

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

Кошетов Нурбол Нурланулы

Спроектировать механо-сборочный участок по производству редуктора с разработкой технологии механической обработки зубчатого колеса. Годовая программа 1000 - 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

Альпеисов А.Т.

« 06 » 2019г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к дипломному проекту

На тему: «Спроектировать механо-сборочный участок по производству
редуктора с разработкой технологии механической обработки зубчатого колеса.

Годовая программа 1000 - штук»

по специальности 5В071200 - Машиностроение

Выполнил:

Кошетов Н.Н.

Рецензент

Научный руководитель

Технолог АО «Машиностроительный завод
им. С. М. Кирова»

доктор техн. наук, профессор

М.Г. Зинулла

В.В. Поветкин

« 06 » 05 2019г.

« 06 » 05 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 Кошетов Нурбол Нурланулы

Тема «Спроектировать механо-сборочный участок по производству редуктора с разработкой технологии механической обработки зубчатого колеса. Годовая программа 1000 - штук»

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

Срок сдачи законченной работы «13» мая 2019г.

Исходные данные к дипломному проекту:

чертежи детали и сборочный чертеж
Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов:

а) технологический процесс изготовления зубчатого колеса

б) _____

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей) Н-2 зубчатое колесо, А-1 план шев, А-1 редуктор, А-1 приспособление для фрез. зуб., А-1 Технические иллюстрации, А-1 Сборка редуктора

Рекомендуемая основная литература Список из 16 источников

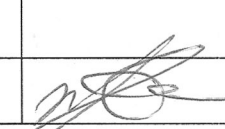
ГРАФИК

подготовки дипломного проекта

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю и консультантам	примечание
Проектирование технологии сборки изделия	11.02 – 26.02.2019	Выполнено
Проектирования технологического процесса изготовления зубчатого колеса.	20.02-18.03.2019	Выполнено
Проектирование механического участка	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	Абілқайыр Ж.Н.	06.05.19	

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

Задание приняла к исполнению студент _____ / Кошетов Н.Н. /
(подпись) (Ф.И.О.)

Дата « 06 » 05 2019г.

АНДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста бәсеңдеткіш шығаратын механикалық құрастыру бөлімін жобалап және тісті дөңгелекті механикалық өңдеу технологиясын жасадым. Тісті дөңгелекті өңдеу технологиясындағы операцияларға баптау (наладка) сыздым. Сонымен қатар ұйымдастыру, экономикалық және еңбек қорғау бөлімдеріне мәліметтер беріп есептеу жүргіздім.

Берілген дипломдық жобада тораптың құрастырылуы және тетікті өңдеудің технологиялық процессті жобалаудың жалпы көрінісі қарастырылады. Алынған мәліметтерге сай құрастыруға және өңдеуге техникалық талаптардың анализі жүргізіледі.

АННОТАЦИЯ

В этой дипломной работе разработал цех механической конструкций по производству редукторов и составил механическую технологию зубчатого колеса, равно как и начертил технологию обработки. В дополнении, рассмотрел вопрос по организации и охраны труда, так же экономическую сторону этого проекта.

В данном дипломном проекте рассмотрена общая картина проектирования технологического процесса сборки узла и обработки деталей. На основе имеющихся данных проводится анализ технических требований на сборку и обработку.

ANNOTATION

In this thesis we attempted to create machine construction shop which can produce reduction gear. Composed mechanical technology of pinion also drew a technical process of this shop. Additionally, we tried to examine concerns with regard to organizing structure and labor safety, as well as economical side of this project.

In the given degree project the overall picture of designing of technological process of assemblage of knot and processing of details is considered. On the basis of the available data the analysis of technical requirements on assemblage and processing is carried out.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	7
1 Проектирование технологии сборки изделия	8
1.1 Служебное назначение, анализ соответствия технических требований и норм точности изделия	8
1.2 Разработка технологических схем сборки	8
1.3 Выбор организационной формы сборки	9
2 Проектирования технологического процесса изготовления зубчатого колеса.	10
2.1 Анализ технических условий на изготовление детали	10
2.2 Определение типа производства	11
2.3 Служебное назначение и технологический анализ	11
2.4 Выбор метода получения заготовки	12
2.5 Разработка маршрута обработки заготовки	15
2.6 Расчет общего и промежуточных припусков	16
2.7 Расчет режимов резания	19
2.8 Нормирование технологических операций и определение трудоемкости производства детали	28
3 Конструкторская часть	31
3.1 Исходные данные к задаче конструирования приспособления	31
3.2 Описание конструкции приспособления и принцип его работы	31
3.3 Обоснование производительности приспособления	32
3.4 Составление схемы сил, действующих на заготовку и расчет зажимного устройства	32
3.5 Расчет приспособления на точность	34
4 Проектирование механического участка	35
4.1 Определение структуры участка и состав служб	35
4.2 Определение количества станков	36
4.3 Определение количества рабочих	36
4.4 Выбор транспортных средств	37
4.5 Разработка компоновочного плана участка	38
Заключение	39
Список использованной литературы	40
Приложение	41

