

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

Бишигаев Аманжол Асхатулы

Спроектировать механо-сборочный участок по производству редуктора с
разработкой технологии механической обработки крышки.

Годовая программа – 15000 штук

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

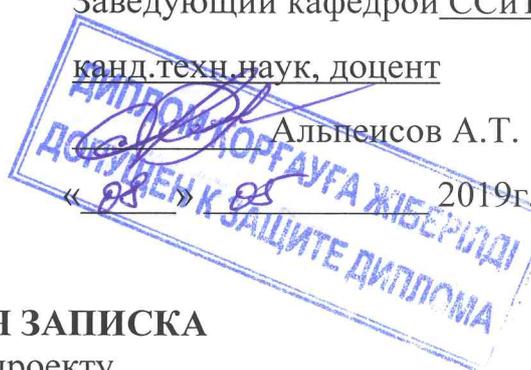
ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой ССиТМ

канд. техн. наук, доцент

Альнейсов А.Т.

2019г.



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к дипломному проекту

На тему: «Спроектировать механо-сборочный участок по производству редуктора с разработкой технологии механической обработки крышки. Годовая программа – 15000 штук»

по специальности 5В071200 - Машиностроение

Выполнил

Бишигаев А. А.

Рецензент

Технолог АО «Алматинский
вагоноремонтный завод»

Е. С. Ескара
« 08 » мая 2019г.

Научный руководитель
доктор технических наук
профессор

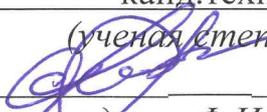
В. В. Поветкин
« 11 » мая 2019г.

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
(ученая степень, звание)

Альпеисов А.Т.
подпись Ф.И.О.
“ 06 ” 11 2019 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Обучающемуся Бишигаеву Аманжолу Асхатулы

Тема Спроектировать механо-сборочный участок по производству редуктора с разработкой технологии механической обработки крышки. Годовая программа – 15000 штук

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:

- технологический процесс обработки заготовки
- проектирование узла

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей) редуктор цилиндрический, крышка редуктора, сборка редуктора, технологические наладки, пневмоприспособление, план цеха.

Рекомендуемая основная литература Состоит из 14 источников наименований

ГРАФИК

подготовки дипломного проекта

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю и консультантам	примечание
Проектирование технологии изготовления крышки редуктора	11.02 – 26.02.2019	выполнено
Разработка технологии обработки крышки редуктора	20.02-18.03.2019	выполнено
Проектирование сборочного маршрута	26.03-24.04.2019	выполнено

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. – магистр технических наук.	11.05.19.	

Научный руководитель _____ / Поветкин В. В. /
(подпись) (Ф.И.О.)

Задание приняла к исполнению студент _____ / Бишигаев А. А. /
(подпись) (Ф.И.О.)

Дата « 08 » мая 2019г.

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект посвящен проектированию участка по выпуску крышки редуктора. Проект содержит разделы: технологическая часть, включающая расчеты режимов резания, расчет припусков на обработку детали, нормирование технологического процесса и определение трудоемкости изготовления деталей; конструкторская часть, включающая расчет приспособления на точность и прочностной расчет; заключение.

В проекте рассмотрены основные технологические конструкторские вопросы; приведены требуемые расчеты припусков, режимов резания, норм времени. За счет применения станочного приспособления, назначения оптимальных режимов резания получено годовая экономия.

АҢДАТПА

Дипломдық жоба бәсендеткіштің қақпағын шығаратын бөлімді жобалауға арналған. Жобаның құрамына келесі бөлімдер кіреді: кесу режимдерін есептеу, детальды өндеуге 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; қорытынды.

Жобада негізгі технологиялық және конструкторлық сұрақтар қарастырылған; әдіптерге кесу режимдеріне, уақыт нормаларына қажетті есептеулер келтірілген. Жоңғылау қондырғысын қолдану арқылы, оптималды кесу режимдерін беру арқылы жылдық экономия болды.

ANNOTATION

The graduation project is devoted to the design of the site for the release of the gearbox cover. The project includes sections: the technological part, which includes calculations of cutting conditions, the calculation of allowances for machining parts, the rationing of the technological process and the determination of the complexity of the manufacture of parts; design part, including the calculation of the device for accuracy and strength calculation; conclusion

The project addresses the main technological design issues; the required calculations of allowances, cutting conditions, time rates are given. Through the use of machine tools, the appointment of optimal cutting conditions received annual savings.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	7
1 Проектирование технологического процесса изготовления корпуса	8
1.1 Анализ технических условий на изготовление корпуса редуктора	8
1.2 Определение типа производства	9
1.3 Технологический анализ конструкции корпуса	9
1.4 Выбор метода получения заготовки	10
1.5 Расчет себестоимости заготовки	11
1.6 Разработка маршрута обработки заготовки	12
1.7 Расчет общего и промежуточных припусков	15
1.8 Расчет режимов резания	16
1.9 Нормирование технологических операций и определение трудоемкости производства детали	24
2 Проектирование технологической оснастки	27
2.1 Исходные данные к задаче конструирования приспособления	27
2.2 Описание конструкции приспособления и принцип его работы	27
2.3 Обоснование производительности приспособления	28
2.4 Составление схемы сил, действующих на заготовку и расчет зажимного устройства	28
2.5 Расчет приспособления на точность	29
2.6 Прочностной расчет	30
2.7 Описание и принцип работы приспособления для обработки корпуса	30
3 Проектирование механо-сборочного участка	30
3.1 Определение структуры участка и состав служб	30
3.2 Определение количества станков	31
3.3 Определение количества рабочих	32
3.4 Выбор транспортных средств	32
3.5 Разработка компоновочного плана участка	33
Заключение	35
Список использованной литературы	36
Приложение	
Спецификация	

ВВЕДЕНИЕ

Для обеспечения качественного изготовления каждой детали в отдельности, узла и всей машины, оборудования и агрегата перед инженерами механиками стоят задачи овладения глубокими знаниями основ инженерных дисциплин и практическое приложение полученных знаний непосредственно в изготовлении определенной машиностроительной продукции.

Экономическая политика правительства республики Казахстан направлена на ускорение развития научно-технического прогресса, широкое внедрение в производство достижений науки и техники, передового опыта, прогрессивной технологии, на повышение эффективности отрасли машиностроения как основной отрасли всей промышленности.

Машиностроение является важнейшей отраслью промышленности. Машины и оборудование различных отраслей промышленности, изготавливаемые и поставляемые всем отраслям народного хозяйства, являются продуктом машиностроительных и металлообрабатывающих заводов. Темпы перевооружения этих отраслей новой техникой в значительной степени зависят от уровня развития машиностроения.

Редукторами называются механизмы, состоящие из передач зацеплением с постоянным передаточным отношением, заключенные в отдельный корпус и предназначенные для понижения угловой скорости выходного вала по сравнению с входным.

Редукторы условно делят по различным признакам. По типу передачи редукторы могут быть зубчатые с простыми передачами (цилиндрическими, коническими и червячными). В свою очередь каждая из передач может отличаться расположением зубьев и их профилем (прямые, косые, шевронные, круговые, эвольвентные). В зависимости от числа пар звеньев в зацеплении редукторы бывают одно-, двух-, трехступенчатые.

Рассмотренный в дипломном проекте редуктор предназначен для установки в приводах подъема грузоподъемных устройств для уменьшения частоты вращения с одновременным увеличением крутящего момента.

1 Проектирование технологического процесса изготовления крышки

1.1 Анализ технических условий на изготовление крышки редуктора

Для удобства сборки крышки редуктора выполняют составными. Отдельные детали крышки скрепляют между собой болтами (винтами, шпильками). Данный зубчатый редуктор состоит из двух основных деталей – основания (картера), закрепляемого на фундаменте или на установочной раме, и крышки (позиция 4, приложение 1). В данном дипломном проекте разрабатывается технология обработки нижней части – крышки (картера) (позиция 3, приложение 1). Материал для крышки выбирается с учетом выше указанных критериев работоспособности и технологических требований.

Материал изготовления крышки сталь 35Л группа II – повышенного качества ГОСТ 977 – 88 [1].

Сталь 35Л считается среднеуглеродистой, качественной. Применяется после нормализации и поверхностной закалки для самых разнообразных деталей во всех отраслях машиностроения (температура нормализации 860 – 8800С, отпуск 600 – 6300С, среда охлаждения - воздух). Как правило, это детали с высокой пластичностью: трубки, прокладки, шайбы; цементируемые и цианируемые детали: втулки, валики, упоры, копиры, зубчатые колеса, рычаги, цилиндры.

