

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

Расул Арайлым Шералыкызы

Спроектировать участок по производству масляного насоса с технологией
изготовления колеса зубчатого и крышки. Производство серийное.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

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.

« 08 » _____ 2019г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к дипломному проекту

На тему: «Спроектировать участок по производству масляного насоса с технологией изготовления колеса зубчатого и крышки. Производство серийное»

по специальности 5В071200 - Машиностроение

Выполнил:

Расул А.Ш.

Рецензент

Научный руководитель

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

канд.техн.наук, профессор

М.Г. Зинулла
« 08 » _____ 2019г.

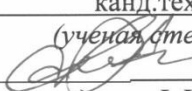
Керимжанова М.Ф.
« 08 » _____ 2019г.

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 5B071200 – 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 Расул Арайлым Шералыкызы

Тема: Спроектировать участок по производству масляного насоса с технологией изготовления колеса зубчатого и крышки. Производство серийное

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

Срок сдачи законченной работы «14» мая 2019г.

Исходные данные к дипломному проекту:

Чертеж детали и Сборочный чертеж

Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов:

а) Маршрутная карта

б) Технологический процесс детали «Зубчатое колесо»

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных

чертежей) A1 - Сборочный чертеж; A2 - Схема общей сборки;
A3 - Колесо зубчатое; A2-A1 - Планшеты; A1 - Треугольный Патрон;
A1 - План Бокса

Рекомендуемая основная литература состоит из 19-ти сноска

ГРАФИК

подготовки дипломного проекта

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю и консультантам	примечание
Проектирование технологии изготовления зубчатого колеса	11.02 – 26.02.2019	<i>М.И. Керимжанова</i>
Разработка технологии обработки зубчатого колеса	20.02-18.03.2019	<i>М.И. Керимжанова</i>
Проектирование сборочного маршрута	26.03-24.04.2019	<i>М.И. Керимжанова</i>

ПОДПИСИ

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

Наименование раздела	Научный руководитель, консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Нормоконтроль	Абділқайыр Ж.Н.	<i>Ж.Н. Абділқайыр</i>	<i>08.05.19г.</i>

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

Задание приняла к исполнению студент _____ / *А.Ш. Расул* / Расул А.Ш.
(подпись) (Ф.И.О.)

Дата _____ «08» февраля 2019г.

АҢДАТПА

Берілген дипломдық жобада тораптың құрастырылуы және тетікті өңдеудің технологиялық процессті жобалаудың жалпы көрінісі қарастырылады. Алынған мәліметтерге сай құрастыруға және өңдеуге техникалық талаптардың анализі жүргізіледі. Берілген шығару бағдарламасына сай өндірістің типі анықталынады, таңдау және дайындаманы жасау әдісінің негізделуі жүргізіледі. Тораптың құрастырылуының технологиялық сұлбасы жасалынады, сонымен қатар тетіктің жеке беттерінің маршрутты өңделуі және оны жалпы өңдеудің операционды технологиялар жасалынады. Тетік өңдеуінің технологиялық процесін жобалаудың жолында технологиялық процессті нормалау орындалады, тетік жасалуының еңбексыйымдылығы және бұйым жасаудың жалпы еңбексыйымдылығы анықталынады.

АННОТАЦИЯ

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. С учетом заданной программы выпуска определяется тип производства, производится выбор и обоснование метода изготовления заготовки. Разрабатываются технологические схемы сборки узла, так же маршрута обработки отдельных поверхностей детали и операционной технологии обработки ее, в общем. В ходе проектирования технологического процесса обработки детали, выполняется нормирование тех.процесса, определяется трудоёмкость изготовления детали и общей трудоёмкости изготовления изделия.

ANNOTATION

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. Taking into account the set program of release the manufacture type is defined, the choice and a substantiation of a method of manufacturing of preparation is made. Technological schemes of assemblage of knot, as route of processing of separate surfaces of a detail and operational technology of its processing, in general are developed. During designing of technological process of processing of a detail, rationing tech.процесса is carried out, labour input of manufacturing of a detail and the general labour input of manufacturing of a product is defined.

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	7
1	Технологическая часть	8
1.1	Выбор организационной формы сборки	8
1.2	Проектирования технологического процесса изготовления зубчатого колеса	8
1.2.1	Анализ технических условий на изготовление детали	8
1.2.2	Определение типа производства	9
1.2.3	Служебное назначение и технологический анализ	9
1.2.4	Выбор метода получения заготовки	10
1.2.5	Нормирование сборочных работ	12
1.2.6	Определение трудоемкости сборки узла	13
1.2.7	Анализ конструкции изделия технологичность	14
1.2.8	Технико-экономическое обоснование выбора заготовки	15
1.2.9	Разработка маршрута обработки выбранной заготовки	16
1.2.10	Расчет режимов резания и нормирование технологических операций	17
1.2.11	Нормирование технологического процесса	22
2	Конструирование приспособления	27
2.1	Исходные данные и задача конструирования приспособлений	27
2.2	Описание конструкции приспособления и принципа его действия	28
2.3	Расчёт сил зажима	28
3	Организационная часть	30
3.1	Определение количества основного оборудования в цехе	30
3.2	Определение состава и количества рабочих в цехе	32
3.3	Определение площади механического цеха	32
3.4	Определение площадей вспомогательных участков	33
3.5	Определение количества стендов	34
3.6	Определение площади сборочного участка	34
3.7	Определение количества рабочих механо-сборочного участка	34
	Заключение	36
	Список использованной литературы	37
	Спецификация	38
	Приложение	

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение, составляющая часть научно-технического прогресса, является важнейшей отраслью промышленности. Важнейшим условием ускорения научно-технического прогресса являются рост производительности труда, повышение эффективности производства и улучшение качества продукции. В условиях рыночных экономических отношений возникает объективная жизненно важная необходимость повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции. Для сохранения конкурентоспособности продукции необходимо ускоренными темпами разрабатывать и производить более надежные и экономичные машины. [1].

Совершенствование технологических методов изготовления машин имеет при этом первостепенное значение. Применение прогрессивных высокопроизводительных методов обработки, обеспечивающих высокую точность и качество поверхностей деталей машин; методов упрочнения рабочих поверхностей, повышающих ресурс работы деталей и машин в целом; снижение энерго- ресурса затрат, эффективное использование станков с программным управлением – все это направлено на решение главных задач: повышения эффективности производства и качества продукции.

Машиностроение — ведущая отрасль промышленности. Это обусловлено в первую очередь тем, что машиностроение:

- создает машины и оборудование, используемое в других отраслях и тем самым создает условия для развития всех других отраслей промышленности;
- является крупнейшим потребителем продукции черной и цветной металлургии, а также целого ряда других отраслей;
- обеспечивает занятость довольно большой доли трудовых ресурсов;
- выступает как районообразующий фактор;
- является отражением степени развития производительных сил в регионе;
- дает существенный толчок развитию прогрессивных технологий.

