приспособления на точность;
- прочностной расчет.

В итоге был спроектирован и графически показан участок по производству редуктора.

Разработку технологического процесса изготовления любой детали следует начинать с глубокого изучения служебного назначения машины и анализа норм точности и технических требований. Далее в определенной последовательности и с учетом количественного выпуска разрабатывается технологический процесс сборки машины и ее узлов. Технология изготовления всех деталей машины также ведется в строго определенной последовательности и выполняется с применением общих положений и правил. Это связывает технологию со служебным назначением детали и обеспечивает согласованность решений, принимаемых на различных этапах разработки технологического процесса.

В данной работе мы на основании чертежа детали и годовой программы произвели конструктивно-технологический анализ крышки, отработали деталь на технологичность. Был выбран вид наиболее эффективный метод получения заготовки. Определен тип производства. Также был произведен анализ схем базирования, составлен более оптимальный технологический маршрут.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Справочник технолога машиностроителя. В 2х томах. Т2. Под ред. А.Г. Касиловой, Р.К. Мещерякова., М. Машиностроение 1985
- 2 Приспособления для металлорежущих станков. Под ред. А.К. Горошкин. М. Машиностроение 1979
- 3 Зажимные приспособления для токарных и кругло – шлифовальных станков. Под ред. М.А. Ансеров. М. МАШГИЗ 1979
- 4 Справочник молодого технолога машиностроителя. В.В. Данилевский, М. Всесоюзное учебно – педагогическое издательство трудрезервиздат 1968
- 5 Технология машиностроения. Ред. Совет В.И. Аверченков, О.А. Горленко, В.Б. Ильинский., М. ИНФРА-М 2006
- 6 Технология машиностроения. А.А. Маталин., Л. Машиностроение 1985
- 7 Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Минск, «Вышэйшая школа», 1983. 256 с., ил
- 8 А.Г, Косилова «Точность обработки заготовок в машиностроении» Справочник. М.1969
- 10 Аврутин С. В. Основы фрезерного дела, 1962
- 11 Дмитриев В. А. Расчет приспособлений на точность. – Самара, 2009
- 12 Козлов В.Н. Проектирование механосборочных цехов. Учебное пособие. – Томск, Изд. ТПУ, 2009
- 13 Вороненко В.П. Проектирование механосборочных цехов: учебник. 2-е издание, стер. – М.: Дрофа, 2006
- 14 Петкау Э.П. Проектирование машиностроительного производства: учеб. пособие – Томск: Изд-во ТПУ, 2002

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
			ПЛК.296.03.00.СБ	Сборочный чертеж		
			ПЛК.296.03.00.ПЗ	Пояснительная записка		
				Сборочные единицы		
		1		Крышка	1	
		2		Маслоуказатель	1	
				Детали		
		3		Крышка редуктора	1	
		4		Корпус редуктора	1	
		5		Прокладка	1	
		6		Отдушина	1	
		7		Пробка	1	
		8		Прокладка	1	
		9		Колесо зубчатое	1	
		10		Прокладка	2	
		11		Крышка	1	
		12		Прокладка	2	
		13		Крышка	1	
		14		Вал-шестерня	1	
		15		Вал	1	
		16		Втулка	3	

Дипломная работа

Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата
Разработал		Баиузақ А.		
Проверил		Керимжанова М.		
Т. контр				
Утв.				

Редуктор
цилиндрический

Лит.	Лист	Листов
	1	3

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Стандартные изделия		
		17		Болт М8-6г 23.58	4	
				ГОСТ 7798-70		
		18		Болт М8-6г 31.32	8	
				ГОСТ 7798-70		
		19		Болт М8-6г 26.58	8	
				ГОСТ 7798-70		
		20		Болт М12-6г 65,78	8	
				ГОСТ 7798-70		
		21		Болт М6-6г 15 X	4	
				ГОСТ 7798-70		
		22		Болт М8-6г 6,58	1	
				ГОСТ 7798-70		
		23		Винт М6-6г 11 X	4	
				ГОСТ 10342-80		
		24		Гайка М8-6Н.5	3	
				ГОСТ 5915-70		
		25		Гайка М12-6Н.5	8	
				ГОСТ 5915-70		
		26		Манжета 1.1-40 62-Ж	1	
				ГОСТ 8752-79		
		27		Манжета 1.1-30 45-Ж	1	
				ГОСТ 8752-79		
		28		Подшипник 106	2	
				ГОСТ 8338-75		
		29		Подшипник 208	2	
				ГОСТ 8338-75		
		30		Шайба 8Н65Г	5	
				ГОСТ 6402-70		
		31		Шайба 12Н65Г	4	
				ГОСТ 6402-70		
	2			Дипломная работа		
Изм.	Лист	N' докум	Подп.			