Таблица 1
Химический состав стали 35Л в %

Химический элемент	%
Кремний (Si)	0.20-0.52
Марганец (Mn)	0.40-0.90
Медь (Cu), не более	0.30
Никель (Ni), не более	0.30
Сера (S), не более	0.045
Углерод (C)	0.32-0.40
Фосфор (P), не более	0.04
Хром (Cr), не более	0.30

Таблица 2
Физические свойства стали 35Л

σ_{-1} (Мпа)	$\sigma_{\text{в}}$ (Мпа)	$\sigma_{0.2}$ (Мпа)	Термообработка, состояние стали
216	490	270	НВ 137-166

Химический состав качественной стали, по сравнению с обыкновенной, отличается меньшим содержанием вредных примесей: серы, фосфора, хрома, никеля, меди. Они имеют более высокую прочность при более низкой пластичности. В отожженном состоянии хорошо обрабатываются резанием [1]

1.2 Определение типа производства

В соответствии с ГОСТ 14.0004 – 83, в зависимости от широты номенклатуры, регулярности, стабильности и объема выпуска изделий, современное производство подразделяется на различные типы: единичное, серийное и массовое. Тип производства характеризуется тактом выпуска и коэффициентом серийности. Величина такта выпуска рассчитывается по формуле:

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\text{а}} \cdot 60}{N}, \quad (1)$$

где $F_{\text{а}} = 2070$ час – действие годового фонда работы станка в год;

$N = 15000$ шт – годовая производственная программа выпуска изделия.

$t_{\text{в}} = 2070 \cdot 60 / 15000 = 41,4$ мин/шт.

Коэффициент серийности определяется по формуле:

$$K_{\text{сер}} = \frac{t_{\text{в}}}{T_{\text{шт}}}, \quad (2)$$

где T шт. – штучное время обработки детали [мин].

$T_{\text{шт.}} = 14$ мин.

$$K_{\text{сер}} = \frac{41,4}{14} = 3 - \text{серийное производство.}$$

1.3 Технологический анализ конструкции крышки

Корпусные детали по условиям сборки часто выполняют разъемными в диаметральной плоскости основных отверстий (например, крышки редукторов) или с отъемными крышками, где монтируют опоры вала. Корпусные детали имеют много резьбовых крепежных отверстий.

Технические условия на изготовление корпусной детали определяют точностью монтируемых в ней механизмов.

Материал изготавливаемой детали сталь 35Л ГОСТ 977-88. Масса нашей детали – 135 кг.

Для корпусных деталей характерно наличие систем точно обработанных отверстий, координированных между собой и относительно базовых плоскостей. Конструкции корпусных деталей весьма разнообразны. Из всего их разнообразия можно условно выделить две основные разновидности: корпусные детали призматического фланцевого типов. Для первых характерно наличие развитых наружных плоскостей и основных отверстий на нескольких осях. У деталей второго типа плоскости обычно являются торцевыми поверхностями основных отверстий с центрирующими выточками или буртами, предопределяющие их обработку точением.

Анализ технологичности конструкции. Общие правила отработки конструкции изделия на технологичность изложены в стандартах. Эти стандарты устанавливают основные задачи отработки конструкции изделия на

технологичность, последовательность их решения, систему показателей технологичности конструкции и стадии их определения.

Конструкция крышки – технологична так как деталь является базовой деталью узла, не очень сложна в изготовлении, но от точности изготовления детали зависит точность работы всего узла.

Для обработки отверстий под подшипники в корпусе необходимо производить в сборе вместе с крышкой так как позволит выполнить операцию более точно. В редукторе имеются три сквозных отверстия диаметром: $\varnothing 110H7$ (2шт.), $\varnothing 140H7$ – необходима двухсторонняя обработка. Точность обработки по 7 качеству относительно оси на соосность в пределах 0,08 мм и параллельности 0,028 мм и шероховатости поверхности 2,5.

Так же необходимо произвести обработку в плоскостях разъема крышки в пределах 0,04 мм, шероховатости поверхности 1,6. поверхности на корпусе под подшипники с торцевым биением в пределах 0,063 мм и плоскостью 0,03 мм. Выполнения этих требований повысит износостойкость, и соответственно увеличит срок службы узла. [1]

1.4 Выбор метода получения заготовки

Наша деталь крышка ее целесообразно изготавливать литьем. Сущность литейного производства состоит в получении заготовок или деталей путем заливки расплавленного металла заданного химического состава (серый чугун технический представляет собой сплав железа с углеродом) в литейную форму, полость которой имеет конфигурацию заготовки или детали. При охлаждении залитый металл имеет, затвердевает и сохраняет конфигурацию полости формы. Литые заготовки (отливки) в дальнейшем подвергают механической обработке.

Важнейшей задачей литейного производства является получение отливок, по форме и размерам приближающихся к готовой детали, что существенно сокращает обработку резанием.

На выбор метода получения заготовки оказывают влияние: материал детали; ее назначение и технические требования на изготовление; объем и серийность выпуска; форма поверхностей и размеры детали.

Главным при выборе заготовки является обеспечение заданного качества готовой детали при ее минимальной себестоимости.

При выборе технологических методов получения заготовок учитываются прогрессивные тенденции развития технологии машиностроения. Решение задачи формообразования деталей целесообразно перенести на заготовительную стадию и тем самым снизить расход материала, уменьшить долю затрат на механическую обработку в себестоимости готовой детали.

Выбираем для сравнения два метода получения заготовки. I – литье в песчано-глинистые формы $K_{BT}=0,7$; II – литье в кокиль $K_{BT}=0,8$.

I. Определяем массу заготовки [2]

$$G_{заг} = \frac{G_{д}}{K_{вт}}, \quad (3)$$

где $G_{заг}$ – масса заготовки;

$G_{д}$ – масса детали; $K_{вт}$ – коэффициент.

$$G_{заг} = \frac{135}{0,7} = 193 \text{ кг.}$$

II. Определяем массу заготовки [2]

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

$$G_{заг} = \frac{135}{0,8} = 169 \text{ кг.}$$

1.5 Расчет себестоимости заготовки

I. Расчет стоимости литья в песчано-глинистые формы определяется по формуле:

$$S_{пок} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{отх}}{1000}, \quad (5)$$

где: C_i – базовая стоимость штамповки (80000 тг. за тонну);

Q – масса заготовки;

$k_1 = 1,03$ – коэффициент, зависящий от точности отливки (2 класс точности);

$k_2 = 2,21$ – коэффициент, зависящий от марки материала отливки (Ст. 35Л);

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

$k_4 = 0,78$ – коэффициент, зависящий от массы заготовки

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

$$S_{пок} = \left(\frac{80000}{1000} \cdot 193 \cdot 1,03 \cdot 0,83 \cdot 0,78 \cdot 2,21 \cdot 0,77 \right) - (193 - 135) \cdot \frac{8000}{1000} = 17056 \text{ тг.}$$

II. Расчет стоимости литья в кокиль определяется по формуле:

$$S_{пок} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{отх}}{1000}, \quad (6)$$

где: C_i – базовая стоимость штамповки (80000 тг. за тонну);

Q – масса заготовки;

$k_1 = 1,05$ - коэффициент, зависящий от точности отливки (2 класс точности);

$k_2 = 1,04$ - коэффициент, зависящий от марки материала отливки (Ст. 35Л);

$k_3 = 0,93$ - коэффициент сложности отливки (2 группа сложности);

$k_4 = 1$ - коэффициент, зависящий от массы заготовки;

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

$$S_{\text{ПОК}} = \left(\frac{80000}{1000} \cdot 169 \cdot 1,05 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 1 \right) - (169 - 135) \cdot \frac{8000}{1000} = 12930 \text{ тг.}$$

Все данные заносим в таблицу 3 для сравнения.

Таблица 3
Характеристики заготовок

№	Наименование	Условные обозначения	Метод получения заготовок	
			I	II
1	Масса детали	G д.	135 кг	
2	Масса заготовки	G заг.	193 кг	169
3	Коэффициент использования материала	K вт.	0,7	0,8
4	Цена за 1 т.	C_i	80000 тг.	
5	Себестоимость	S	17056 тг.	12930 тг.

Из таблицы 3 видно, что дешевле всего заготовка, полученная II способом литьем в кокиль. Следовательно, лучше принять II способ производства заготовок.

1.6 Разработка маршрута обработки заготовки

При построении технологических процессов изготовления деталей типа "корпус", к которым относятся рассматриваемый в дипломном проекте "крышка" реализуется принцип "от простого к сложному". Последующая технологическая операция имеет точность на 1-2 качества выше, а шероховатость на 1-2 класса ниже, чем предыдущая.

1. Обработка базовой плоскости (базовых плоскостей);

2. Сверление и развертывание трех отверстий на базовой плоскости.

Для обработки базовой плоскости используются черновые литейные базы, обеспечивающие обработку этой плоскости и двух отверстий на ней. Дальнейшую обработку корпусных деталей следует выполнять по схеме, в которую входят следующие процессы:

- черновая и чистовая обработка других значительных плоскостей фрезерованием или протачиванием в один или два прохода, в зависимости от требований чертежа;
- черновое и чистовое растачивание основных отверстий корпусной детали;
- фрезерование небольших второстепенных плоскостей, главным образом в один проход;
- сверление, зенкерование, резьбы, развертывание мелких отверстий с разных сторон корпусной детали;
- доводка до окончательных размеров основных точных отверстий тонкой расточкой или хонингованием, возможно использование ППД;
- при требовании строгой перпендикулярности торцов к оси точных отверстий выполняют доводку этих торцов фрезерованием, шлифованием или протягиванием, если плоскость имеет форму крута. При этом базой служит точное отверстие. [3]

Проектный технологический маршрут механической обработки крышки в таблице 4.

Таблица 4 - Проектный технологический маршрут механической обработки крышки.