Совокупность методов и приемов изготовления машин, выработанных в течение длительного времени и используемых в определенной области производства, составляет технологию этой области. В связи с этим возникли понятия: технология литья, технология обработки давлением, технология сварки, технология механической обработки, технология сборки машин. Все эти области производства относятся к технологии машиностроения, охватывающей все этапы процесса изготовления машиностроительной продукции. [1].

Зубчатые колеса весьма различны по служебному назначению, конструктивной форме, размерам и материалу. Несмотря на это, технологу при разработке технологического процесса изготовления валов приходится решать многие однотипные задачи, поэтому целесообразно пользоваться типовыми процессами, которые созданы на основе проведенной классификации.

1 Технологическая часть

1.1 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. [1].

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. [1].

В нашем случае это насос – большое изделие состоящее из множества количества комплектующих. Масса данного изделия не требует подъемно-транспортного оборудования и специальных стенов. Так как производство серийное – нецелесообразно применять поточно-конвейерное оборудование. Целесообразно принять ручную форму сборки на верстаках. [1].

1.2 Проектирования технологического процесса изготовления зубчатого колеса

1.2.1 Анализ технических условий на изготовление детали

Зубчатое колесо предназначено для передачи крутящего момента от промежуточного вала к выходному.

В данном дипломном проекте рассматриваем полностью процесс изготовления зубчатого.

Технические условия служат основанием для выбора баз и последовательности механической обработки. Проектирование технологических процессов механической обработки начинается с тщательного изучения исходных данных проектирования: сборочного и рабочего чертежей изделия соответствующими техническими условиями изготовления, чертежа исходной заготовки. [2].

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.

Анализ технологических требований показывает, что для исполнения служебного назначения зубчатого колеса основными исполнительными, ответственными участками являются: Отверстие центрально кл. точности по 11 качеству точности, поверхность зубьев. От точности изготовления детали зависит точность работы узла. [2].

Сталь 45 является 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.

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].

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: [3].

$$t_{\text{с}} = \frac{Fa \cdot 60}{N}, \quad (1)$$

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

$N = 2000$ шт – годовая производственная программа выпуска изделия.

$$t_{\text{с}} = 2070 \cdot 60 / 2000 = 12,42 \text{ мин/шт.}$$

Коэффициент серийности определяется по формуле:

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

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

$$T_{\text{шт.}} = 14 \text{ мин.}$$

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

1.2.3 Служебное назначение и технологический анализ

Зубчатое колесо насаживается на вал с помощью шпонки, следовательно требования к этим поверхностям высокие Ø12H7 т.е точность

обработки по 7 качеству с шероховатостью поверхности $\sqrt{Ra} 3,2$, также шпоночный паз точность обработки по 9 качеству с шероховатостью поверхности $\sqrt{Ra} 6,3$. Ширина паза $4Js9^{(+0,031)}$ 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 $\sqrt{Ra} 3,2$. Торце шестерни с $\varnothing 44$ с шероховатостью поверхности $\sqrt{Ra} 6,3$, так же обрабатывается торец зуба $\varnothing 22,45^{-0,9}$ с шероховатостью поверхности $\sqrt{Ra} 2,5$.

1.2.4 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 [3].

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.

Нашу деталь 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 [3].

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 кокиль $K_{вт}=0,7$; II – литье в песчано-глинистые формы $K_{вт}=0,8$.

I. Определяем массу заготовки [2]

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

где $G_{заг}$ – масса заготовки;

G_d – масса детали; $K_{вт}$ – коэффициент.

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

II. Определяем массу заготовки [2]

$$G_{заг} = \frac{G_{\partial}}{K_{\partial m}}, \quad (4)$$

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

I. Расчет стоимости литья в кокиль определяется по формуле:

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

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.

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

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

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

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.

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

Дешевле всего заготовка полученная II способом литья в песчано-глинистые формы. Следовательно лучше принять II способ производства заготовок для колеса зубчатого .

Трудоемкость сборочных работ:

$$T = \sum_1^n t_{шт} , \text{ норма/час,} \quad (7)$$

$\Sigma t_{шт}$ – штучное время сборочных операций.

$$\dot{O}_{\dot{n}d} = T_{\dot{n}d} \cdot N = 62,45 \cdot 25000 = 2498000 \text{ норма/час.} \quad (8)$$

Сравнительный критерий трудоемкости сборочных процессов:

$$\varphi_{сб} = T_{сб} / T_{м} , \quad (9)$$

мұндағы $T_{сб}$ – құрастыру операциясының еңбексыйымдылығы;

$T_{м}$ – тетікті дайындау кезіндегі еңбексыйымдылығы.

$$\varphi_{\dot{n}d} = 62,45 / 75,75 = 0,82 .$$

$$k_{pac} = T_{сб, уз} / T_{сб} , \quad (10)$$

$T_{сб, уз}$ – трудоемкость сборочных операций узла;

$T_{сб}$ – трудоемкость сборочных операций.

$$k_{pac} = 10,3 / 62,45 = 0,16 .$$

Коэффициент совмещения сборочных процессов:

$$k_{сов.сб} = \frac{T_{сб} - T_{np}}{T_{сб}} , \quad (11)$$

где $T_{сб}$ – трудоемкость сборочных операций;

T_{np} – трудоемкость совмещения операций.

$$k_{\dot{n}d \dot{n}d} = \frac{62,45 - 9}{62,45} = 0,856 .$$

1.2.5 Нормирование сборочных работ

Норма оперативного штучного времени):

$$t_{шт} = t_{он} \left(1 + \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100} \right) , \quad (12)$$

где α, β, γ - техническое, организационное время и процент оперативного

времени отдыха, $\beta = 2 - 3\%$; $\gamma = 4 - 6\%$.

Техническая подготовка сборочных работ равно 0, $\alpha = 0$.

$$t = \left(\sum t_{ec} + \sum t_{on}^1 \right) \cdot \left(1 + \frac{\beta + \gamma}{100} \right), \quad (13)$$

$(\sum t_{ec})$ - суммарное значение вспомогательного времени

$(\sum t_{on}^1)$ - суммарное значение оперативного времени.

Сборка зубчатого колеса:

Установка вала на сборочном столе. Вспомогательное время $T_{вс}$ - 3 мин.

Установить шестерню на валу, закрепление зубчатого колеса:

$T_{оп} - 6 \cdot 2 + 8 \cdot 2 = 28$ мин.

Установка вала на втулку: $T_{оп} - 4 \cdot 2 = 8$ мин.