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение является одной из важнейших отраслей промышленности нашей страны. Это важнейшая комплексная отрасль обрабатывающей промышленности, которая включает в себя станкостроение, приборостроение, энергетическое, металлургическое, химическое, сельскохозяйственное машиностроение, электротехническую промышленность, а также радиоэлектронику и вычислительную технику. Эта отрасль отличается от других целым рядом особенностей, непосредственно влияющих на его географию. Главное – это наличие общественной потребности в продукции, квалифицированных трудовых ресурсов, собственного производства или возможности поставки конструкционных материалов и электроэнергии. Сложно представить себе современное машиностроение без широкого внедрения научных разработок. По этой причине производство наиболее сложной современной техники (компьютеров, всевозможных роботов) концентрируется в районах и центрах, обладающих высокоразвитой научной базой: крупными НИИ, конструкторскими бюро.

Эффективность данного производства, его технический прогресс, качество выпускаемой продукции во многом зависят от опережающего развития производства нового оборудования, машин, станков, аппаратов и материалов. Вновь разрабатываемые технологии должны учитывать последние достижения науки и техники. Поэтому в высших учебных заведениях как итог обучения предусмотрен дипломный проект. При выполнении дипломного проекта и учитываются все те факторы и новшества, разработанные за последнее время.

Одной из главных задач технологии машиностроения является изучение закономерности протекания технологических процессов и выявления параметров, воздействуя на которые можно интенсифицировать и повысить его точность. От принятой технологии производства во многом зависит надежность работы выпускаемых машин, а также экономика их эксплуатации. Совершенствование технологии машиностроения определяется потребностями производства необходимых обществу машин. Общая компоновка и конструктивное оформление машины влияют на технологию ее производства. Конструкцию машины необходимо разрабатывать с учетом ее технологии.

Установление заданной точности — ответственная задача конструкторов, а ее технологическое обеспечение при наименьших затратах — основная задача технолога.

Рост промышленности и народного хозяйства в значительной мере зависят от уровня развития машиностроения. В настоящее время важно - качественно, дешево, в заданные сроки с минимальными затратами живого и овеществленного труда изготовить машину, применив современную высокопроизводительную технику, оборудование, инструмент, технологическую оснастку, средства механизации и автоматизации производства.

1 Проектирование технологии сборки изделия

1.1 Служебное назначение, анализ соответствия технических требований и норм точности изделия

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.

Данный редуктор ГК 1300-34,4 предназначен для установки в приводах подъема грузоподъемных устройств для уменьшения частоты вращения с одновременным увеличением крутящего момента.

Назначение: Редуктор цилиндрический двухступенчатый горизонтальный ГК-1300 со встроенным храповым остановом и открытой шестерней на тихоходном валу, используется в механизмах подъема металлургического оборудования. Режим работы редуктора - нереверсивный.

1.2 Разработка технологических схем сборки

К исходным данным для проектирования технологических процессов сборки относят сборочный чертеж изделия, технические условия его приемки, программу выпуска изделий и предполагаемую длительность выпуска изделий в годах. При большой программе выпуска изделий технологический процесс сборки разрабатывают подробно, при малой – сокращенно.

Сборочный чертеж должен содержать необходимые проекции и разрезы; спецификацию элементов изделия; размеры, выдерживаемые при сборке; посадки в сопряжениях; данные о массе изделия и его составных частей. В технических условиях указывают точность сборки, качество сопряжений, их герметичность, жесткость стыков, моменты затяжки резьбовых соединений, точность балансировки вращающихся частей и другие сведения. В технических условиях приводят указания о методах выполнения соединений, желательной последовательности сборки, методах промежуточного и окончательного контроля изделий.

Изучение собираемого изделия завершается составлением технологических схем общей и узловой сборки в соответствии с рисунком 2. Эти схемы являются первым этапом разработки технологического процесса, в наглядной форме отражают маршрут сборки изделия и его составных частей.

На последовательность сборки влияют функциональная взаимосвязь элементов, конструкция базовых элементов, условия монтажа силовых и

кинематических передач, постанoвка легко повреждаемых элементов в конце сборки, размеры и масса присоединяемых элементов, а также степень взаимозаменяемости элементов изделия.