№ операции	Наименование операции и переходов	Оборудование
005	Фрезерная Фрезеровать прибыли;	Продольно - фрезерный станок мод. 6605
010	Слесарная	
015	Разметочная Нанести осевые, разметить плоскость основания в разрезе, плоскость разъема в разрезе;	
020	Фрезерная Фрезеровать плоскость разъема переустановить плоскость основания;	Продольно - фрезерный станок мод. 6605
025	Слесарная Заусенцы подметить по крышке 14	
030	Сверлильная Сверлить 14 отв. Ø19 подрезка Ø34x19;	Радиально-сверлильный станок мод. 2554
035	Слесарная Заусенцы, собрать корпус с крышкой;	
040	Разметочная Нанести осевую, разметить торцы 2 отв. Ø140H7, отв. Ø110H7;	
045	Расточная Фрезеровать торцы банок, расточить 2 отв. Ø140H7 и отв. Ø110H7 (двойные)	Горизонтально-расточной станок мод. 2М615

Продолжение таблицы 14

050	Слесарная Разобрать, пометить пару;	
055	Термическая	
060	Дробеструйная	
065	Фрезерная Фрезеровать основание, переустановить фрезеровать плоскость разъема;	Продольно - фрезерный станок мод. 6605
070	Шлифовальная Шлифовать плоскость разъема;	Плоско-шлифовальный станок с прямоугольный столом мод. 3Д723
075	Слесарная Собрать с крышкой, заусенцы;	
080	Сверлильная Сверлить, развернуть 2 отв под штифт Ø10, забить штифты;	Радиально сверлильный станок мод. 2554
085	Расточная Расточить 2 отв. Ø180Н7 и отв. Ø130Н7 (двойные) на чисто;	Горизонтально – расточной станок мод. 2М615
090	Фрезерная Фрезеровать плоскости банок, повернуть стол на 90°, спланировать банку Ø40 сверлить отв. Ø21, фаску М24 по координатам, переустановить спланировать банку R30, сверлить отв. Ø11,2 развернуть Ø12Н9;	Продольно - фрезерный станок мод. 6605
095	Слесарная Заусенцы, разобрать, проверить корпус на маслонепроницаемость;	
100	Разметочная Разметить 6 отв. Ø19 по шаблону (база отв. Ø130Н7);	
105	Сверлильная Сверлить 6 отв. Ø19	Радиально сверлильный станок мод. 2554
110	Слесарная Собрать с крышкой, заусенцы;	
115	Разметочная Разметить 24 отв. М12 по шаблону (база отв. Ø180Н7), 12 отв. М10 по шаблону (база отв. Ø130Н7), 6 отв. М10 под крышку люка по крышке;	
120	Сверлильная Сверлить 24 отв. М12; 12 отв. М10; 6 отв. М10 под крышку люка по крышке;	Радиально сверлильный станок мод. 2554
125	Контрольная	
130	Малярная	

1.7 Расчет общего и промежуточных припусков

Припуск – слой материала, удаляемый с поверхности заготовки в целях достижения заданных свойств обрабатываемой поверхности детали. Припуск на обработку может быть назначен по соответствующим справочным таблицам, ГОСТами или на основе расчета аналитического метода определения припусков. [4]

При параллельной обработке противоположных поверхностей (двусторонний припуск)

$$2z_{i \min} = 2[(Rz + h)_{i-1} + \Delta_{\Sigma i-1} + \varepsilon_i], \quad (7)$$

При обработке наружных и внутренних поверхностей (двусторонний припуск)

$$2z_{i \min} = 2[(Rz + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2}], \quad (8)$$

где Rz_{i-1} - высота неровностей профиля на предшествующем переходе;

h_{i-1} - глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе;

$\Delta_{\Sigma i-1}$ - суммарные отклонения расположения поверхности (отклонения от параллельности, перпендикулярности, соосности, симметричности, пересечения осей, позиционное) и в некоторых случаях отклонение формы поверхности (отклонение от плоскостности, прямолинейности на предшествующем переходе)

ε_i - погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

Порядок выполнения расчета.

Рассчитать отверстие Ø110Н7.

Проставим в таблицу 5 (колонка №8) допуски на диаметр Ø110 мм для всех операций по квалитетам точности.

Черновая – 12;

Чистовая – 10;

Тонкое – 7;

Поставим в таблицу 5 (колонки 2 и 3) значения шероховатости R_z и глубины дефектного слоя h для всех операций.

Находим отклонения формы поверхности одной операции

$$\Delta_{\varepsilon} = \sqrt{\Delta_{кор}^2 + \Delta_n^2}, \quad (9)$$

$$\Delta_{кор} = \Delta_k \cdot L \quad (10)$$

где $\Delta_k = 1$;

$L = 60$ мм;

$\Delta_n = 6$;

$\Delta_{кор} = 1 \cdot 60 = 60$ мм

$\Delta_{\varepsilon} = \sqrt{60^2 + 6^2} = 600$ мкм

Находим пространственные отклонения для остальных операции заносим в таблицу 5 (колонка4) по [4 стр. 190]

$$p = 0.05 \cdot 600 = 30;$$

где K_y - коэффициент уточнения;

$$\text{Черновая } p = 0.06 \cdot 600 = 36 \text{ мкм};$$

$$\text{Чистовая } p = 0.05 \cdot 600 = 30 \text{ мкм};$$

$$\text{Тонкое } p = 0.04 \cdot 600 = 24 \text{ мкм};$$

Находим припуск по операциям Z_{\min} в таблице 5 формула (6).

$$\text{Отливка } 2z_{i\min} = 2[(200 + 200) + 600] = 2000 \text{ мкм};$$

$$\text{Черновая } 2z_{i\min} = 2[(50 + 50) + 36] = 272 \text{ мкм};$$

$$\text{Чистовая } 2z_{i\min} = 2[(20 + 20) + 30] = 140 \text{ мкм};$$

$$\text{Тонкое } 2z_{i\min} = 2[(5 + 5) + 24] = 68 \text{ мкм};$$

Находим $D_{i\min} = D_{(i+1)\min} - Z_{(i+1)}$.

Проставляем данные в таблицу 5 (колонка №7)

Находим $D_{i\max} = D_{i\min} + IT_i$.

Проставляем данные в таблицу (колонка №8).

Находим предельные припуски $z_{i\min}$ и $z_{i\max}$:

$$z_{i\min} = D_{(i+1)\min} - D_{i\min} \text{ (колонка №12)}$$

$$z_{i\max} = D_{(i+1)\max} - D_{i\max} \text{ (колонка №11)}$$

Проверка: $\Sigma z_{i\min} - \Sigma z_{i\max} = T_{\text{заг}} - T_{\text{дет}}$

$$4000 - 2440 = 1560 \text{ мкм};$$

$$1600 - 40 = 1560 \text{ мкм};$$

1560 = 1560 расчеты припуска и промежуточных размеров выполнен правильно. На все другие обрабатываемые поверхности нужно назначить припуски по таблично.

1.8 Расчет режимов резания

При определении режимов резания для любой операции — это нахождение наиболее рационального сочетания глубины, подачи и скорости резания. Это сочетание должно обеспечить наивыгоднейшую обработку заготовки при максимальном использовании мощности станка и стоимости инструмента. Определения режимов резания является важнейшей частью разработки технологического процесса, так как от режимов резания зависит производительность и экономичность всей обработки.

Глубина резания t : при черновой обработке (предварительной) назначают по возможности максимальную t , равную всему припуску на обработку или большей части его; при чистовой (окончательной) обработке - в зависимости от размеров и шероховатости обработанной поверхности.

Подача S: при черновой обработке выбирают максимально возможную подачу, исходя из жесткости и прочности системы СПИД, мощности привода станка, прочности твердосплавной пластинки и других ограничивающих факторов; при чистовой обработке - в зависимости от требуемой точности и шероховатости обработанной поверхности.

Скорость резания v : рассчитывают по эмпирическим формулам, установленным для каждого вида обработки, которые имеют общий вид

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} \cdot K_v \quad (12)$$

Значения коэффициента C_v и показателей степени, содержащихся в этих формулах, так же, как и периода стойкости T инструмента, применяемого для данного вида обработки, приведены в таблицах для каждого вида обработки. Вычисленная скорость резания учитывает конкретные глубины резания, подачи и стойкости и действительна при определенных табличных значениях других факторов. Поэтому для получения действительного значения скорости резания v с учетом конкретных упомянутых факторов вводится поправочный коэффициент K_v ,

Стойкость T - период работы инструмента до затупления, приводимый для различных видов обработки, соответствует одноинструментной обработки. [5]

Операции: расточная Ø130Н7, сталь 35Л, $\sigma_B=490$ МПа.

Инструмент: токарно-расточной резец с углом в плане $\varphi = 60^\circ$ с пластинами из твердого сплава по ГОСТ 18882-73.

I – черновая:

Глубина резания $t = 2,5$ мм

Подача $S = 0,7$ мм/об

Скорость резания

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} \cdot K_v, \quad (13)$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_\varphi \cdot K_r, \quad (14)$$

где - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{nv}; \quad (15)$$

где $K_r = 1$;

$nv = 1$;

$$K_{mv} = 1 \left(\frac{750}{490} \right)^1 = 1.53$$

K_{mv} - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки = 1;
 K_{uv} - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента = 0,8;
 $K_{\varphi v}$ - коэффициент, зависящий от главного угла в плане = 0,9;
 K_r - коэффициент, зависящий от радиуса при вершине резца = 1

$$K_v = 1.53 \cdot 1 \cdot 0.8 \cdot 0.9 \cdot 1 = 1.1$$

где $C_v = 420$; $m = 0.2$; $y = 0.2$; $x = 0.15$;

$$V = \frac{420}{60^{0.2} \cdot 2.5^{0.15} \cdot 0.7^{0.2}} \cdot 1.1 = 190 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя станка

$$n = \frac{1000V}{\pi D}, \quad (16)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 190}{3.14 \cdot 130} = \frac{190000}{408.2} = 465.5 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n = 470$ об/мин.