Установка подшипника на вал методом прессования: $T_{оп} - 5 \cdot 2 = 10$ мин.

Установка втулки прессованием: $T_{оп} - 3 \cdot 2 = 6$ мин.

$T_{оп} - 1 \cdot 2 = 2$ мин.

Закрепление гайки: $T_{оп} - 2 \cdot 2 = 4$ мин.

Сумма оперативного времени:

$$\sum t_{on} = 28 + 8 + 10 + 6 + 2 + 4 = 58 \text{ мин.}$$

Суммарное значение вспомогательного времени:

$$\sum t_{ec} = 3 \text{ мин.}$$

Норма штучного времени:

$$t = (58 + 3) \left(1 + \frac{3 + 5}{100} \right) = 68,74 \text{ мин.}$$

1.2.6 Определение трудоемкости сборки узла

Суммарное значение штучного времени по трудоемкости сборочных операций):

$$T_{сб} = T_{шт} = \sum t_{шт}, \text{ мин,} \quad (14)$$

где p – количество операции;

$$T_{сб} = 50,36 \text{ мин.}$$

Годовая трудоемкость определяется по формуле:

$$T_{сб} = T_{шт} \cdot N = 50,36 \cdot 25000 = 2014400 \text{ норма/час.} \quad (15)$$

1.2.7 Анализ конструкции изделия технологичность

Среднее содержание углерода обеспечивает вязкость сердцевины, что после азотирования позволяет получить высокую твердость поверхности зубьев и обеспечить достаточную прочность всей детали. [4].

Добавки марганца повышают твердость и износостойкость стали.

Кремний увеличивает прочность, при сохранении вязкости, а также повышает упругость материала.

Добавки хрома при незначительном снижении пластичности, повышают прочность и коррозионную стойкость стали.

Молибден увеличивает упругость и коррозионную стойкость.

Также содержание молибдена является обязательным для азотируемости стали. В свою очередь азотирование позволяет значительно увеличить износостойкость и предел выносливости при циклопеременных нагрузках.

Совершенство конструкции и детали характеризуется ее соответствием современному уровню техники, экономичностью в эксплуатации, а также тем, в какой мере учтены возможности использования наиболее экономичных и производительных технологических методов ее изготовления применительно к заданному выпуску и условиям производства. Конструкцию детали, в которой эти требования учтены, называют технологичной. Рассматривается детали – вал-шестерня [5].

Конфигурация поверхностей не вызывает значительных трудностей при получении заготовки. При анализе детали недостатков выявлено не было.

В данной конструкции детали отражены следующие основные требования технологичности:

- форма зубчатого колеса (или оси) и его конструкция определена величиной и расположением действующих на вал усилий; расположением на валу деталей, их посадками и способом крепления; расположением подшипников, их типом и размерами, условиями обработки и сборки узла, в состав которого входит данный вал;
- в конструкции зубчатого колеса предусмотрена возможность его изготовления без сложных приспособлений, что снижает себестоимость его изготовления;
- изготавливается из поковки, что уже изначально дает необходимые в некоторых местах радиусы скруглений (R25);
- для облегчения сборки вала, на который после изготовления должно быть насажено несколько деталей с различными посадками по системе отверстия, вал делается ступенчатым. У вала различные посадки по системе отверстия, осуществляются шлифованием отдельных участков вала с различными отклонениями от номинала;
- требования точности посадок и шероховатость соответствуют эксплуатации.

Деталь технологичная, допускает применение высокопроизводительных режимов резания, инструментов и оборудования. [6].

Коэффициент унификации трудоемкости заготовки детали:

$$K_{y.m} = Q_n / Q_{б.п}, \quad (16)$$

Q_n – проектная трудоемкость изготовления детали;

$Q_{б.п}$ – базовая заводская трудоемкость.

$$K_{y.m} = 323 / 462 = 0,7.$$

Коэффициент унификации конструкции детали:

$$K_{y.z} = Q_{з.у} / Q_z, \quad (17)$$

мұндағы $Q_{з.у}$ – количество унифицированных элементов детали, штук.

Q_z – общее количество конструктивных элементов, штук.

$$K_{y.z} = 7 / 18 = 0,38.$$

Коэффициент использования материала:

$$K_{и.м} = G_o / G_{з.п}, \quad (18)$$

G_d – масса детали по чертежу, кг;

$G_{з.п}$ – масса детали после всех заготовительных подготовок, кг.

$$K_{и.м} = 180 / 252 = 0,71.$$

1.2.8 Техничко-экономическое обоснование выбора заготовки

Выбор способа получения заготовки зависит от конструктивных форм и размеров готовой детали, марки материала, объема выпуска изделий и типа производства. При решении этого вопроса необходимо стремиться к максимальному приближению конфигурации заготовки к конфигурации готовой детали, т.е. снижению отходов, но при этом необходимо учитывать и себестоимость получения заготовки, особенно в условиях серийного производства [6].

Деталь должна изготавливаться из стандартных или унифицированных заготовок. Свойства материала детали должны удовлетворять существующей технологии изготовления, хранения и транспортировки. Конструкция детали должна обеспечить возможность применения типовых, групповых или стандартных технологических процессов. Конструкция детали должна обеспечивать возможность множественной обработки. Возможность обработки максимального количества диаметров высокопроизводительными методами и инструментами. [6].

Материал детали – Болат 45 ГОСТ 1050 -88; улучшение: 230...260HB; $\delta_B=750$ МПа.

Характеристика зубьев колеса: $m=2$ мм, $\beta = 7^{\circ}15'$, $z=94$, $b=50$ мм, $d=189,52$ мм.

Вес детали $M_g=1,5$ кг.

Заготовка-стальная поковка, штампованный.
Масса поковки:

$$M_{np} = K_p \cdot M_g = 1,6 \cdot 1,5 = 3,6 \text{ кг}, \quad (19)$$

K_p - рассчитанный коэффициент (по ГОСТУ 7505-89).

Класс точности- Т4, продольно-штамповочная машина-КСМ.

Группа стали - М2.

Степень сложности - С1.

По ГОСТУ 7505-89 определяем коэффициент заготовки, равный = 12.

По ГОСТУ 7505-89 определяем шероховатости обрабатываемых поверхностей и припуски механической обработки, мм.

-Ø 193,52h9-2мм;	длина l=50мм-1,7мм
-Ø 170-2мм;	толщина b=32мм-2мм
-Ø 45H7-1,7мм;	глубина 20-1,6мм
-Ø 68-1,7мм ;	

Размеры заготовки – по одной поверхности в расчете припусков.