При производстве невзаимозаменяемых изделий на последовательность сборки влияют пригоночные работы, промежуточные разборка и сборка соединений, дополнительная обработка, очистка и контроль деталей.

Технологические схемы сборки являются основной для последующего проектирования технологических процессов сборки. Сначала составляют схему общей сборки, а затем схемы узловой сборки. Технологические схемы узловой сборки разрабатывают в этом случае параллельно, что сокращает время на подготовку производства.

1.3 Выбор организационной формы сборки

Зная исходные данные, установленные методы сборки изделия и принятый тип производства, выбирают организационную форму сборочного процесса. На выбор организационной формы сборки влияют конструкция изделия, его размеры и масса, программа и сроки выпуска. Организационные формы сборки устанавливают отдельно для изделия и его составных частей. В общем случае они могут быть разными.

Тот или иной вариант организационной формы сборки конкретного изделия выбирают на основе расчетов себестоимости выполнения сборки с учетом сроков подготовки и оснащения производства необходимым технологическим и подъемно-транспортным оборудованием. На выбор разновидности поточно-конвейерной сборки влияют удобство сборки и доступность к изделию с разных сторон. Подвесной конвейер, например, удобнее для сборки сложных изделий средних размеров, чем конвейер пластинчатого типа.

В нашем случае это редуктор – большое изделие состоящее из множества количества комплектующих. Масса данного изделия не требует подъемно-транспортного оборудования и специальных стeндов. Так как производство серийное – нецелесообразно применять поточно-конвейерное оборудование. Целесообразно принять ручную форму сборки на верстаках.

2 Проектирования технологического процесса изготовления зубчатого колеса.

2.1 Анализ технических условий на изготовление детали

Требования к точности и качеству поверхностного слоя зубчатого колеса устанавливаются исходя из необходимости обеспечения того или иного эксплуатационного свойства (износостойкости, контактной жесткости, прочности посадки, сопротивления усталости, герметичности, коррозионной стойкости), определяющего их надежность. Так, внутренне отверстие блока шестерен должно обеспечивать требуемую прочность посадки и сопротивление усталости в опасном сечении, необходимую износостойкость и контактную жесткость. При работе в химически агрессивных и влажных средах поверхность зубчатого колеса должна обладать необходимой коррозионной стойкостью; в некоторых случаях отдельные участки одной и той же поверхности зубчатого колеса, например, венец, может работать при различных давлениях и скоростях, что будет вызывать их неравномерный износ, а следовательно, и уменьшение долговечности. Во избежание этого к этим поверхностям должны предъявляться особые требования по закономерному изменению их качества. Боковые поверхности зубьев и шлицев, наряду с износостойкостью должны обладать у своего основания высоким сопротивлением усталости, а в районе делительной окружности - контактной прочностью и т.д. Все это должно отражаться в технических требованиях на изготовление блока шестерен.

Сталь 35ХМЛ 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: шестерни, крестовины, втулки, зубчатые венцы и другие детали, работающие с повышенными нагрузками и требующие повышенной твердости.

Таблица 1- Химический состав стали 35Л в %

Химический элемент	%
Кремний (Si)	0.20-0.40
Марганец (Mn)	0.40-0.90
Медь (Cu), не более	0.30
Никель (Ni), не более	0.30
Сера (S), не более	0.04
Углерод (C)	0.30-0.40
Фосфор (P), не более	0.04
Хром (Cr),	0.80 -1.10

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 резаньем [1].

2.2 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:

$$t_s = \frac{Fa \cdot 60}{N} \quad (1)$$

где $Fa = 2070$ час – действие годового фонда работы станка в год;

$N = 10000$ шт – годовая производственная программа выпуска изделия.

$$t_s = \frac{2070 \cdot 60}{10000} = 12,42 \text{ мин/шт.}$$

Коэффициент серийности определяется по формуле:

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

где $T_{шт}$ – штучное время обработки детали [мин].

$T_{шт} = 14$ мин.

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

2.3 Служебное назначение и технологический анализ

Зубчатые передачи служат для преобразования или передачи равномерного (реже неравномерного) вращательного движения между валами с параллельными, пересекающимися или скрещивающимися осями, а так же для преобразования вращательного движения в поступательное или колебательное движение посредством зубчатого зацепления. Зубчатые передачи выполняются в виде двух зубчатых колес, зубчатого колеса и рейки, червяка и червячного колеса, а так же зубчатых деталей особой формы.

