

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

Алиджанов Сакен Нурлыбекович

Разработать технологический процесс изготовления детали «шків» и сборки  
изделия «мельница», 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

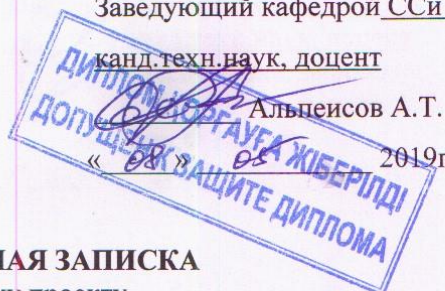
**ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ**

Заведующий кафедрой ССиТМ

канд. техн. наук, доцент

Альпеисов А.Т.

2019г.



**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

к дипломному проекту

На тему: «Разработать технологический процесс изготовления детали «шків» и

сборки изделия «мельница», годовая программа 1000 штук»

по специальности 5В071200 - Машиностроение

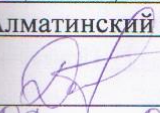
Выполнил:

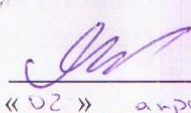
Алиджанов С.Н.

Рецензент

Научный руководитель

Инженер-конструктор, главный  
специалист, магистр тех. наук ТОО  
«Алматинский завод «Электрошит»»

  
Дюсебаев И.М.  
«06» 05 2019г.

  
Е.С.Аскаров  
«02» апреля 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 Алиджанову Сакену Нурлыбековичу

Тема Разработать технологический процесс изготовления детали «шкив» и сборки изделия «мельница», годовая программа 1000 штук

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

Срок сдачи законченной работы «14» мая 2019г.

Исходные данные к дипломному проекту:

Даны исходные чертежи детали, годовая программа детали.

Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов:

- Технологический процесс изготовления детали шкив
- Построение плана цеха.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

Техническое задание, исходные чертежи, (изометрические рисунки) изготовления, плана цеха, сметы, календарный

Рекомендуемая основная литература состоит из 18 наименований

## ГРАФИК

подготовки дипломного проекта

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

## ПОДПИСИ

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

Наименование раздела	Научный руководитель, консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Нормоконтроль	Жанкелді Ә.Ж.	06.05.19	

Научный руководитель \_\_\_\_\_ / Аскарлов Е.С./  
(подпись) (Ф.И.О.)

Задание приняла к исполнению студент \_\_\_\_\_ / Алиджанов С.Н./  
(подпись) (Ф.И.О.)

Дата « 11 » 02 2019г.

## АНДАТПА

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 операциянды 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	9
1 Технологическая часть	10
1.1 Проектирование технологии сборки изделия	12
1.1.1 Служебное назначение, анализ соответствия технических требований и норм точности изделия	12
1.1.2 Разработка технологических схем сборки	13
1.1.3 Выбор организационной формы сборки	15
1.2 Проектирования технологического процесса изготовления шкива	15
1.2.1 Анализ технических условий на изготовление детали	15
1.2.2 Определение типа производства	16
1.2.3 Служебное назначение и технологический анализ	17
1.2.4 Выбор метода получения заготовки	18
1.2.5 Нормирование сборочных работ	21
1.2.6 Определение трудоемкости сборки узла	21
1.2.7 Техничко-экономическое обоснование выбора заготовки	22
1.2.8 Разработка маршрута обработки выбранной заготовки	23
1.2.9 Расчет режимов резания и нормирование технологических операций	24
2 Конструирование приспособления	34
2.1 Исходные данные и задача конструирования приспособлений	34
2.2 Описание конструкции приспособления и принцип его действия	34
2.3 Составление схемы сил, действующих на заготовку и расчет зажимного устройства	35
3 Организационная часть	37
3.1 Определение количества основного оборудования в цехе	37
3.2 Определение состава и количества рабочих в цехе	39
3.3 Определение площади механического цеха	39
3.4 Определение площадей вспомогательных участков	40
3.5 Определение количества станков	41
3.6 Определение площади сборочного участка	41
3.7 Определение количества рабочих механо-сборочного участка	41
Заключение	43
Список использованной литературы	44
Спецификация	45
Приложение	46



## 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.

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-ресурсо 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.

В настоящее время существуют типовые технологические процессы изготовления различных деталей. Однако развитие заготовительного производства и самой технологии машиностроения, металлорежущих станков и инструментов приводит к необходимости пересмотра этих типовых технологий с позиции оптимизации, энерго- и материалосбережения при изготовлении

деталей машин. Этим направлением практически занимаются все научные технологические школы и машиностроительные предприятия.

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.

Наибольшее распространение в машиностроении, в том числе и станкостроении, получили различные зубчатые колеса.