Сила резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (17)$$

Где $C_p = 300$; $x = 1$; $y = 0,75$; $n = 0,15$ [5 Табл. 22, стр. 273]

$$K_p = K_{mv} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{r p}, \quad (18)$$

$$K_{mv} = \left(\frac{\sigma_v}{750} \right)^n, \quad (19)$$

где $n = 0.75$

$$K_{mv} = \left(\frac{490}{750} \right)^{0.75} = 0.73$$

где $K_{\varphi p} = 0,94$ [5 Табл. 23, стр. 275]

$K_{\gamma p} = 1,1$ [5 Табл. 23, стр. 275]

$K_{\lambda p} = 0,98$ [5 Табл. 23, стр. 275]

$K_{r p} = 0,93$ [5 Табл. 23, стр. 275]

$K_p = 0,73 \cdot 0,94 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,7$

$$P_z = 300 \cdot 2.5^1 \cdot 0.7^{0.75} \cdot 190^{-0.15} \cdot 0.7 = 300 \cdot 2.5 \cdot 0.76 \cdot 0.46 \cdot 0.7 = 1835H$$

Мощность резания кВт рассчитывается по формуле [5 стр. 271]

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \quad (20)$$

$$N = \frac{1895 \cdot 190}{1020 \cdot 60} = 5.7 \text{ кВт}$$

Требуемая мощность станка

$$N_{ст} = \frac{N}{\eta}; \quad (21)$$

где: $\eta = 0,75$ - КПД станка

$$N_{ст} = \frac{5.7}{0.75} = 7.3 \text{ кВт}$$

Подбираем подходящий станок для этих операций: горизонтально – расточной станок 2М615; N=7,5 кВт; n=20-1600 об/мин [5 табл.14, стр24]

II – чистовая

Глубина резания $t = 1$ мм;

Подача $S = 1$ мм/об;

Стойкость инструмента $T = 60$ мин

Скорость резания

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} \cdot K_v, \quad (22)$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\varphi} \cdot K_r, \quad (23)$$

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

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{mv}, \quad (24)$$

где $K_r = 1$; $mv = 1$.

$$K_{mv} = 1 \left(\frac{750}{490} \right)^1 = 1.53$$

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

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

K_{φ} - коэффициент, зависящий от главного угла в плане = 0,9;

K_r - коэффициент, зависящий от радиуса при вершине резца = 1

$$K_v = 1.53 \cdot 1 \cdot 0.8 \cdot 0.9 \cdot 1 = 1.1$$

$C_v = 420$; $m = 0.2$; $y = 0.2$; $x = 0.15$;

$$v = \frac{420}{60^{0.2} \cdot 1^{0.15} \cdot 1^{0.2}} \cdot 1.1 = 203.5 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя станка

$$n = \frac{1000V}{\pi D}, \quad (25)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 203.5}{3.14 \cdot 130} = 498.5 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n=500$ об/мин

Сила резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (26)$$

где $C_p = 300$; $x = 1$; $y = 0,75$; $n = 0,15$ [5 Табл. 22, стр. 273]

$$K_p = K_{mv} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\tau p}, \quad (27)$$

$$K_{mv} = \left(\frac{\sigma_b}{750} \right)^n, \quad (28)$$

где $n = 0.75$

$$K_{mv} = \left(\frac{490}{750} \right)^{0.75} = 0.73$$

$K_{\varphi p} = 0,94$ (Табл. 23, стр. 275,

$K_{\gamma p} = 1,1$ (Табл. 23, стр. 275,

$K_{\lambda p} = 0,98$ (Табл. 23, стр. 275,

$K_{\tau p} = 0,93$ (Табл. 23, стр. 275,

$K_p = 0,73 \cdot 0,94 \cdot 1,1 \cdot 0,93 = 0,7$

$$P_z = 300 \cdot 1^1 \cdot 1^{0.75} \cdot 203.5^{-0.15} \cdot 0.7 = 300 \cdot 0.45 \cdot 0.7 = 94.5 \text{ Н}$$

Мощность резания кВт рассчитывается по формуле [5 стр. 271]

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \quad (29)$$

$$N = \frac{94.5 \cdot 203.5}{1020 \cdot 60} = 3.14 \text{ кВт}$$

Требуемая мощность станка

$$N_{ст} = \frac{N}{\eta}, \quad (30)$$

где: $\eta = 0,75$ - КПД станка

$$N_{ст} = \frac{3.14}{0.75} = 4.2 \text{ кВт}$$

Подбираем подходящий станок для этих операций: горизонтально – расточной станок 2М615; N=7,5 кВт; n=20-1600 об/мин [5 табл.14,стр24]

III – тонкое

Глубина резания $t = 0,5$ мм;

Подача $S = 0,2$ мм/об;

Стойкость инструмента $T = 60$ мин

Скорость резания

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} \cdot K_v, \quad (31)$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\varphi} \cdot K_r, \quad (32)$$

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

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{mv}, \quad (33)$$

где $K_r = 1$; $mv = 1$.

$$K_{mv} = 1 \left(\frac{750}{490} \right)^1 = 1.53;$$

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

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

K_{φ} - коэффициент, зависящий от главного угла в плане = 0,9;

K_r - коэффициент, зависящий от радиуса при вершине резца = 1;

$$K_v = 1.53 \cdot 1 \cdot 0.8 \cdot 0.9 \cdot 1 = 1.1$$

$C_v = 420$; $m = 0.2$; $y = 0.2$; $x = 0.15$;

$$v = \frac{420}{60^{0.2} \cdot 0.5^{0.15} \cdot 0.2^{0.2}} \cdot 1.1 = 323 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя станка

$$n = \frac{1000V}{\pi D}, \quad (34)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 323}{3.14 \cdot 130} = 791.3 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n=800$ об/мин

Сила резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (35)$$

Где $C_p = 300$; $x = 1$; $y = 0,75$; $n = 0,15$ [5 Табл. 22, стр. 273]

$$K_p = K_{mv} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\tau p}, \quad (36)$$

$$K_{mv} = \left(\frac{\sigma \sigma}{750} \right)^n, \quad (37)$$

где $n = 0.75$

$$K_{mv} = \left(\frac{490}{750} \right)^{0.75} = 0.73$$

$K_{\phi p} = 0,94$; [5 Табл. 23, стр. 275]

$K_{\gamma p} = 1,1$; [5 Табл. 23, стр. 275]

$K_{\lambda p} = 0,98$; [5 Табл. 23, стр. 275]

$K_{\tau p} = 0,93$; [5 Табл. 23, стр. 275]

$$K_p = 0,73 \cdot 0,94 \cdot 1,1 \cdot 0,98 \cdot 0,93 = 0,7$$

$$P_z = 300 \cdot 0,5^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 323^{-0,15} \cdot 0,7 = 132,3 \text{ Н}$$

Мощность резания кВт рассчитывается по формуле [5 стр. 271]

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \quad (38)$$

$$N = \frac{13,23 \cdot 323}{1020 \cdot 60} = 0,7 \text{ кВт}$$

Требуемая мощность станка

$$N_{ст} = \frac{N}{\eta}, \quad (39)$$

где: $\eta = 0,75$ - КПД станка

$$N_{ст} = \frac{0,7}{0,75} = 0,93 \text{ кВт}$$

Подбираем подходящий станок для этих операций: горизонтально – расточной станок 2М615; $N = 7,5$ кВт; $n = 20-1600$ об/мин [5табл.14, стр24]

Таблица 6

Режимы резания для других поверхностей

Операция	Шероховатость поверхности	Размер снимаемого слоя мм.	Подача S мм/об.	Скорость V м /мин.
Расточная	Ra = 0,08			
Расточить отверстие Ø140 мм				
Черновое		2	0,7	190
Чистовое		1	1	203,5
Тонкое		0,5	0,2	323

Фрезерная
 Фрезеровать торцы заготовки в размер 140,
 Инструменты: фрезы торцевые с насадочными зубьями из твердого сплава Т15К6, $D_{фр1} = 500$ мм, $D_{фр2} = 300$ мм, $z = 6$ по ГОСТ 9304-72.
 Длина рабочего хода:

$$L_{рх} = L_{рез} + y + L_{дон}, \quad (40)$$

где $L_{рез} = 200$ мм - длина резания;
 $y = 44$ мм - длины подвода, врезания и перебега инструмента;
 $L_{дон} = 15$ мм - длина дополнительного хода, вызванная особенностью наладки, мм;

$$L_{рх} = 200 + 44 + 15 = 259 \text{ мм}$$

Глубина резания $t = 2,5$ мм.