Данное зубчатое колесо (поз.26) входит в состав редуктора. Изготовлен из конструкционной легированной стали 35ХМЛ.

Назначения данного материала: валы, оси, шестерни, барабаны, шатуны, болты и другие детали к которым предъявляются требования повышенной твердости, износостойкости, прочности и работающие при незначительных ударных нагрузках.

Анализ технологических требований показывает, что для исполнения служебного назначения зубчатого колеса основными исполнительными, ответственными участками являются: Отверстие центрально $\varnothing 52$ кл. точности по 11 качеству точности, поверхность зубьев. От точности изготовления детали зависит точность работы узла.

Зубчатое колесо насаживается на вала с помощью шпонки, следовательно требования к этим поверхностям высокие $\varnothing 170H7$ т.е точность обработки по 7 качеству с шероховатостью поверхности $\sqrt{Ra}12.5$ а 3,2, также шпоночный паз точность обработки по 9 качеству с шероховатостью поверхности $\sqrt{Ra}12.5$ а 6,3. Ширина паза $40Js9^{(+0,031)}$ обрабатывают 1 паз с точностью обработки по 9 качеству с шероховатостью поверхности $\sqrt{Ra}6.3$. Не маловажную роль занимает обработка поверхностей зубьев с шероховатостью поверхности $\sqrt{Ra}3.2$. Торцы шестерни с $\varnothing 263$ с шероховатостью поверхности $\sqrt{Ra}6.3$, так же обрабатывается торец зуба $\varnothing 806,484^{-0,9}$ с шероховатостью поверхности $\sqrt{Ra}2.5$.

2.4 Выбор метода получения заготовки

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.

Наша деталь корпус 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.

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

I. Определяем массу заготовки [2]

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

где $G_{\text{заг}}$ – масса заготовки;

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

$$G_{\text{заг}} = \frac{282}{0,7} = 403 \text{ кг.}$$

II. Определяем массу заготовки [2]

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

$$G_{\text{заг}} = \frac{282}{0,8} = 353 \text{ кг.}$$

2.4.1 Расчет себестоимости заготовки

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

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

где: C_i – базовая стоимость штамповки (160000 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. 35ХМЛ);

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

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

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

$$S_{\text{пок}} = \left(\frac{160000}{1000} \cdot 403 \cdot 1,03 \cdot 0,83 \cdot 0,78 \cdot 2,21 \cdot 0,77 \right) - (403 - 282) \cdot \frac{16000}{1000} = 71231 \text{ тг.}$$

II. Расчет стоимости литья в кокиль определяется по формуле:

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

где: C_i – базовая стоимость штамповки (160000 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. 35ХМЛ);
 $k_3 = 0,93$ - коэффициент сложности отливки (2 группа сложности);
 $k_4 = 1$ - коэффициент, зависящий от массы заготовки;
 $k_5 = 1$ - коэффициент, зависящий от серийности производства.

$$S_{лок} = \left(\frac{160000}{1000} \cdot 353 \cdot 1,05 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 1 \right) - (353 - 282) \cdot \frac{16000}{1000} = 54017 \text{ тг.}$$

Все данные заносим в таблицу 2 для сравнения.

Таблица 2-Характеристики заготовок

№	Наименование	Условные обозначения	Метод получения заготовок	
			I	II
1	Масса детали	G д.	282 кг	
2	Масса заготовки	G заг.	403 кг	353 кг
3	Коэффициент использования материала	K вт.	0,7	0,8
4	Цена за 1 т.	C_i	160000 тг.	
5	Себестоимость	S	71231 тг.	54017 тг.

Из таблицы 2 видно, что дешевле всего заготовка полученная II способом литьем в кокиль. Следовательно лучше принять II способ производства заготовок.

2.5 Разработка маршрута обработки заготовки

При построении технологических процессов изготовления деталей типа зубчатого колеса, к которым относятся рассматриваемый в дипломном проекте 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 круга. При этом базой служит точное отверстие.[3]

Проектный технологический маршрут механической обработки детали «зубчатое колесо» в таблице 3.