## **1 Технологическая часть**

### **1.1 Проектирование технологии сборки изделия**

#### **1.1.1 Служебное назначение, анализ соответствия технических требований и норм точности изделия**

Мельницы подразделяются на лабораторные и промышленные. По типу конструкции делятся на однокамерные и двухкамерные. Основная деталь конструкции — вращающийся барабан, частично заполненный шариками определённого диаметра из стали, чугуна и других сплавов, иногда из керамики. Также могут быть использованы галька и кремь, далее мелющие тела. Мелющие тела, перекатываясь во время работы мельницы, превращают необработанное сырьё в порошок. Небольшие шаровые мельницы оборудованы барабаном с ручкой вращения, а также шкивами и ремнями для передачи вращательного движения. Высококачественные шаровые мельницы перемалывают сырьё до гранул размером 0,0001 мм, значительно увеличивая площадь поверхности вещества.

Мельница — устройство для измельчения твёрдых материалов. Применяется в основном для создания порошка для использования в красках, пиротехнических средствах, и в керамике. Барабанные мельницы используются при производстве цемента, извести, гипса, керамических изделий и т.п. для измельчения материала до частиц размером менее десятых долей миллиметра. Процесс помола отличается большой энергоёмкостью и стоимостью.

В барабанных мельницах материал измельчается внутри полого вращающегося барабана. При вращении мелющие тела (шары, стержни) и измельчаемый материал (называемые «загрузкой») сначала движутся по круговой траектории вместе с барабаном, а затем падают по параболе. Часть загрузки, расположенная ближе к оси вращения, скатывается вниз по подстилающим слоям. Материал измельчается в результате истирания при относительном перемещении мелющих тел и частиц материала, а также вследствие удара.

Наиболее эффективными мелющими телами в лабораторных шаровых мельницах для перемалывания является шары из окиси алюминия, также используются шары из различных твердых материалов (нержавеющая сталь, сверхтвердые сплавы, агат и др.). При обработке пиротехнических смесей используются керамические шары.

В промышленности используют шаровые мельницы с непрерывной подачей сырья на входе и с обработкой готового продукта на выходе. На тепловых электростанциях барабанно-шаровые мельницы применяются для помола углей. Шаровые мельницы не могут использоваться для обработки некоторых пиротехнических смесей из-за возможности протекания химической реакции.

В лабораториях для помола небольших количеств твердых веществ применяют виброшаровые мельницы с электроприводом. Основная деталь конструкции - стальной, керамический или агатовый стакан с крышкой, частично заполненный шариками диаметром около 5-6 мм из того же материала, что и стакан. Несколько (до 6) стаканов вставляются и закрепляются в виброобойме, которая приводится в вибрацию электродвигателем с эксцентриком на оси. Кроме того, в лабораторной практике используют планетарные шаровые мельницы.

Мельницы шаровые предназначены для сухого и мокрого помола различных рудных и нерудных полезных ископаемых, строительных материалов различной твердости.

- измельчение сырьевых материалов и клинкера при производстве цемента
- измельчение мрамора при производстве микрокальцита
- измельчение нерудных полезных ископаемых при производстве гипса, минерального порошка
- измельчение различных материалов
- измельчение угля на тепловых электростанциях с пылеугольными котлоагрегатами

Таблица 1 – Номинальная частота вращения вала

Номинальные передаточные отношения, $i$	Номинальная частота вращения быстроходного вала, об/мин	Номинальный крутящий момент на тихоходном валу при тяжелом (Т) режиме работы (ПВ40%), Нхм	Масса, кг
12,5; 18; 25; 28; 34,4	600; 750; 1000	70000 , 95000	6 100

### 1.1.2 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 выбранного механизма. 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, постановка 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.

Мельницы шаровые предназначены для помола различных рудных и нерудных полезных ископаемых, строительных материалов средней твердости. Мельницы используются при производстве стройматериалов (гипс, силикатный кирпич, сухие смеси и др.), при производстве материалов для асфальтобетона (минеральный порошок), при производстве сырья для ЛКМ, бумаги (микрорамор, микрокальцит), в горнорудной, горнохимической и других отраслях промышленности.

Мельницы шаровые работают в различных технологических схемах (в открытом или закрытом цикле) и позволяет получать однородный по тонкости продукт измельчения с помощью мелющих тел (шаров и цилиндров).

Производительность мельницы зависит от свойств измельчаемых материалов (прочность, размолоспособность), крупности материалов на входе (до 50 мм), влажности материалов (до 0,5 %), тонкости помола, равномерности питания, заполнения мелющими телами и материалом.