Подача по литературе [5]:

$$S_z = 0,22 \text{ мм/зуб};$$

$$S_o = 1,12 \text{ мм/об}.$$

Расчет скорости резания ведем для наибольшей длины резания:

$$v = \frac{C_v \cdot D^{0,25}}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4} \cdot z^{0,1} \cdot B^{0,1}} \cdot K, \quad (41)$$

где $C_v = 197$;

$T = 500$ мин - стойкость инструмента;

$B = 30$ мм - ширина фрезерования;

$$K = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv} \cdot K_{nv} \cdot K_{\varphi v} \quad (42)$$

где $K_{mv} = 1,43$ - коэффициент, зависящий от материала

$K_{uv} = 1,1$ - коэффициент, зависящий от материала инструмента

$K_{lv} = 0,8$ - фрезерование по литейной корке;

$K_{\varphi v} = 0,94$ - коэффициент, зависящий от главного угла в плане

$$v = \frac{197 \cdot 300^{0,25}}{500^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,22^{0,4} \cdot 6^{0,1} \cdot 30^{0,1}} \cdot 1,43 \cdot 1,1 \cdot 0,8 \cdot 0,94 = 265 \text{ м/мин}$$

Число оборотов фрезы:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D_{фр}}, \quad (43)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 312}{3,14 \cdot 300} = 331 \text{ об/мин}$$

По паспорту станка принимаем $n_{cm} = 340$ об/мин.

Величина минутной подачи:

$$S_M = S_z \cdot z \cdot n_{cm}, \quad (44)$$

$$S_M = 0,22 \cdot 6 \cdot 340 = 449 \text{ мм/мин.}$$

Мощность при фрезеровании:

$$N = \frac{P \cdot v}{60 \cdot 102}, \quad (45)$$

где P – окружная сила резания

$$P = C_p \cdot t^{xp} \cdot S^{yp} \cdot z \cdot B^{zp} \cdot D^{\partial p} \quad (46)$$

$$P = 68 \cdot 2,5^{0,86} \cdot 0,22^{0,74} \cdot 6 \cdot 30^{1,0} \cdot 300^{-0,86} = 1032 \text{ Н}$$

$$N = \frac{103,2 \cdot 308}{60 \cdot 102} = 5,19 \text{ кВт}$$

Требуемая мощность станка

$$N_{cm} = \frac{N}{\eta}, \quad (47)$$

где: $\eta=0,75$ -КПД станка

$$N_{cm} = \frac{5,19}{0,75} = 7,9 \text{ кВт}$$

Подбираем подходящий станок для этих операций: продольно – фрезерный станок 6605; $N=11$ кВт; $n=16-1600$ об/мин [5 табл.42, стр57]

1.9 Нормирование технологических операций и определение трудоемкости производства детали

Без технических норм времени нельзя целесообразно и рационально организовать труд и его оплату. Следовательно, время, затрачиваемое на изготовление единицы продукции — норма времени, выражая собой меру затрат труда, является основой планирования производства, определения численности рабочих, организации заработной платы, себестоимости выпускаемой продукции, расчета пропускной способности оборудования и производственной мощности предприятия.

Техническая норма времени является не просто показателем времени, а мерой производительности труда. Техническое нормирование, являясь основной частью организации труда, занимается изучением и рационализацией

трудовых процессов и на этой основе, путем измерения их продолжительности, определением необходимого времени на изготовление единицы продукции в виде норм времени и норм выработки.

Основное время

$$T_o = \frac{L_p \cdot i}{n \cdot S_o}, \quad (56)$$

$$L_p = L_o + l_{\varphi} + l_{cx}, \quad (57)$$

где l_{φ} и l_{cx} - длина врезания и схода инструмента

$$l_{\varphi} = 4 \text{ мм}; \quad l_{cx} = 4 \text{ мм} \quad [11 \text{ приложение 1 лист 1;5, стр. 194-200}]$$

L_o - длина обрабатываемой поверхности 60мм.

L_p - расчетная длина рабочего хода инструмента

$$L_p = 60 + 4 + 4 = 68 \text{ мм}$$

где n – обороты шпинделя

S_o – подача

i - количество проходов

Черновое:

$$T_o = \frac{68 \cdot 1}{470 \cdot 0.7} = 0.21 \text{ мин}$$

Чистовое:

$$T_o = \frac{68 \cdot 1}{500 \cdot 1} = 0.19 \text{ мин}$$

Тонкое:

$$T_o = \frac{68 \cdot 1}{800 \cdot 1.2} = 0.1 \text{ мин}$$

Находим вспомогательное время

$$T_v = T_{уст} + T_{пер} + T_{измер}, \quad (58)$$

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

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

$T_{измер.}$ – время измерения;

$T_{уст} = 6.5 \text{ мин}$ [11 карта 10 стр. 39]

$T_{пер} = 1.24 \text{ мин}$ [11 карта 24 стр. 83]

$T_{измер.} = 0.3 \text{ мин}$ [11 карта 87 стр. 183]

$$T_v = 6.5 + 1.24 + 0.3 = 8.04 \text{ мин}$$

Находим оперативное время на все операции

$$T_{оп} = T_o + T_v, \quad (59)$$

Черновое:

$$T_{оп} = 0.21 + 8.04 = 8.25 \text{ мин}$$

Чистовое:

$$T_{оп} = 0.19 + 0.3 = 0.49 \text{ мин}$$

Тонкое:

$$T_{оп} = 0.1 + 0.3 = 0.4 \text{ мин}$$

Находим штучное время

$$T_{шт} = T_{оп} + \left(1 + \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100}\right), \quad (60)$$

где $\alpha = (6 \dots 8\%)$;

$$\beta = (0.6 \dots 8\%);$$

$$\gamma = (2 \dots 3\%)$$

Черновое:

$$T_{шт} = 8.25 + \left(1 + \frac{8+8+3}{100}\right) = 9.44 \text{ мин}$$

Чистовое:

$$T_{шт} = 0.49 + \left(1 + \frac{8+8+3}{100}\right) = 1.68 \text{ мин}$$

Тонкое:

$$T_{шт} = 0.4 + \left(1 + \frac{8+8+3}{100}\right) = 1.58 \text{ мин}$$

Общее:

$$T_{шт} = 9.44 + 1.68 + 1.58 = 12.71 \text{ мин}$$

Для условий серийного производства, кроме штучного времени $T_{шт}$, необходимо определить штучно-калькуляционное время $T_{шт.к.}$. Для обеспечения производства дополнительно нормируют $T_{п.з.}$ – 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. В зависимости от сложности технологической операции:

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n}, \quad (61)$$

где $n = 30 \dots 50$

$T_{п.з.}$ - подготовительно – заключительное время;

$$T_{п.з.} = 35.5 \text{ мин [11 карта 25 стр.85]}$$

$$T_{шт.к} = 12.71 + \frac{35.5}{30} = 13,89 \text{ мин}$$

Примем 14 мин – на растачивание одного отверстия $\varnothing 130$ мм.

2 Проектирование технологической оснастки

2.1 Исходные данные к задаче конструирования приспособления

Выбор станочных приспособлений зависит от формы, габаритных размеров и технических требований, предъявляемых к обрабатываемым деталям, а также от типа производства и программы выпуска изделий.

В качестве исходных данных для проектирования приспособления берут:

- а) схему базирования и закрепления деталей на данной операции, т.е. схему приспособления;
- б) данные технологического оборудования.

Станочными приспособлениями в машиностроении называют дополнительные устройства к металлорежущим станкам, применяемые для установки и закрепления деталей, обрабатываемых на металлорежущих станках.

При вращении патрон предохраняется от самоотвинчивания пружинным стопором, установленным в гайке, которая закреплена на винте. Винт резьбой соединяется с тягой штока пневмопривода и служит для регулирования радиального перемещения кулачков. Кулачки перемещаются к оси патрона под действием рычагов, сидячих на штифтах и опирающихся на цилиндрические поверхности крышки патрона.

При перемещении в пневмоцилиндре поршня со штоком слева направо через винт наклонные плоскости муфты кулачки разводятся, и деталь разжимается. К кулачкам крепятся винтами сменные губки.

Пневмопривод двухстороннего действия состоит из пневмоцилиндра в котором размещены поршень со штоком, крышки, в отверстие которой запрессован хвостовик и не вращающийся воздухораспределитель.

- в) данные режущего инструмента
- г) геометрические размеры обрабатываемой детали
- д) механические характеристики обрабатываемой детали.

Расчету подлежат:

- а) величина зажимного усилия
- б) расчет приспособления на точность
- в) несущие элементы приспособления на прочность
- г) экономист применения приспособления.

2.2 Описание конструкции приспособления и принцип его работы

Для обработки вала на токарных, шлифовальных станках применяют трехкулачковый самоцентрирующийся патрон с пневмоприводом.

Корпус патрона закреплен на шпинделе станка с помощью переходного фланца, на другой стороне которого, крепится пневмоприводная муфта с двумя штуцерами для подвода сжатого воздуха.

Принцип работы, следующий: от распределительного крана сжатый воздух по трубопроводу подводится к штуцеру затем, пройдя по каналам в

хвостовике, крышке и пневмоцилиндре, поступает в штоковую полость и перемещает поршень со штоком влево. При этом шток через винт перемещает втулку в патроне влево. При движении влево втулка поворачивает на осях рычаги, короткие плечи которых перемещает клочки к центру и деталь зажимается.