Таблица 3- Проектный технологический маршрут механической обработки детали «зубчатое колесо»

№ операции	Наименование операции и переходов	Оборудование
005	Фрезерная Фрезеровать прибыли;	Продольно – фрезерный станок мод. 6605
010	Слесарная	
015	Разметочная Нанести осевые, разметить плоскость	
020	Фрезерная Фрезеровать планки	Вертикально-Фрезерный 6А56
025	Слесарная Опилить заусенцы	
030	Токарная 1. Подрезать торец в размере $\varnothing 260$ 2. Расточить отверстие $\varnothing 170H7^{+0,04}$ 3. Подрезать торец в размере $\varnothing 860$	Токарно-револьверный 1Г340
035	Маркировочная Маркировать по ТИ 44-86	
040	Термическая Термообработка 260...290НВ	
045	Токарная Установ А Подрезать торец в размере $\varnothing 260$ начисто; Установ Б Подрезать торец в размере $\varnothing 860$ начисто	Токарно-револьверный 1Г340
050	Зубофрезерная Нарезать зубья $m=10, z=84$ угол наклона $8^{\circ}6'34''$	Зубофрезерный 5К310
055	Слесарная Опилить заусенцы	
060	Разметочная Осевые паз 40Js9	
065	Долбежная Паз с прип. 1мм на сторону	Долбежный 7Д430
070	Контрольная	
075	Малярная	

2.6 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)

$$2z_{i \min} = 2[(Rz + h)_{i-1} + \Delta_{\Sigma i-1} + \varepsilon_i], \quad (6)$$

При обработке наружных и внутренних поверхностей (двусторонний припуск)

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

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 $\varnothing 170H7$.

Проставим в таблицу 5 (колонка №8) допуски на диаметр $\varnothing 170$ 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 операции.

Находим отклонения формы поверхности одной операции

$$\Delta_{\varepsilon} = \sqrt{\Delta_{кор}^2 + \Delta_n^2}, \quad (8)$$

$$\Delta_{кор} = \Delta_k \cdot L \quad (9)$$

где $\Delta_k = 1$;

$L = 60$ мм;

$\Delta_n = 6$;

$$\Delta_{кор} = 1 \cdot 60 = 60 \text{ мм}$$

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

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;

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

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

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

Находим припуск по операциям Z_{\min} в таблице 5 (колонка 6) 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: $\Sigma z_{i\min} - \Sigma z_{i\max} = T_{заг} - T_{дет}$

$$4000 - 2440 = 1560 \text{ мкм};$$

$$1600 - 40 = 1560 \text{ мкм};$$

$1560 = 1560$ расчеты припуска и промежуточных размеров выполнен правильно.

Таблица 4- Припуск и промежуточные размеры на отверстие Ø170H7

Маршрут обработки	Элементы припуска, мкм				Расчетные величины		Допуск на выполнение размеры, мкм	Принятые (окончательные) размеры заготовки по переходам		Предельный припуск, мкм	
	2	3	4	5	6	7		9	10	11	12
	Rz	h			припуска Zi	Dmin Dmax	IT	Dmax	Dmin	Zimin	Zimax
Отливка	200	200	600	-		126	1600	127,6	126		
Растачивание черновое точение	50	50	36	0	2000	128	400	128	128,4	400	2400
чистовое точение	20	20	30	0	272	129,728	160	129,7	129,86	1700	1460
Тонкое точение	5	5	24	0	140	129,86	40	130,04	130	340	140

2.7 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

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} \cdot K_v \quad (10)$$

Значения коэффициента C_v и показателей степени, содержащиеся 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 $\varnothing 170\text{H7}$, сталь 35ХМЛ, $\sigma_B=490$ 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

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} \cdot K_v,$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_\varphi \cdot K_r, \quad (11)$$

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

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{mv}; \quad (12)$$

где $K_r = 1$;

$nv = 1$;

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

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

K_{nv} - 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

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

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

$$n = \frac{1000V}{\pi D}, \quad (13)$$

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

Принимаем $n = 470$ об/мин.

Сила резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (14)$$

Где $C_p = 300$; $x = 1$; $y = 0.75$; $n = 0.15$ [5 Табл. 22, стр. 273]

$$K_p = K_{mv} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\tau p},$$

$$K_{mv} = \left(\frac{\sigma_b}{750} \right)^n, \quad (15)$$

где $n = 0.75$

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

где $K_{\phi p} = 0.94$ [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]

$K_p = 0.73 \cdot 0.94 \cdot 1.1 \cdot 0.93 = 0.7$

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

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

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \quad (16)$$

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

Требуемая мощность станка

$$N_{ст} = \frac{N}{\eta}; \quad (17)$$

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

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} \cdot K_v,$$
$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{\varphi} \cdot K_r,$$

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

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

где $K_r = 1$; $nv = 1$.

$$K_{mv} = 1 \left(\frac{750}{490} \right)^1 = 1,53$$

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

K_{nv} - 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

$$n = \frac{1000V}{\pi D}, \quad (18)$$

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

Принимаем $n=500$ об/мин

Сила резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p$$

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

$$K_p = K_{mv} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\tau p},$$

$$K_{mv} = \left(\frac{\sigma_6}{750} \right)^n,$$

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,

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

$$P_z = 300 \cdot 1^1 \cdot 1^{0,75} \cdot 203.5^{-0,15} \cdot 0,7 = 300 \cdot 0,45 \cdot 0,7 = 945 \text{ Н}$$

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

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60},$$

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

Требуемая мощность станка

$$N_{ст} = \frac{N}{\eta},$$

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

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

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\varphi} \cdot K_r,$$

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

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

где $K_r = 1$; $nv = 1$.