-Ø193,52h9-193,52+2·2 = 197,52 мм, 198 мм;

-Ø170- 2·2 = 166 мм;

-Ø45H7-45-2·1,7 = 41,6 мм, 42мм;

-Ø68-68+2·1,7 = 71,4 мм, 71 мм;

-l=50 мм-50+2·1,7 = 53,4 мм, 53 мм;

терендік 20 мм-20+1,7-1,6=20,1, 20 мм.

Внешний радиус скругления 2 -2,5мм,

Предельное отклонение размеров - мм.

Ø 198 ^{+2,1} _{-1,1}	Ø 166 ^{+1,8} _{-1,0}	Ø 42 ^{+1,4} _{-0,8}
Ø 71 ^{+1,4} _{-0,8}	Ø 53 ^{+1,4} _{-0,8}	Ø 20 ^{+1,3} _{-0,7}

1.2.9 Разработка маршрута обработки выбранной заготовки

Разработка правильной маршрутной и операционной технологии позволяет получить оптимальную последовательность обработки деталей, сократить количество перемещений между станками, уменьшить количество переустановок, что приведет к повышению точности обработки, а также сократит время, необходимое для производства. [7].

Таблица 1 - Маршрут обработки зубчатого колеса

№ Операций	Содержание операции	Наименование оборудования	Приспособление
005	Токарная Обработка поверхностей: Ø27h9/ Ø24;	Токарно-винторезный станок 16Б05П	Трехкулачковый патрон

010	Токарная Точение поверхностей: Ø25h9 мм, L=20 мм	Токарно-винторезный станок 16Б05П	Трехкулачковый патрон
020	Токарная Точение отверстий: Ø12H7, L=50 мм	Токарно-винторезный станок 16Б05П	Трехкулачковый патрон
025	Сверление сверление 4-х отверстий Ø12, L=10 мм	Вертикально-сверлильный станок 2Н150	Инструмент
030	Протяжная Продольная протяжка 141s9, L=50 мм	Продольно-протяжной станок 7Б55У	Твердая стойка, УСПО
035	Зубофрезерование Подрезание торцов: z=24; m=1,25мм; L=20 мм	Зубофрезерный полуавтомат модели 5К310	Инструмент
045	Мойка Мойка детали	Моечная машина	
050	Технический контроль		

1.2.10 Расчет режимов резания и нормирование технологических операций

Расчет режимов резания на токарном станке операцию – 005 обработка отверстия Ø12 мм

При назначении элементов режимов резания учитывают характер обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования.

Вид обработки – растачивание

Общий припуск – 1 мм;

Диаметр обработки – 10 мм;

Режущий инструмент – резец расточной с механическим креплением пластины из твердого сплава Т5К10 (по ГОСТ19045-80).

2.9.2 Черновое растачивание:

– припуск 2 мм,

– глубина резания $t=2$ мм,

– период стойкости резца-45 мин.

Принимаем подачу $S=1,0-1,2$ мм; $S=1,0$ мм.

[12, с. 267, табл. 12]

а) скорость резания [12, с.269, табл.17]

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v \quad (2.10)$$

где $C_v = 340$;
 $x = 0,15$;
 $y = 0,45$;
 $m = 0,20$.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \quad (2.11)$$

где $K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\delta_8} \right)^{n_v}$;

$K_r = 0,8$;

$n_v = 1$;

$K_{mv} = 0,8 \cdot \left(\frac{750}{500} \right)^1 = 1,2$

$K_{nv} = 0,8$;

$K_{uv} = 1$

$K_v = 1,2 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 0,96$

$V = \frac{340}{45^{0,20} \cdot 6^{0,15} \cdot 1^{0,45}} \cdot 0,96 = \frac{340}{2,14 \cdot 1,33 \cdot 1} \cdot 0,96 = 86,01 \text{ м/мин}$

б) сила резания [12, с.275 табл.23, с.273 табл. 22, с.264 табл.9]

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (2.12)$$

где $C_p = 300$;

$x = 1$;

$y = 0,75$

$n = -0,15$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \quad (2.13)$$

где $K_{\phi p} = 0,89$;

$K_{\gamma p} = 1$;

$$K_{\lambda p} = 1.$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\delta_B}{750} \right)^{n_v} \quad (2.14)$$

$$\text{где } \delta_B = 500;$$

$$n_v = 0,75.$$

$$K_{mp} = \left(\frac{500}{750} \right)^{0,75} = 0,74;$$

$$K_p = 0,74 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,66$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 6,8^1 \cdot 1,0^{0,75} \cdot 86,01^{-0,15} \cdot 0,66 = 3000 \cdot 6,8 \cdot 1 \cdot 0,51 \cdot 0,66 = 6886,6H$$

в) сила резания

$$P_y = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^x \cdot V^n \cdot K_p \quad (2.15)$$

$$\text{где } C_p = 243;$$

$$x = 0,9;$$

$$y = 0,6;$$

$$n = -0,3.$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \quad (2.16)$$

$$\text{где } K_{mp} = 0,74;$$

$$K_{\varphi p} = 0,5;$$

$$K_{\gamma p} = 1;$$

$$K_{\lambda p} = 1.$$

$$K_p = 0,74 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1 = 0,37$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 6,8^{0,9} \cdot 1^{0,6} \cdot 86,01^{-0,3} \cdot 0,37 = 1311,4H$$

г) сила резания

$$P_x = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (2.17)$$

где $C_p = 339$;

$x = 1$;

$y = 0,5$;

$n = -0,4$.

$K_{mp} = 0,74$;

$K_{\varphi p} = 1,17$;

$K_{\gamma p} = 1$;

$K_{\lambda p} = 1$.

$$K_p = 0,74 \cdot 1,17 \cdot 1 \cdot 1 = 0,8658$$

$$P_x = 3390 \cdot 6,8^1 \cdot 1^{0,5} \cdot 86,01^{-0,4} \cdot 0,8658 = 3359,8H$$

д) мощность резания

$$N = \frac{P_z V}{1020 \times 60} \quad (2.18)$$

где $P_z = 6886,6 H$,

$V = 86,01 м / мин.$

$$N = \frac{6886,6 \cdot 86,01}{61200} = 9,7 кВт.$$

2.9.3 Чистовое растачивание

– припуск 2 мм;

– глубина резания $t = 1$;

– подача $S = 0,16 мм / об.$

Резец проходной сборный с механическим креплением квадратной пластины из твёрдого сплава Т15К6 (по ГОСТ 19049-80).