После обработки детали распределительный кран переключается, воздух подводится к другому штуцеру и пройдя по каналу хвостовика, поступает в другую полость пневмоцилиндра и перемещает поршень со штоком вправо. При этом шток через винт перемещает втулку с рычагами вправо, кулочки разводятся и разжимают деталь. [11]

2.3 Обоснование производительности приспособления

Исходя, из опыта для зажатия детали в патроне вручную необходимо затратить 1,5-2 мин, а при использовании в патроне пневмопривода необходимо 20 - 30 сек. Экономия времени на каждой операции составляет 1-1,5 минуты. В связи с тем, что у нас серийное производство (программа 3000 шт.) и приспособление применяется в 6 операциях, считаем, что использование этого приспособления оправдывает себя.

2.4 Составление схемы сил, действующих на заготовку и расчет зажимного устройства

Определение усилия зажима

$$W = \frac{W_{изм}}{n}, \quad (62)$$

где: n - количество кулачков

$$W_{изм} = \frac{KP_z \cdot R_0}{f \cdot R}, \quad (63)$$

где: K- коэффициент заноса = 1,5

f - коэффициент трения = 0,2

R_0 - радиус обработанной части детали = 65мм

R - радиус зажатой детали

R — 70 мм

$$W_{изм} = \frac{1,5 \cdot 2210,3 \cdot 65}{0,2 \cdot 70} = 12393H$$

$$W = \frac{12393}{4} = 3098H$$

Определение осевой силы на штоке

$$Q = K_1 \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot a \cdot \mu_1}{h}\right) \cdot \left(\frac{l_1}{l}\right) \cdot W_{изм}, \quad (64)$$

$$Q = 1.1 \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot 35 \cdot 0.15}{85}\right) \cdot \left(\frac{65}{55}\right) \cdot 12393 = 16381.4H$$

Определение диаметра пневмоцилиндра [11]

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot \rho \cdot \eta}{4}, \quad (65)$$

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot \rho \cdot \eta}}, \quad (66)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 16381.4}{3.14 \cdot 0.4 \cdot 0.9}} = 138 \text{ мм}$$

Принимаем пневмоцилиндр

$$D = 150 \text{ мм}$$

2.5 Расчет приспособления на точность

Расчет точности ведем на размер

$$\varnothing 120_{-0,23}$$

$$\varepsilon_y \leq h_{max} - h_{min} \leq 0,23 \text{ мм}$$

или по характерному критерию Гаусса

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 \cdot \varepsilon_3^2 \cdot \varepsilon_{пр}^2}, \quad (67)$$

По характеристике станка 6605

- а) торцовое трение шпинделя - 0,015
- б) радиальное трение шпинделя - 0,01
- в) погрешность настройки - 0,01
- г) погрешность измерения - 0,01
- д) износ инструмента - 0,2

$$\varepsilon_{\delta} = 0, \text{ т.к. устанавливается в центрах (погрешность базирования)}$$

$$\varepsilon_3 = 0, \text{ т.к. деформации нет (погрешность закрепления)}$$

$\varepsilon_{пр}$ - погрешность приспособления

$$\varepsilon_{пр} = 0,015 + 0,01 + 0,01 + 0,01 + 0,02 = 0,065 \text{ мм}$$

$$\varepsilon_y = 0,065 < 0,23 \text{ мм}$$

т.е. точность удовлетворяет заданной.

2.6 Прочностной расчет

Производим расчет резьбового соединения винт-гайка Условия прочности на растяжении

$$\delta_p = \frac{4Q}{\pi d_p^2} \leq [\delta]_p, \quad (68)$$

где: Q - осевая сила $Q = 16381,4Н$

d_δ - расчетный диаметр резьбы

$$d_\delta = d - 0,9p = 16 - 0,9 \cdot 18 = 14,2 \text{ мм}$$

где $[\delta]_p$ = допускаемые напряжения на растяжение

$$[\delta]_p = 90Н / мм^2$$

$$\delta_p = \frac{4 \cdot 16381,4}{3,14 \cdot 14,2^2} = 16,1$$

$\delta_p < [\delta]_p$, что удовлетворяет условию.

2.7 Описание и принцип работы приспособления для обработки крышки

Деталь - корпус устанавливается на призмы, базирования производится двумя установочными пальцами. Зажатие производится при помощи 4 откидных прихватов, перемещение которых производится от пневмопривода.

Пневмопривод представляет собой двойные цилиндры одностороннего действия. Зажатие детали происходит под действием давления воздуха (3-4 МПа) расжатие происходит при помощи пружин. [11]

Пневмоприспособление предназначенного для закрепления деталей типа корпус для обработки на фрезерных, расточных и сверлильных станках.

3 Проектирование механо-сборочного участка

3.1 Определение структуры участка и состав служб

По рекомендациям литературы [14] в состав механосборочных цехов следует включать производственные и вспомогательные участки, служебные и бытовые помещения.

Производственные помещения и службы предназначены непосредственно для осуществления технологических процессов, механической обработки и сборки, отделки, регулировки, испытаний, упаковки готовых изделий, сборочных единиц (узлов) и запасных частей.

Ориентировочный состав цеха по литературе [14] принимаем в следующем виде:

1. Производственные участки:
 - механические;
 - сборочные.
2. Вспомогательные участки:
 - контрольные;
 - группы ремонта и обслуживания станков;
 - отделения ремонта приспособлений;
 - заточного отделения;
 - отделения СОЖ;
 - отделения сбора и утилизации стружки.
3. Цеховые склады:
 - материалов, заготовок, полуфабрикатов;
 - промежуточные (комплектующие);
 - межоперационные;
 - инструментов и приспособлений;
 - хозяйственных материалов и запасных частей.
4. Подсобные помещения:
 - служебные;
 - контроля;
 - бытовые;
 - санитарно-гигиенические;

3.2 Определение количества станков

Продольно – фрезерный станок мод. 6605

T = 168 мин.

Расчетное количество станка:

$$C_p = \frac{(T \cdot N)}{(\Phi_c \cdot 60)}, \quad (69)$$

$C_p = (168 \cdot 15000) / (2070 \cdot 60) = 4,05$ принимаем – 4.

Радиально сверлильный станок мод. 2554

T = 99 мин.

Расчетное количество станка:

$$C_p = \frac{(T \cdot N)}{(\Phi_c \cdot 60)},$$

$C_p = (99 \cdot 15000) / (2070 \cdot 60) = 2,1$ принимаем – 2.

Горизонтально – расточной станок мод. 2М615

T = 68 мин.

Расчетное количество станка:

$$C_p = \frac{(T \cdot N)}{(\Phi_c \cdot 60)},$$

$$C_p = (68 \cdot 15000) / (2070 \cdot 60) = 1,64 \text{ принимаем } - 2.$$

Плоско – шлифовальный станок с прямоугольный столом мод. 3Д723

T = 25 мин.

Расчетное количество станка:

$$C_p = \frac{(T \cdot N)}{(\Phi_c \cdot 60)},$$

$$C_p = (25 \cdot 15000) / (2070 \cdot 60) = 0,6 \text{ принимаем } - 1.$$

3.3 Определение количества рабочих

Количество основных рабочих:

Количество станочников принимаем столько, сколько принято станков, то есть – 9.

Количество сборщиков определяем по формуле:

$$C_{o.p.} = \frac{T_{изд.} \cdot N}{\Phi}, \quad (70)$$

где T_{изд.} = 14 мин;

N = 15000 шт;

Φ = 2070 часов.

$$C_{o.p.} = 14 \cdot 15000 / 2070 \cdot 60 = 0,338 \text{ принимаем } - 1.$$

Количество вспомогательных рабочих:

По данным ряда заводов и институтов количество вспомогательных рабочих в механических цехах в серийном производстве составляет 18-25% от количества основных (производственных) рабочих, принимаем – 2. [14 табл. 30 стр. 214]

Количество ИТР – 8% от основных рабочих, принимаем – 1. [14 табл. 30 стр. 214]

Количество служащих – 3% от основных рабочих, принимаем – 1. [14 табл. 30 стр. 214]

Количество МОП – 2% от основных рабочих, принимаем – 1. [14 табл. 30 стр. 214]

3.4 Выбор транспортных средств

Для транспортирования материалов, заготовок готовых деталей на сборку, средств технологического оснащения (приспособления, инструменты и т.п.) в цехах используют кары, погрузчики, тележки.

Количество транспортных средств:

$$\Gamma_{mp} = \frac{M \cdot i \cdot T_m \cdot K_n}{q \cdot K_q \cdot \Phi_{\text{э}} \cdot 60}, \quad (71)$$

где M - масса перевозимых грузов (принимается укрупненно по массе комплектов деталей для общей сборки)

$$M = G \cdot N, \quad (72)$$

$$M = 0,135 \cdot 15000 = 135 \text{ тонны};$$

где $I = 8$ - среднее число транспортных операций;

$T_m = 25$ мин - среднее время транспортировки;

$K_n = 1,25$ - коэффициент неравномерности подачи груза;

$q = 1$ тонна - грузоподъемность одного транспортного средства;

$K_q = 0,4$ - коэффициент использования грузоподъемности;

$\Phi_{\text{э}} = 2070$ часов - эффективный фонд времени;

$$\Gamma_{mp} = \frac{405 \cdot 8 \cdot 25 \cdot 1,25}{1 \cdot 0,4 \cdot 2070 \cdot 60} = 2,03 \approx 2 \text{ шт.}$$

Крупногабаритные заготовки, детали, узлы, приспособления станков в цехе транспортируются тельферами, кранами-балками, мостовыми кранами.