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

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

$$n = \frac{1000V}{\pi D},$$

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

Принимаем $n=800$ об/мин

Сила резания

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

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

$$K_p = K_{mv} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\tau p},$$

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

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]

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

$$P_z = 300 \cdot 0.5^1 \cdot 0.2^{0.75} \cdot 323^{-0.15} \cdot 0.7 = 132.3 \text{ Н}$$

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

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60},$$

$$N = \frac{13.23 \cdot 323}{1020 \cdot 60} = 0.7 \text{ кВт}$$

Требуемая мощность станка

$$N_{ст} = \frac{N}{\eta},$$

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]

Фрезерная

Фрезеровать планки,

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:

$$L_{рх} = L_{рез} + y + L_{дон}, \quad (20)$$

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:

$$v = \frac{C_v \cdot D^{0,25}}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4} \cdot z^{0,1} \cdot B^{0,1}} \cdot K, \quad (21)$$

где $C_v = 197$;

$T = 500$ мин - стойкость инструмента;

$B = 30$ мм - ширина фрезерования;

$$K = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{nv} \cdot K_{\phi v} \quad (22)$$

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

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

$K_{nv} = 0,8$ - фрезерование по литейной корке [];

$K_{\phi v} = 0,94$ - 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:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D_{фр}}, \quad (23)$$

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

по паспорту станка принимаем $n_{ст} = 340$ об/мин.

Величина минутной подачи:

$$S_M = S_z \cdot z \cdot n_{ст}, \quad (24)$$

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

Мощность при фрезеровании:

$$N = \frac{P \cdot v}{60 \cdot 102}, \quad (25)$$

где P – окружная сила резания

$$P = C_p \cdot t^{xp} \cdot S_z^{yp} \cdot z \cdot B^{zp} \cdot D^{\delta p} \quad (26)$$

$$P = 68 \cdot 2,5^{0.86} \cdot 0,22^{0.74} \cdot 6 \cdot 30^{1.0} \cdot 300^{-0.86} = 1032 \text{ Н}$$

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

Требуемая мощность станка

$$N_{ст} = \frac{N}{\eta}, \quad (27)$$

где: $\eta = 0,75$ – КПД станка

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

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

2.8 Нормирование технологических операций и определение трудоемкости производства детали

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.

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.

Основное время

$$T_o = \frac{L_p \cdot i}{n \cdot S_o}, \quad (36)$$

$$L_p = L_o + l_{\varphi} + l_{\chi}, \quad (37)$$

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

$l_{\varphi} = 4$ мм; $l_{\chi} = 4$ мм [11 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

$$T_v = T_{уст} + T_{пер} + T_{измер}, \quad (38)$$

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

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

$T_{измер.}$ – время измерения;

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

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

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

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

Находим оперативное время на все операции

$$T_{оп} = T_o + T_v, \quad (39)$$

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

$$T_{шт} = T_{оп} + \left(1 + \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100}\right), \quad (40)$$

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:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \frac{T_{п.з.}}{n}, \quad (41)$$

где $n = 30 \dots 50$

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

$T_{п.з.} = 35.5$ 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 $\varnothing 170$ мм.

3 Конструкторская часть

3.1 Исходные данные к задаче конструирования приспособления

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

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.

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 корпуса 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.

3.2 Описание конструкции приспособления и принцип его работы

Для обработки зубчатого колеса 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 перемещают 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]

3.3 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.