- диаметр шаров — от 30 мм
- крупность обрабатываемого сырья (на входе) — до 50 мм
- тонкость помола (на выходе) - до 2 мкм
- диаметр барабана — от 900 мм
- длина барабана — от 1500 мм
- объём барабана — от 0,9 м<sup>3</sup>
- мощность электродвигателя — от 18 кВт
- рабочее напряжение — от 380 В
- производительность — от 2 т/ч
- масса — от 5 т

### **1.1.3 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 стендов. Так как производство серийное – нецелесообразно применять поточно-конвейерное оборудование. Целесообразно принять ручную форму сборки на верстаках.

## **1.2 Проектирования технологического процесса изготовления шкива**

### **1.2.1 Анализ технических условий на изготовление детали**

Деталь «шкив» представляет собой фрикционную вращающуюся деталь ремённой передачи, выполненную в виде колеса, охватываемого гибкой связью (ремнем). Служебное назначение шкива состоит в использовании его как одной из основных частей ременной передачи.

Передающие вращающий момент рабочие шкивы (ведущий и ведомый) закрепляют на валах посредством шпоночных, зубчатых, штифтовых и прочих соединений. Не передающие вращающего момента шкивы (холостые шкивы, натяжные ролики) свободно вращаются на валах или осях. Конструкции шкивов отличаются большим разнообразием.

Шкив малых диаметров выполняют монолитными, средних и больших диаметров – имеют ступицу и обод, связанные диском или спицами. Крупные шкивы иногда выполняют из двух половин, соединённых болтами. Изготавливают Шкив из чугуна, стали лёгкого сплава, пластмассы, иногда дерева.

Шкив под плоские ремни имеет цилиндрическую или слегка выпуклую рабочую поверхность для предохранения ремня от сбегания, с той же целью шкивы иногда снабжаются ребордами. Шкив под клиновые и поликлиновые



ремни имеют канавки трапецеидального профиля. Шкив под ремень круглого сечения снабжают канавкой со скруглённым дном.

Шкив зубчаторемennых передач имеют зубья, идущие в осевом направлении, и реборды. Ступенчатые шкивы применяют в передачах с регулированием передаточного отношения путём перевода ремня с одной ступени на другую. Раздвижные конические шкивы в бесступенчатых передачах с широким клиновым ремнем выполняют с одним или обоими подпружиненными передвижными конусами, а также с принудительным перемещением одного или обоих конусов.

Данная деталь «шкив» представляет собой колесо, которое является частью ременной передачи. Служебное назначение шкива состоит в том, чтобы передавать крутящий момент через ремень на вал. С валом шкив соединяется посадкой с натягом, прижимается шайбой и фиксируется болтами. Во внутреннюю часть шкива крепится зубчатая полумуфта переходной посадкой и фиксируется штифтом. Соединение деталей осуществляется под прессом. При работе данного механизма вращение шкива на валу передается на зубчатую полумуфту, далее через зубчатую втулку – на полумуфту и на вал [1].

### 1.2.2 Определение типа производства

Технология изготовления деталей в значительной степени зависит от типа производства. Поэтому, приступая к разработке технологического процесса на заданную деталь, необходимо предварительно установить, к какому типу будет относиться производство данной детали, учитывая ее размеры и объем годового выпуска [2].

Согласно ГОСТ 3.1121–84 тип производства характеризуется коэффициентом закрепления операций  $k_{з.о.}$ , который определяется выражением 4:

$$k_{з.о.} = \frac{O}{P}, \quad (4)$$

где  $O$  – суммарное число различных операций, выполняемых на производственном участке за месяц;

$P$  – число рабочих мест, выполняющих различные операции [2].

Серийным называется такое производство, при котором изготовление изделий производится партиями или сериями, состоящих из одноименных, однотипных по конструкции и одинаковых по размерам изделий, запускаемых в производство одновременно. Основным принципом этого вида производства является изготовление всей партии (серии) целиком, так и сборки детали.

В серийном производстве в зависимости от количества изделий в серии, их характера и трудоемкости, частоты повторяемости серии в течение года, различают мелко-, средне- и крупносерийное производство. В серийном производстве технологический процесс преимущественно дифференцирован, т.е. расчленён на отдельные операции, которые закрепляются за отдельными

станками. Станки, применяемые в серийном производстве: универсальные, специальные, агрегатные и автоматизированные.

При дипломном проектировании тип производства условно можно определить, пользуясь зависимостью типа производства от объема годового выпуска и массы детали. Масса детали 31 кг, годовой объем выпуска 3000 штук, исходя из этого, принимаем крупносерийное производство.