Их количество рассчитывается по следующей формуле:

$$\Gamma_{кр} = \frac{N \cdot i \cdot T_m \cdot K_n}{\Phi_{\text{э}} \cdot 60}, \quad (73)$$

где $i = 10$ - среднее число транспортных операций;

$T_m = 5$ мин - среднее время транспортировки;

$K_n = 1,5$ - коэффициент неравномерности подачи груза;

$$\Gamma_{кр} = 15000 \cdot 10 \cdot 5 \cdot 1,5 / 2070 \cdot 60 = 1,38 \approx 1 \text{ шт.}$$

3.5 Разработка компоновочного плана участка

По результатам расчетов, с учетом рекомендаций литературы, выполняем компоновочный план цеха. Наиболее распространенной конструкцией здания цехов механосборочного производства является здание прямоугольной формы с полом на бетонном основании с системой колонн. Колонны соединены стропильными и подстропильными фермами, на которые сверху укладываются перекрытия. Для машиностроения приблизительно 85% зданий являются одноэтажными, как более экономичные и не имеющие ограничения по размещению тяжелого оборудования.

Основными параметрами производственных зданий являются:

L - ширина пролета (расстояния между продольными осями колонн, образующими пролет);

t - шаг колонн (расстояние между поперечными осями колонн);

h - высота пролета.

При реализации требований к типизации и унификации производственных зданий разработаны производственные помещения габаритами 18x54 м, сеткой колонн 18x12 м. И общей площадью 972 м².

Поскольку в данном цехе имеются грузовые краны грузоподъемностью 10/1,5 т, то высоту пролета принимаем 8,4 м.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целом дипломный проект охватывает все стадии проектирования технологического процесса изготовления крышки редуктора. Разработана схема сборки. Подробно рассчитаны режимы резания - это помогло установить наиболее точное время на механическую обработку. Спроектирован участок механосборочного цеха для изготовления крышки. Полученные в результате режимов обработки и нормирования технологических операций детали удовлетворяют всем необходимым требованиям и в дальнейшем пойдут в сборку предназначенные им изделия.

Разработку технологического процесса изготовления любой детали следует начинать с глубокого изучения служебного назначения машины и критического 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. Рассчитаны режимы резания и определены нормы времени в данной операциях.

В качестве технологической оснастки было спроектировано приспособление на несколько операций и произведен его расчет.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Справочник технолога машиностроителя. В 2х томах. Т2. Под ред. А.Г. Касиловой, Р.К. Мещерякова., М. Машиностроение 1985.
- 2 Справочник технолога. Обработка резанием. Под ред. А.А. Панова. М. Машиностроение 1988.
- 3 Резание конструкционных материалов, режущие инструменты и станки. Под ред. П.Г. Петрухи. М. машиностроение 1984.
- 4 Краткий справочник металлиста. Под ред. А.Н. Малова. М. Машиностроение 1972.
- 5 Металлорежущие станки. Под ред. В.Э. Пуша. М. Машиностроение 1986.
- 6 Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательные на обслуживания рабочего места и подготовительно – заключительного для технического нормирования станочных работ. Под ред. Р.И. Хисин. М. Машиностроение 1964.
- 7 Приспособления для металлорежущих станков. Под ред. А.К. Горошкин. М. Машиностроение 1979.
- 8 Зажимные приспособления для токарных и кругло – шлифовальных станков. Под ред. М.А. Ансеров. М. МАШГИЗ 1979.
- 9 Справочник молодого технолога машиностроителя. В.В. Данилевский, М. Всесоюзное учебно – педагогическое издательство трудрезервиздат 1968.
- 10 Технология машиностроения. Ред. Совет В.И. Аверченков, О.А. Горленко, В.Б. Ильинский., М. ИНФРА-М 2006.
- 11 Технология машиностроения. А.А. Маталин., Л. Машиностроение 1985.
- 12 Справочник технолога машиностроителя. В 2х томах. Т1. Под ред. А.Г. Касиловой, Р.К. Мещерякова., М. Машиностроение 1986.
- 13 Справочник конструктора по расчету и проектированию станочных приспособлений. Под ред. В.Е. Антонюк. Минск. Беларусь 1969.
- 14 Основы проектирования машиностроительных заводов. Под ред. В.С. Мамаев, Е.Г. Осипов. М. Машиностроение 1974.

Приложение

Спецификация

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
									Справ. №
						<u>Документация</u>			
				A1		<u>Сборочный чертеж</u>			
						<u>Сборочные единицы</u>			
				2		Маслоуказатель жезловый	1		
						<u>Детали</u>			
				3		Корпус	1		
				4		Крышка	1		
				5		Вал	1		
				6		Крышка	2		
				7		Крышка	2		
				8		Прокладка	2		
				9		Прокладка	2		
				10		Шпонка	1		
				11		Кольцо	2		
				12		Кольцо	4		
				13		Шпонка	1		
				14		Крышка 180	2		
				15		Прокладка 40*25*3	1		
				16		Гайка М36*3	2		
					Дипломный проект				
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Редуктор			
	Разраб.	Бишигаев А.							
	Пров.	Поветкин В.							
	Т.контр.								
	Н.контр.	Исабеков Ж.							
Утв.	Альпеисов А.								
						Лит.	Лист	Листов	
						У	1	3	
		КазНИТУ						кафедра ССиТМ	
		Копировал						Формат А4	