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

Составление схемы сил, действующих на заготовку

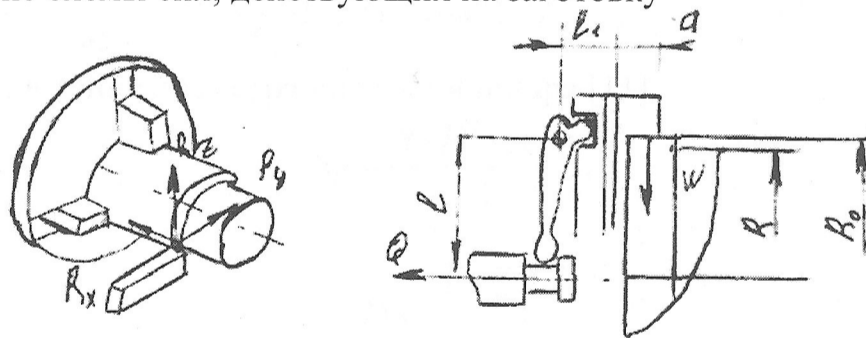


Рисунок 3. Схема сил

Определение усилия зажима

Сила зажима детали одним кулачком патрона равна

$$W = \frac{W_{изм}}{n}, \quad (22)$$

где: n - количество кулачков

$$W_{изм} = \frac{KP_z \cdot R_0}{f \cdot R}, \quad (43)$$

где: K- коэффициент заноса = 1,5

f - коэффициент трения = 0,2

R_0 - радиус обработанной части детали = 65 мм

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

$$Q = K_1 \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot a \cdot \mu_1}{h}\right) \cdot \left(\frac{l_1}{l}\right) \cdot W_{изм}, \quad (44)$$

где: $K_1 = (0.5 \dots 1.2)$ - коэффициент, учитывающий дополнительные силы трения в патроне;

$$\mu_1 = 0,15 \div 0,2$$

- коэффициент трения между направляющей поверхностью кулачка и пазом направляющей корпуса;

$$a = 35 \text{ мм}; h = 85 \text{ мм}; l = 55 \text{ мм}; l_1 = 65 \text{ мм}$$

$$Q = 1,1 \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot 35 \cdot 0,15}{85}\right) \cdot \left(\frac{65}{55}\right) \cdot 12393 = 16381,4H$$

Определение диаметра пневмоцилиндра [11]

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot \rho \cdot \eta}{4}, \quad (45)$$

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot \rho \cdot \eta}}, \quad (46)$$

где: $\rho = 0,4 \text{ МПа}$ - давление сжатого воздуха;

$\eta = 0,85 - 0,9$ - к.п.д. учитывающий потери в пневмоцилиндре;

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 16381,4}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,9}} = 138 \text{ мм}$$

Принимаем пневмоцилиндр

$$D = 150 \text{ мм}$$

3.5 Расчет приспособления на точность

Расчет точности ведем на размер

Ø170

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

или по характерному критерию Гаусса

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 \cdot \varepsilon_3^2 \cdot \varepsilon_{пр}^2}, \quad (47)$$

По характеристике станка 6А56

- 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

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

$\varepsilon_3 = 0$, 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.

4 Проектирование механического участка

4.1 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.

Вспомогательные отделения, участки и мастерские необходимы для ремонта станков и приспособлений, для заточки инструментов. Также необходимы подразделения для обслуживания основного производства - участки подготовки, раздачи, регенераций СОЖ, сбора и переработки отходов, цеховые лаборатории, помещения ОТК, отделения специального персонала - электриков, смазчиков и др.

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;

4.2 Определение количества станков

Вертикально-фрезерный 6А56

$T = 28$ мин.

Расчетное количество станка:

$$C_p = \frac{(T \cdot N)}{(\Phi_c \cdot 60)}, \quad (49)$$

$C_p = (28 \cdot 10000) / (2070 \cdot 60) = 2,25$ принимаем – 2.

Токарно-револьверный 1Г340

$T = 52$ мин.

Расчетное количество станка:

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

$C_p = (52 \cdot 10000) / (2070 \cdot 60) = 4,18$ принимаем – 4.

Долбежный 7Д430

$T = 26$ мин.

Расчетное количество станка:

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

$C_p = (26 \cdot 10000) / (2070 \cdot 60) = 2,09$ принимаем – 2.

Зубофрезерный 5К310

$T = 42$ мин.

Расчетное количество станка:

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

$C_p = (42 \cdot 10000) / (2070 \cdot 60) = 3,48$ принимаем – 4.

4.3 Определение количества рабочих

Количество основных рабочих:

Количество станочников принимаем столько, сколько принято станков, то есть – 12.

Количество сборщиков определяем по формуле:

$$C_{o.p.} = \frac{T_{изд.} \cdot N}{\Phi}, \quad (50)$$

где $T_{изд.} = 14$ мин;

$N = 10000$ шт;

$\Phi = 2070$ часов.