а) скорость резания [12 с.269 табл.17, с.262 табл. 2, с.263 табл.5, с.263 табл.6]

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} \cdot K_v \quad (2.19)$$

где $C_v = 420$;

$$\begin{aligned}x &= 0,15; \\y &= 0,20; \\m &= 0,20.\end{aligned}$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{NV} \cdot K_{UV} \quad (2.20)$$

$$\text{где } K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\delta_8} \right)^{n_v};$$

$$K_r = 1,0;$$

$$n_v = 1;$$

$$K_{MV} = 0,8 \cdot \left(\frac{750}{500} \right)^1 = 1,2$$

$$K_{NV} = 1;$$

$$K_{UV} = 1$$

$$K_v = 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,2$$

$$V = \frac{420}{45^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,16^{0,2}} \cdot 1,2 = 346,9 \text{ м/мин}$$

б) сила резания [12, с.273, табл.22]

$$P_z = 10 C_p \cdot t^x S^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (2.21)$$

$$\text{где } C_p = 300;$$

$$x = 1;$$

$$y = 0,75;$$

$$n = -0,15.$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \quad (2.22)$$

$$\text{где } K_{mp} = 0,74$$

$$K_{\varphi p} = 0,89;$$

$$K_{\gamma p} = 1;$$

$$K_{\lambda p} = 1.$$

$$K_p = 0,74 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 = 0,66$$

$$P_z = 3000 \times 0,87^1 \cdot 0,16^{0,75} \cdot 346,9^{-0,15} \cdot 0,66 = 3000 \cdot 0,87 \cdot 0,253 \cdot 0,416 \cdot 0,66 = 181,3H$$

в) сила резания

$$P_y = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (2.23)$$

где $C_p = 243$;

$x = 0,9$;

$y = 0,6$;

$n = -0,3$.

$K_p = 0,37$;

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,87^{0,9} \cdot 0,16^{0,6} \cdot 346,9^{-0,3} \cdot 0,37 = 2430 \cdot 0,882 \cdot 0,333 \cdot 0,173 \cdot 0,37 = 45,7H$$

г) сила резания

$$P_x = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (2.24)$$

где $C_p = 339$;

$x = 1$;

$y = 0,5$;

$n = -0,4$;

$K_p = 0,8658$;

$$P_x = 3390 \cdot 0,87^1 \cdot 0,16^{0,5} \cdot 346,9^{-0,4} \cdot 0,8658 = 3390 \cdot 0,87 \cdot 0,4 \cdot 0,096 \cdot 0,8658 = 98,1H$$

Остальные режимы резания принимаем по общемашиностроительным нормативам режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть I.

1.2.11 Нормирование технологического процесса

Расчет норм времени производится также как и расчет режимов резания для самой трудно обрабатываемой поверхности.

Техническое обоснование норм времени определяем аналитическим расчетным методом. [10].

Норма времени состоит из штучного времени « $T_{шт}$ » и подготовительно-заключительного времени « $T_{п.з}$ ».

Штучное время применительно к механической обработке представляет собой затрату на выполнение одной операции из общего, технологического процесса обработки детали [10].

В общем виде штучное время определяется по формуле

$$T_{шт} = T_o + T_{всп} + T_{обсл} + T_{отд} \quad (2.25)$$

где T_o – основное (технологическое) время;

$T_{всп}$ – вспомогательное время;

$T_{обсл}$ – время на обслуживание рабочего места;

$T_{отд}$ – время на отдых и естественные надобности.

Время, затрачиваемое на одну деталь с учетом подготовительно-заключительного времени и называемое штучно-калькуляционным временем определяется по формуле

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{п.з}}{n} \quad (2.26)$$

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

n – количество деталей в партии.

Для единичного производства нормы времени рассчитываются путем применения норм, установленных на типовые технологические процессы или операции. Вспомогательное время расходуется рабочим на действия, обеспечивающие выполнение основной работы. Вместе с основным (технологическим) временем оно составляет оперативное время. При расчете нормы штучного времени учитывается только часть вспомогательного времени, не перекрываемая машинным временем. [11].

При определении нормы вспомогательного времени суммируют следующие элементы:

- время на установку и снятие детали (если оно не перекрывается машинным временем при работе на многопозиционных станках);

- время на приемы управления станком. Сюда входит время, затрачиваемое на пуск и остановку станка, включение и выключение подачи, изменение числа оборотов шпинделя или величины подачи, поворот и перемещение частей стана и приспособлений, смену инструмента в быстросменном патроне, смену быстро сменных кондукторных втулок и другие приемы, непосредственно обеспечивающие выполнение обработки;

- время на измерение деталей (если оно не может быть перекрыто машинным временем). Это время зависит от ряда факторов: измеряемого размера (его величины) и применяемого инструмента, способа достижения

размера (мерным путем, настройкой системы СПИД на размер или пробными промерами) и, наконец, от точности измерения.

Время на обслуживание рабочего места состоит из двух частей:

а) времени на техническое обслуживание рабочего места, которое затрачивается на смену затупившегося режущего инструмента, на регулировку и подналадку станка во время работы и на уборку стружки на рабочем месте во время работы [11].

Эта часть времени обслуживания рабочего места зависит от типа станка и характера выполняемой работы.

б) времени на организационное обслуживание рабочего места, которое требуется для раскладки инструмента в начале смены и уборки его в конце смены, осмотра и опробования оборудования, получения инструктажа в течение рабочего дня, смазки чистки станка в течение смены и уборки рабочего места в конце смены. Это время зависит от типа оборудования и условий работы и задается в процентах от оперативного времени

Время перерывов на отдых и личные надобности зависит от веса обрабатываемой детали, процента машинного времени, величины оперативного времени, характера подачи (ручная или механическая) и определяется в процентах от оперативного времени.

В состав подготовительно-заключительного времени входит ознакомление с работой, настройка оборудования на выполнение данной работы и на требуемые режимы резания, пробная обработка деталей, получение на рабочем месте заданий, заготовок, инструмента, приспособлений, сдача продукции и (иногда) доставка на рабочее место инструмента и приспособлений и сдача их в кладовую после окончания работы. Подготовительно-заключительное время задается по нормативам в минутах и зависит от характера и объема подготовительных работ [11].

а) определение основного (технологического) времени

$$T_o = \frac{L_p \cdot i}{n \cdot S} = \frac{l_o + l_v + l_n}{n \cdot S} \cdot i \quad (2.27)$$

где L_p – расчетная длина обработки в направлении подачи, мм;

l_o – длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_v – длина врезания;

l_n – длина перебега;

n – число оборотов шпинделя;

S – подача за один оборот;

i – число проходов.