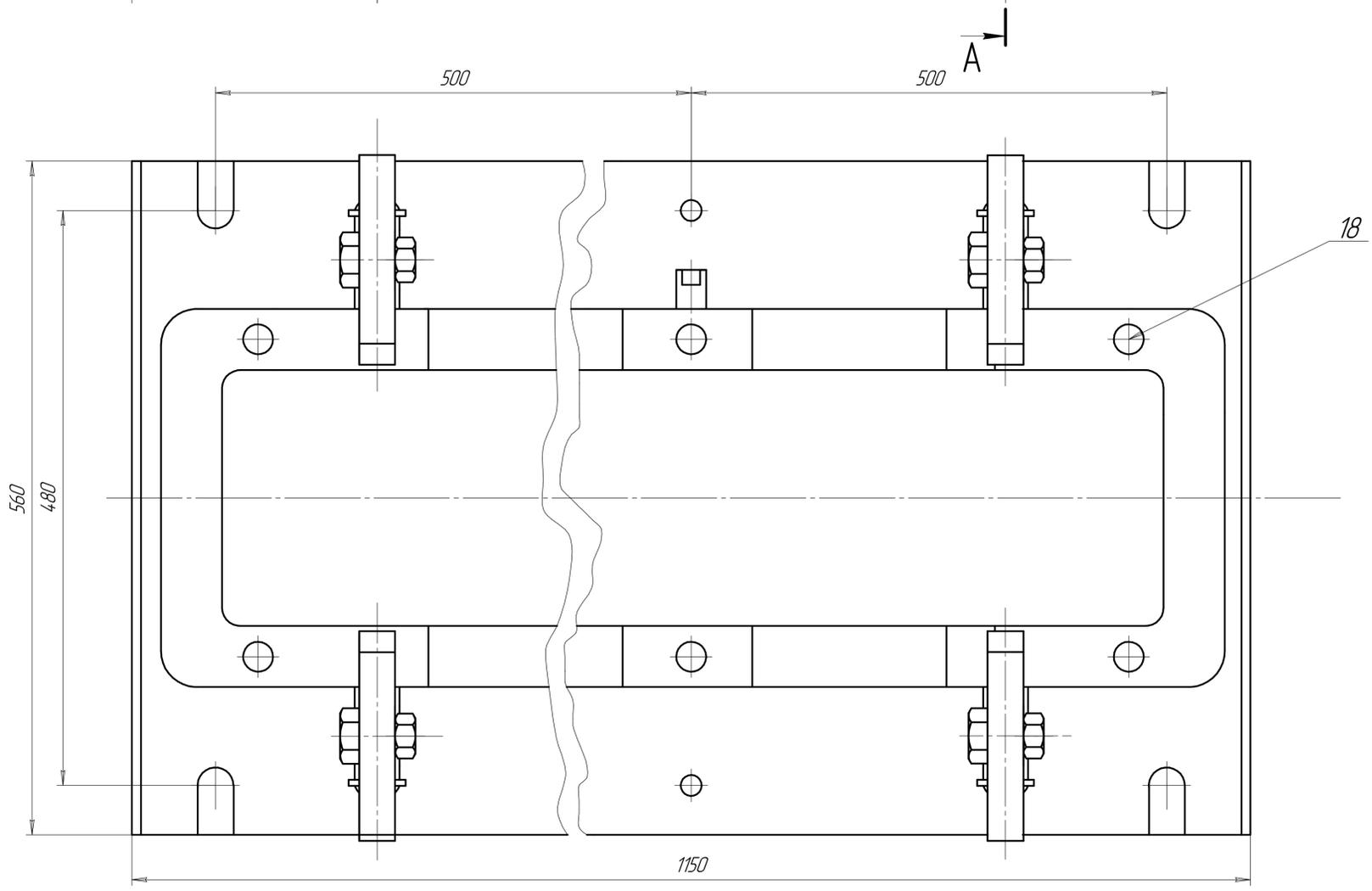
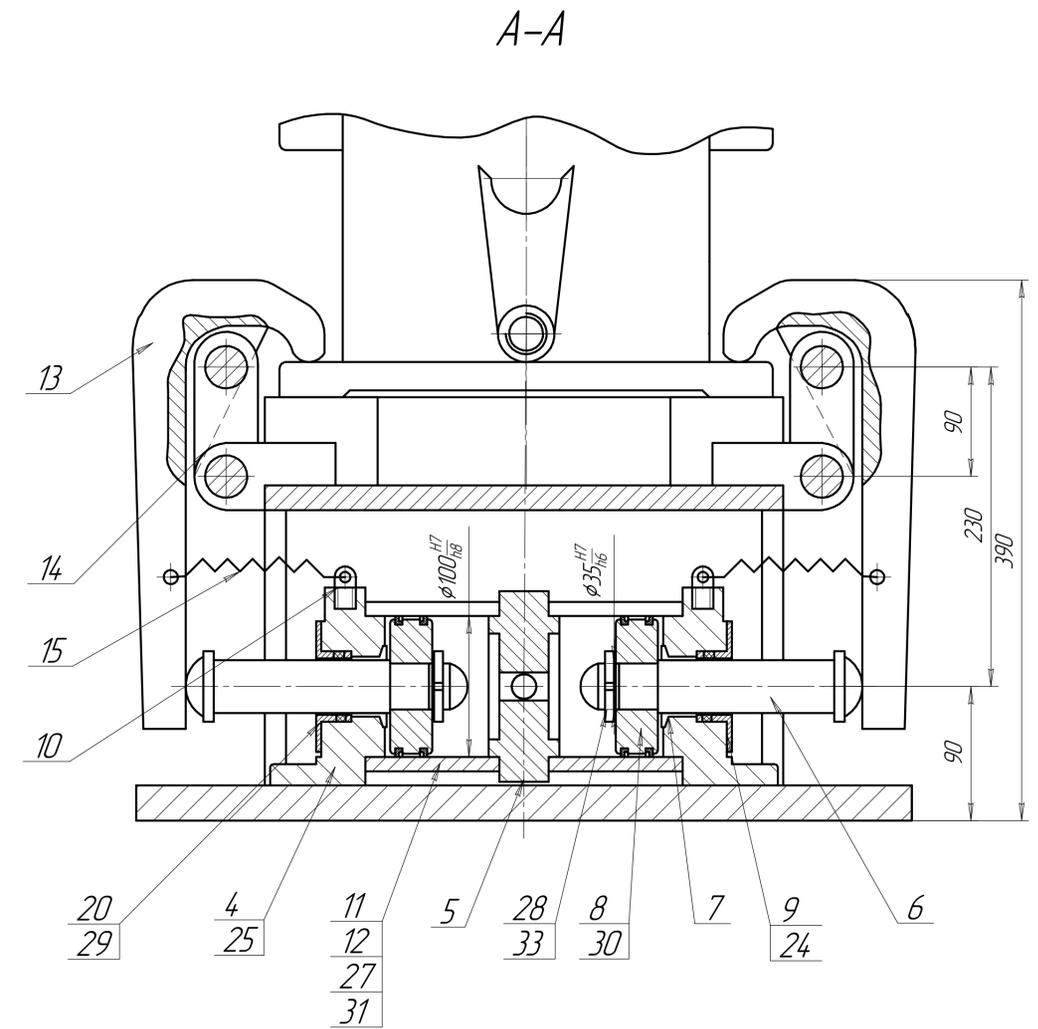
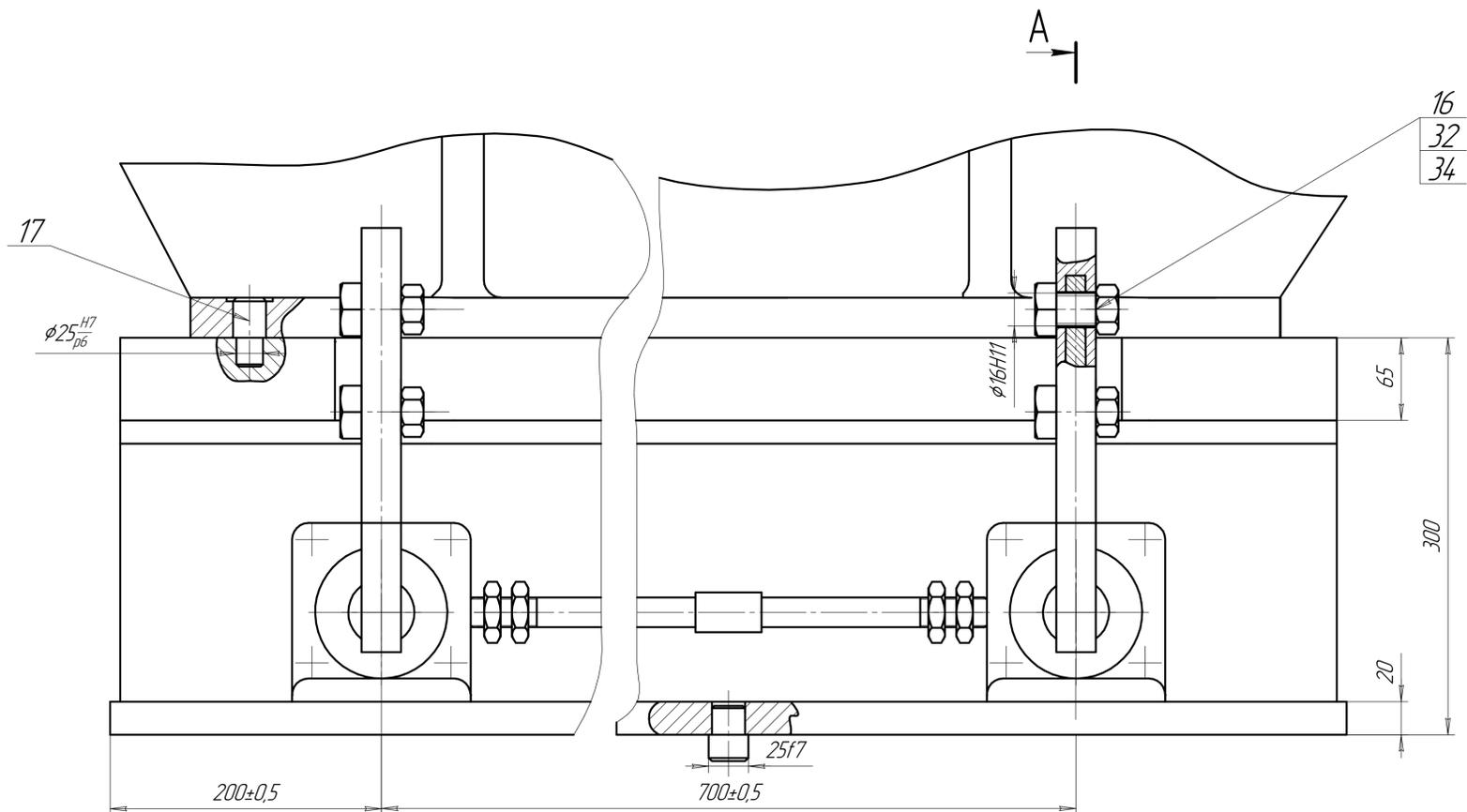
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		24		Шайба стопорная 38	2	
		25		Табличка	1	
		26		Крышка люка 2-250*160	1	
		27		Отдушина 1-М16.05	1	
		28		Прокладка	1	
		29		Прокладка	1	
		30		Кольцо 100*90*17	1	
		31		Втулка	1	
		32		Шпонка	1	
		33		Шпонка	2	
		34		Планка 1-40	2	
		35		Шайба 90*40	2	
		36		Пробка М24	1	
		65		Вал-шестерня	1	
		66		Вал-шестерня	1	
		68		Колесо	1	
		69		Колесо	1	
				Стандартные изделия		
				Шпилька 2 М16 х 15-6д х 120.109.40Х.26 ГОСТ 22034-76		
		37		Болт М12*25. 58 ГОСТ 7798-80	4	
		38		Болт М10*20. 58 ГОСТ 7798-80	6	
		39		Болт М12*40. 58 ГОСТ 7798-80	18	
		40		Болт М16*80. 58 ГОСТ 7798-80	6	

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инд. № докл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Дипломный проект

Лист
2



1 Рабочее давление 3-4 МПа
2 Усилие сжатия 5000Н

				Дипломный проект			
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
					у	175	1:2,5
Пневмоприспособление					Лист	6	Листов
Проект участка					Листов	7	
КазНИТУ					кафедра ССиТМ		
Формат А1							

Лист № 6
Лист № 7
Лист № 8
Лист № 9
Лист № 10
Лист № 11
Лист № 12
Лист № 13
Лист № 14
Лист № 15
Лист № 16
Лист № 17
Лист № 18
Лист № 19
Лист № 20
Лист № 21
Лист № 22
Лист № 23
Лист № 24
Лист № 25
Лист № 26
Лист № 27
Лист № 28
Лист № 29
Лист № 30
Лист № 31
Лист № 32
Лист № 33
Лист № 34
Лист № 35
Лист № 36
Лист № 37
Лист № 38
Лист № 39
Лист № 40