$C_{o.p.} = 14 \cdot 10000 / 2070 \cdot 60 = 1,3$ 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]

4.4 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:

$$\Gamma_{\text{тр.}} = \frac{M \cdot i \cdot T_m \cdot K_n}{q \cdot K_q \cdot \Phi_{\text{э}} \cdot 60}, \quad (51)$$

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

$$M = G \cdot N, \quad (52)$$

$M = 0,282 \cdot 10000 = 2820$ тонны;

где $i = 4$ - 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;

$$\Gamma_{\text{тр.}} = \frac{2820 \cdot 8 \cdot 25 \cdot 1,25}{1 \cdot 0,4 \cdot 2070 \cdot 60} = 17,7 \approx 18 \text{ шт.}$$

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

Их количество рассчитывается по следующей формуле:

$$\Gamma_{\text{кр.}} = \frac{N \cdot i \cdot T_m \cdot K_n}{\Phi_{\text{э}} \cdot 60}, \quad (53)$$

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

$T_m = 5$ мин - среднее время транспортировки;

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

$$\Gamma_{кр} = \frac{10000 \cdot 10 \cdot 5 \cdot 1,15}{2070 \cdot 60} = 4,63 \approx 5 \text{ шт.}$$

4.5 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.

ОПИСАНИЕ ИСП. ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПР. 19.02.21

В данной работе мы на основании чертежа детали и годовой программы произвели конструктивно-технологический анализ детали – зубчатое колесо, 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.

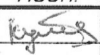
В конструкторской части было спроектировано приспособление на несколько операций и произвели его расчет.

Был произведен технико-экономический расчет, что показал более высокую экономическую эффективность чем на заводе изготовителя АО «АЗТМ».

Были проведены мероприятия по охране труда где были рассчитаны электробезопасность и освещение проектируемого участка.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Справочник молодого технолога машиностроителя. В.В. Данилевский, М. Всесоюзное учебно – педагогическое издательство трудрезервиздат 1968.
- 2 Технология машиностроения. Ред. Совет В.И. Аверченков, О.А. Горленко, В.Б. Ильинский., М. ИНФРА-М 2006.
- 3 Технология машиностроения. А.А. Маталин., Л. Машиностроение 1985.
- 4 Справочник технолога машиностроителя. В 2х томах. Т1. Под ред. А.Г. Касиловой, Р.К. Мещерякова., М. Машиностроение 1986.
- 5 Справочник технолога машиностроителя. В 2х томах. Т2. Под ред. А.Г. Касиловой, Р.К. Мещерякова., М. Машиностроение 1985.
- 6 Справочник технолога. Обработка резанием. Под ред. А.А. Панова. М. Машиностроение 1988.
- 7 Резание конструкционных материалов, режущие инструменты и станки. Под ред: П.Г. Петрухи. М. машиностроение 1984.
- 8 Краткий справочник металлиста. Под ред. А.Н. Малова. М. Машиностроение 1972.
- 9 Металлорежущие станки. Под ред. В.Э. Пуша. М. Машиностроение 1986.
- 10 Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательные на обслуживания рабочего места и подготовительно – заключительного для технического нормирования станочных работ. Под ред. Р.И. Хисин. М. Машиностроение 1964.
- 11 Приспособления для металлорежущих станков. Под ред. А.К. Горошкин. М. Машиностроение 1979.
- 12 Зажимные приспособления для токарных и кругло – шлифовальных станков. Под ред. М.А. Ансеров. М. МАШГИЗ 1979.
- 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.
- 15 Справочник по технике безопасности - 6-е изд., перераб. и доп. П.А. Даши. М. Энергоатомиздат, 1985.
- 16 Охрана труда в дипломных проектах. В.Н. Кустов, Н.Л. Калита. Методические указания – Алма-ата. КазПТИ, 1986.

Инв. № подл.	Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.		
								Формат	Зона	
					Документация					
	A1				Сборочный чертеж					
					Сборочные единицы					
		2			Маслоуказатель жезловый	1				
					Детали					
		3			Корпус	1				
		4			Крышка	1				
		5			Вал	1				
		12			Крышка	2				
		13			Крышка	2				
		14			Прокладка	2				
		15			Прокладка	2				
		16			Шпонка	1				
		17			Кольцо	2				
		18			Кольцо	4				
		19			Шпонка	1				
		20			Крышка 180	2				
		22			Прокладка 40*25*3	1				
		23			Гайка М36*3	2				
					Дипломный проект					
	Разраб.	Кошетов Н.			Редуктор	Лит.	Лист	Листов		
	Проб.	Лобеткин В.В.				У	1	3		
	И.контр.					КазНИТУ Кафедра СС и ТМ				
	Утв.	Альпеисов А.Т.								

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. №	Инд. № дцкл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Дипломный проект	Лист
						2

Копировал

Формат А4