Технологическое время на черновое растачивание

$$T_o = \frac{l_o + l_v + l_n}{n \cdot S} \quad (2.28)$$

$$l_o = 265 \text{ мм};$$

$$l_n = l_{\text{врез}} = 3 \text{ мм}.$$

$$n = \frac{1000v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 86,01}{3,14 \cdot 180} = 152,33 \text{ об / мин.}$$

$$T_o = \frac{265 + 3 + 3}{125,33 \cdot 1} = 1,78 \text{ мин.}$$

Технологическое время на чистовое растачивание

$$T_o = \frac{l_o + l_{\text{вв}} + l_n}{n \cdot S} \quad (2.29)$$

$$l_o = 265 \text{ мм};$$

$$l_{\text{врез}} = l_n = 2 \text{ мм}.$$

$$n = \frac{1000v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 346,9}{3,14 \cdot 180} = 613,77 \text{ об / мин.}$$

$$S = 0,16 \text{ мм / об.}$$

$$T_o = \frac{265 + 2 + 2}{613,77 \cdot 0,16} = 2,74 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время на установку детали на столе в четырёх кулачках, с выверкой по диаметру точно индикатором:

$$t_{\text{всп}} = 24,5 \text{ мин.}$$

Остальные нормы времени определяем по общемашиностроительным нормативам времени для технического нормирования работ на металлорежущих станках [4].

При пользовании этими нормативами норма штучного времени определяется суммированием времени на снятие и установку детали и неполного штучного времени на обработку поверхностей (с учетом количества проходов) и выражается формулой

$$T_{\text{шт.}} = t_{\text{вз}} + t_{\text{н.шт}_1} + t_{\text{н.шт}_2} + \dots + t_{\text{н.шт}_n} \quad (2.30)$$

Нормативы неполного штучного времени включают:

- основное (технологическое) время;
- вспомогательное время, связанное с переходом;
- вспомогательное время, связанное с изменением режима работы станка, смену инструмента;
- время на обслуживание рабочего места, перерывы на отдыхи личные надобности.

Время на дополнительные элементы подготовительно заготовительной работы, не включенные в комплексы:

- а) установить и снять кулачок – $4 \times 4 = 16$ мин;
- б) установить и снять державку для резца – 4 мин.

Подготовительно-заготовительное время для

2 Конструирование приспособления

2.1 Исходные данные и задача конструирования приспособлений

Для того чтобы облегчить работу и повысить точность и производительность при механической обработке, необходимо спроектировать и сконструировать приспособление.

Станочными приспособлениями в машиностроении называют дополнительные устройства к металлорежущим станкам, применяемые для установки и закрепления деталей, обрабатываемых на металлорежущих станках [12].

Выбор станочных приспособлений зависит от формы, габаритных размеров и технических требований, предъявляемых к обрабатываемым деталям, а также от типа производства и программы выпуска изделий. [12]

В качестве исходных данных берут:

- схему базирования и закрепления детали на данной операции, то есть схему приспособления;
- данные технологического оборудования;
- данные режущего инструмента;
- геометрические размеры обрабатываемой детали;
- механические характеристики обрабатываемой детали.

Расчету подлежат:

- величина зажимного усилия;
- прочность несущих элементов приспособления;

2.2 Описание конструкции приспособления и принцип его действия

В машиностроении наибольшее применение имеют трехкулачковые клиновые и рычажные патроны с винтовым и механизированным приводом для перемещения кулачков. С механизированным приводом перемещения кулачков патроны используют в серийном и массовом производствах для закрепления штучных заготовок на различных токарных станках. [12].

Основные размеры клиновых и рычажных патронов выбирают по ГОСТ 24351–80.

Для обработки зубчатого колеса на токарных, шлифовальных станках применяется трехкулачковый клиновый патрон с пневмоприводом, приспособление для шлифования зубьев колеса.

Данное приспособление относят к группе специальных приспособлений, предназначенных для налаженных операций, закрепленных за станками. Приспособление разработано согласно технологическому процессу на конкретные операции и поэтому оно рассчитано на установку и закрепление однотипных заготовок. Данное приспособление обеспечивает высокую точность установки и быстрое закрепление, так как учитываются

конструктивные особенности детали и способ установки обрабатываемой детали. Для удешевления изготовления специальных приспособлений следует предусматривать в их составе широкое использование стандартных узлов и деталей. Сборка приспособлений в таких случаях не требует значительных затрат времени, так как для таких случаев достаточно подобрать готовые детали и собрать приспособление. Срок службы специальных приспособлений при постоянной нагрузке 3-5 лет [12].

Корпус патрона закрепляется на шпинделе станка с помощью переходного фланца, на другой стороне которого крепится пневмопривод.

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, укрепленных на штифтах и опирающихся на цилиндрические поверхности корпуса патрона.

При перемещении в пневмоцилиндре поршня со штоком слева направо, через винт и 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, крышка, в отверстие которой запрессован хвостовик и не вращающаяся воздухораспределительная муфта с двумя штуцерами для подвода сжатого воздуха.

Принцип работы устройства 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 [12].

При движении влево втулка поворачивает на осях рычаги, короткие плечи которых перемещают кулачки 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 втулку с рычагами вправо, кулачки разводятся и разжимают деталь.

К станочным приспособлениям в машиностроении относятся дополнительные устройства к металлорежущим станкам, применяемые для установки и закрепления деталей, обрабатываемых на металлорежущих станках [13].

2.3 Расчёт сил зажима

Зажимные механизмы предупреждают перемещение заготовки относительно опор станочных приспособлений. Силу закрепления P_z определяют из условия равновесия силовых факторов, действующих на

заготовку. При расчётах P_z всегда учитывают силы резания, реакции опор, силы трения.

Заготовка с диаметром базы закреплена в четырёхкулачковом патроне, кулачки которого имеют короткие уступы. Опасен поворот заготовки под действием тангенциальной силы резания [12, с.85, табл. 10]

$$P_z = \frac{0,7 K L P_z}{D f} \quad (3.1)$$

где K – коэффициент запаса;

L – длина заготовки $L=265$ мм;

P_z – тангенциальная сила резания $P_z=6886,6$ Н;

D – диаметр обрабатываемой заготовки $D=916$ мм;

f – коэффициент трения в местах контакта заготовки с опорами
 $f=0,35$

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6 \quad (3.2)$$

где K_0 – коэффициент гарантированного запаса $K_0=1,5$;

K_1 – коэффициент учитывающий увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемой поверхности: при черновой обработке $K_1=1,2$;

K_2 – коэффициент характеризующий увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента, предварительное растачивание при тангенциальной силе резания $K_2=1,0$;

K_3 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом точении, в данном расчёте точение не прерывистое, тогда $K_3=1$;

K_4 – коэффициент характеризующий постоянство силы закрепления в зажимном механизме. Для зажимного механизма с ручным приводом $K_4=1,3$;

K_5 – коэффициент, характеризующий эргономику ручных зажимных механизмов. При неудобном расположении и угле поворота рукоятки более 90° $K_5=1,2$;

K_6 – коэффициент учитывающий наличие моментов, стремящихся повернуть заготовку, установленную плоской поверхностью на постоянные опоры $K_6=1,5$.

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1,5 = 4,212$$

$$P_z = \frac{0,7 \cdot 4,212 \cdot 265 \cdot 6886,6}{916 \cdot 0,35} = 16903 \text{ Н}$$

3 Организационная часть

По рекомендациям литературы 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. [16].

Вспомогательные отделения, участки и мастерские необходимы для ремонта станков и приспособлений, для заточки инструментов. Также необходимы подразделения для обслуживания основного производства - участки подготовки, раздачи, регенерации СОЖ, сбора и переработки отходов, цеховые лаборатории, помещения ОТК, отделения специального персонала - электриков, смазчиков и др. [16].

Ориентировочный состав цеха по литературе 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; [17].

3.1 Определение количества основного оборудования в цехе

Количество оборудования необходимое в производственном помещении определяется по следующей формуле:

$$C_p = \frac{N \cdot \sum t_{ш-к}}{60 F_d \cdot k_{з,ср}}, \quad (38)$$

$t_{ш-к}$ - штучно-калькуляционное время на изготовление одной детали (станок/час);

N - годовая программа;

F_d - годовой фонд времени работы оборудования;

F_d = фонд времени - 4015 часов в 2 смены;

$k_{з,ср}$ - средний коэффициент закрепления операций.

1. Количество токарно-винторезного станка 16Б05П :

$$C_p = \frac{2000 \cdot 45,6}{60 \cdot 4015 \cdot 0,95} = 8,1 \text{ станок.}$$

Округляем до точного количества и принимаем 8 станков.

Для каждого станка: $k_3 = \frac{8,1}{9} = 0,9$.

2. Количество вертикально-сверлильного станка 2Н150:

$$C_p = \frac{2000 \cdot 15,9}{60 \cdot 4015 \cdot 0,95} = 2,8 \text{ станок.}$$

Округляем до точного количества и принимаем 3 станка.

Для каждого станка: $k_3 = \frac{2,8}{3} = 0,9$.

3. Количество продольно-протяжного станка 7Б55У:

$$C_p = \frac{2000 \cdot 22,12}{60 \cdot 4015 \cdot 0,95} = 3,87 \text{ станок.}$$

округляем до точного количества и принимаем 4 станка.

Для каждого станка: $k_3 = \frac{3,87}{4} = 0,96$.

4. Количество зубофрезерного полуавтомата 5К310:

$$C_p = \frac{2000 \cdot 25,4}{60 \cdot 4015 \cdot 0,95} = 4,4 \text{ станок.}$$

Округляем до точного количества и принимаем 5 станков.

Для каждого станка: $k_3 = \frac{4,4}{5} = 0,88$.

5. Количество внутришлифовального станка 3К227А:

$$C_p = \frac{2000 \cdot 15,7}{60 \cdot 4015 \cdot 0,95} = 2,7 \text{ станок.}$$

Округляем до точного количества и принимаем 3 станка.

Для каждого станка: $k_3 = \frac{1,8}{2} = 0,9$.

Общее количество основного оборудования:

$C_{\text{общее}} = 9 + 3 + 4 + 5 + 3 = 24$ станка.

Вспомогательное количество станков - 4% от общего количества станков:

$$C_{\text{вс}} = \sum C \cdot 0,04 = 24 \cdot 0,04 = 0,92 \approx 1 \text{ станок.}$$

Итого станков: $\sum C_p = 24 + 2 = 26$ станков.

3.2 Определение состава и количества рабочих в цехе

Количество рабочих определяют по количеству станков: [18].

$$R_{np} = \frac{F_d \cdot C_{np} \cdot k_3 \cdot k_p}{\Phi_p \cdot k_m} = \frac{4015 \cdot 26 \cdot 0,95 \cdot 1,05}{2070 \cdot 1,35} = 37,2 \approx 38 \text{ рабочих,} \quad (39)$$

Φ_p - годовой фонд времени, 2 смены; $F_d = 4015$ часов;

C_{np} - количество оборудования - 26 станков;

k_3 - среднее значение коэффициента закрепления; $k_m = 1,35$;

F_d - фонд времени работы рабочего;

$k_p = 1,05$.

Количество слесарных рабочих 2-5 % от общего количества рабочих:

$$R_{cn} = 38 \cdot 0,05 = 1,9 \approx 2 \text{ рабочих.}$$

Количество рабочих в механическом цехе:

$$\sum R_p = 38 + 2 = 40 \text{ рабочих.}$$

3.3 Определение площади механического цеха

в механическом цехе на один станок выделено площадь 10-12 м²:

Площадь для токарных станков:

$$S_{1+2} = 12 \cdot 26 = 312 \text{ м}^2.$$

Площадь для шлифовальных станков:

$$S_{5+6} = 12 \cdot 2 = 24 \text{ м}^2.$$

Площадь для вспомогательных станков:

$$S_7 = 2 \cdot 12 = 24 \text{ м}^2.$$

Площадь для слесарно-механических инструментов и оборудования:
 $S_{см} = 2 \cdot 5 = 10 \text{ м}^2$.

Площадь всего механического цеха:

$$\sum S = 310 + 24 + 24 + 10 = 370 \text{ м}^2.$$

Принимаем общую площадь $S_{ж} = 370 \text{ м}^2$.

3.4 Определение площадей вспомогательных участков

Контрольный участок составляет 3-5% от площади станков: [18].

$$S = 370 \cdot 0,05 = 18,5 \text{ м}^2.$$

Количество ремонтных станков:

$$C_{рем} = \frac{T \cdot C_{пр}}{\Phi_0 \cdot m \cdot k_3} = \frac{73,2 \cdot 26}{2030 \cdot 2 \cdot 0,95} = 0,5 \approx 1 \text{ станок}, \quad (40)$$

$T = 73,2 \text{ см/саг}$; $\Phi_0 = 2030 \text{ часов}$;

$$m = 2.$$

Площадь для ремонтных станков:

$$S = 1 \cdot 30 = 30 \text{ м}^2.$$

Определение площадей для хранения материалов и заготовок

$$S_{г} = \frac{A \cdot Q}{h \cdot M \cdot k} = \frac{5 \cdot 73}{2 \cdot 310 \cdot 0,35} = 1,68 \approx 2 \text{ м}^2, \quad (41)$$

$$Q = P \cdot N = 122 \cdot 1,2 \cdot 2000 = 585600 \text{ кг} = 585,6 \text{ т}. \quad (42)$$

Определение площадей для склада инструментов и оборудования

Площадь для инструментов связано с количеством станков:

$$S = 0,4 \cdot 26 = 10,4 \text{ м}^2.$$

Для хранения инструментов одному слесарю необходимо $0,15 \text{ м}^2$:

$$S = 0,15 \cdot 2 = 0,3 \text{ м}^2.$$

Для склада приспособлений выделено $0,3 \text{ м}^2$:

$$S = 0,3 \cdot 26 = 7,8 \text{ м}^2.$$

Общая площадь склада инструментов:

$$S_{ге} = 10,4 + 0,3 + 7,8 = 18,5 \approx 19 \text{ м}^2.$$

3.5 Определение количества стендов

Трудоемкость сборочно- слесарных работ составляет 40% от трудоемкости механических работ:

$$T_{сб} = T_{мех} \cdot 0,4 = 1,038 \text{ норма / час,} \quad (43)$$

$T_{сб}$ - трудоемкость на стенде в течение 1 часа.

Необходимое для работы количество стендов:

$$M_{ср} = \frac{T_{сб} \cdot N}{F_d \cdot P_{ср}} = \frac{1,038 \cdot 2000}{4015 \cdot 1,2} = 8,62 \approx 9 \text{ стендов.} \quad (44)$$

Количество сборщиков – слесарей определяем:

$$R_{ср} = \frac{T_{ср} \cdot N}{\Phi_p} = \frac{1,038 \cdot 2000}{2070} = 10 \text{ рабочих.} \quad (45)$$

3.6 Определение площади сборочного участка

Принимаем в расчете на 1 человека площадь сборки 32-35 м² :

$$S = 35 \cdot 10 = 350 \text{ м}^2.$$

Площадь от склада сборки 25%:

$$S = 0,25 \cdot 350 = 87,5 \text{ м}^2.$$

Площадь от склада инструментов и оборудования 4%:

$$S = 0,04 \cdot 350 = 14 \text{ м}^2.$$

Общая площадь:

$$S_{сл.сб} = 350 + 87,5 + 14 = 452 \text{ м}^2.$$

3.7 Определение количества рабочих механо-сборочного участка

Количество производственных рабочих:

$$P_{пр} = 40 + 10 = 50 \text{ чел.}$$

Вспомогательные рабочие составляют 3-4 % от производственных рабочих:

$$P_{всп} = 0,04 \cdot 50 = 2 \text{ чел.}$$

Состав вспомогательных рабочих и служащих составляет 18-25% от производственных рабочих:

$$P_{вр} = 0,25 \cdot 50 = 13 \text{ чел.}$$

Младший технический персонал составляет 2-3% от производственных рабочих:

$$P_{моп} = 0,03 \cdot 49 = 2 \text{ чел.}$$

Инженер – технические работники составляют 8% от производственных рабочих:

$$P_{\text{итр}} = 0,08 \cdot 50 = 4 \text{ чел.}$$

Количество дополнительных работников и служащих 7% от производственных рабочих:

$$P_{\text{скл}} = 0,07 \cdot 49 = 4 \text{ чел.}$$

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. [17].

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 18х54 м, сеткой колонн 18х12 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. [18].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе дипломного проекта был выполнен следующий объем работ:

- при анализе служебного назначения изделия были отражены основные технические характеристики и назначения узла, описание его работы, что касается самого зубчатого колеса, то был проведен анализ всех его поверхностей и добавлены некоторые изменения;
- при анализе технических требований зубчатого колеса, были подробно проанализированы требования, предъявляемые при изготовлении детали конструктором;
- для данного типа производства было произведено экономическое обоснование метода получения заготовки и рассчитаны основные экономические показатели.

В данном дипломном проекте рассмотрена общая картина проектирования технологического процесса сборки насоса и обработки зубчатого колеса. На основе имеющихся данных проведен анализ технических требований на сборку и обработку. С учетом заданной программы выпуска определен тип производства, произведен выбор и обоснование метода изготовления заготовки. Разработаны технологические схемы сборки редуктора, так же маршрут обработки отдельных поверхностей детали и операционной технологии обработки ее, в общем. В ходе проектирования технологического процесса обработки детали, выполнено нормирование технологического процесса, определена трудоёмкость изготовления детали и общая трудоёмкость изготовления изделия.

Во время выполнения анализа был усовершенствован технологический процесс изготовления детали. Выбранные количество и модели оборудования и инструмента обеспечивают обработку деталей с минимальным временем

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Амиров Ю. Д. Технологичность конструкции изделия/ Под ред. Ю.Д. Амирова. – М.: Машиностроение, 1990.
- 2 Белькевич Б.А., Тимашков В.Д. Справочное пособие технолога машиностроительного завода. – Минск: Беларусь, 1972.
- 3 Горбачев А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения - Минск: Высшая школа, 1983. - 256 с.
- 4 Косилова А.Г. и Мещерякова Р.К. Справочник технолога машиностроителя 1 т. - Москва: Машиностроение, 1986. – 496 с.
- 5 Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин - Москва: Высшая школа, 1998. - 447 с.
- 6 ГОСТ 2789-73. Параметры шероховатости Rz, Ra и способы их получения.
- 7 Косилова А.Г. и Мещерякова Р.К. Справочник технолога машиностроителя 2 т. - Москва: Машиностроение, 1986. – 496 с.
- 8 Панов А. А., Аникин В. В. Обработка металлов резанием: Справочник технолога - Москва: Машиностроение, 1988.-736 с.
- 9 Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя 1 т. - Москва: Машиностроение, 2001. - 920 с.
- 10 Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания: Часть 1. - Москва: Экономика, 1990. - 465 с.
- 11 Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ: Серийное производство. – Москва: Машиностроение, 1974. – 421с.
- 12 Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений - Москва: Высшая школа, 1980. - 240 с.
- 13 Полтев М.К. Охрана труда в машиностроении: Учебник - Москва: Высшая школа, 1980. - 294 с.
- 14 Еремин В.Г. Безопасность жизнедеятельности в машиностроении - Москва: Высшая школа, 2002. - 310 с.
- 15 Юдин Е.А. Борьба с шумом на производстве - Москва: Машиностроение, 1985. - 400 с.
- 16 Мельников Г.Н., Вороненко В.П. Проектирование механосборочных цехов - Москва: Машиностроение, 1990. - 352 с.
- 17 Мамаев В.С. Основы проектирования машиностроительных заводов. - Москва: Машиностроение, 1973 - 367 с.
- 18 Аскарлов Е.С Основы проектирования участка: Учебно-методические комплекс – Алматы: Каз НТУ, 2007 – 107 с.
- 19 Берлет Ю.Н., Пискунов Ю.П. Разработка чертежей паковок, штампуемых на молотах, прессах и горизонтально-ковочных машинах - Ульяновск: УлГТУ, 2001. - 54 с.