Оно характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых партиями и большим объемом выпуска. В крупносерийном производстве технологический процесс изготовления детали дифференцирован, то есть, расчленен на отдельные самостоятельные операции, выполняемые на специальных станках [2].

В зависимости от производственной программы и характера продукции выделяют три типа производства: единичное, серийное и крупносерийное. Тип производства характеризуется тактом выпуска и коэффициентом серийности. Величина такта выпуска рассчитывается по формуле 5:

$$t_g = \frac{F_a \cdot 60}{N}, \quad (5)$$

$$t_g = \frac{2070 \cdot 60}{1000} = 41,4 \text{ мин / шт},$$

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

$N = 1000 \text{ шт}$  – годовая производственная программа выпуска изделия.

Коэффициент серийности определяется по формуле 6:

$$K_{сер} = \frac{t_g}{T_{шт}}, \quad (6)$$

$$K_{сер} = \frac{41,4}{17} = 2,4,$$

где  $T_{шт} = 17 \text{ мин}$  – штучное время обработки детали.

$K_{сер} = 2 \div 10$  – коэффициент серийности для крупносерийного производства [2].

### 1.2.3 Служебное назначение и технологический анализ

Ременные 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 ременного зацепления. Данное шкив входит в состав мельницы. Изготовлен из стали 45. 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 кл. точности по 11 качеству точности, поверхность зубьев. От точности изготовления детали зависит точность работы узла.

Шкив насаживается на вала с помощью шпонки, следовательно требования к этим поверхностям высокие  $\text{Ø}22\text{H}7$  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  $5\text{Js}9^{(\pm 0,031)}$  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  $\text{Ø}220$  с шероховатостью поверхности  $\sqrt{Ra} 6,3$ , так же обрабатывается торец шкива  $\text{Ø}220^{-0,9}$  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.

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 шкив 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  $K_{\text{ВТ}}=0,7$ ; II – литье в кокиль  $K_{\text{ВТ}}=0,8$ .

I. Определяем массу заготовки [2]

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

где  $G_{заг}$  – масса заготовки;

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

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

II. Определяем массу заготовки [2]

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

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

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

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

где:  $C_i$  – базовая стоимость штамповки (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 кокиль определяется по формуле:

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

где:  $C_i$  – базовая стоимость штамповки (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.

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

Дешевле всего заготовка полученная II способом литьем в кокиль. Следовательно лучше принять II способ производства заготовок.

Трудоемкость сборочных работ:

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

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

$$T_{\text{сб}} = T_{\text{сб}} \cdot N = 62,45 \cdot 1000 = 6245000 \text{ норма/час.} \quad (8)$$

Сравнительный критерий трудоемкости сборочных процессов:

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

$T_{\text{сб}}$  – трудоемкость сборочных операции;

$T_{\text{м}}$  – трудоемкость подготовки заготовки.

$$\varphi_{\text{н.а}} = 62,45 / 75,75 = 0,82.$$

$$k_{\text{рас}} = T_{\text{сб.уз}} / T_{\text{сб}} \text{ ,} \quad (10)$$

$T_{\text{сб.уз}}$  – трудоемкость сборочных операций узла;

$T_{\text{сб}}$  – трудоемкость сборочных операций.

$$k_{\text{рас}} = 10,3 / 62,45 = 0,16.$$

Коэффициент совмещения сборочных процессов:

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

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

$T_{\text{пр}}$  – трудоемкость совмещения операций.

$$k_{\text{н.а.н.а}} = \frac{62,45 - 9}{62,45} = 0,856.$$

### 1.2.5 Нормирование сборочных работ

Норма оперативного штучного времени):

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

где  $\alpha, \beta, \gamma$  - 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 вале, 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):

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

где  $n$  - количество операции;

$$T_{сб} = 50,36 \text{ мин.}$$

Годовая трудоемкость определяется по формуле:

$$T_{\text{сб}} = T_{\text{шт}} \cdot N = 50,36 \cdot 1000 = 5036000 \text{ норма/час.} \quad (15)$$

### 1.2.7 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.

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 многоместной обработки. Возможность обработки максимального количества диаметров высокопроизводительными методами и инструментами.

Материал детали – Сталь 45 ГОСТ 1050 -88; улучшение: 230...260НВ;  $\delta_B = 750$  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:

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

$K_p$ - 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 220,52h9-2мм;	длина $l = 20$ мм-1,7мм
-Ø 145-2мм;	толщина $b = 20$ мм-2мм
-Ø 22H7-1,7мм;	глубина 20-1,6мм
-Ø 48-1,7мм ;	

Размеры заготовки – по одной поверхности в расчете припусков.

- $\varnothing 220,52h9-193,52+2 \cdot 2 = 220,52$  мм,;  
 - $\varnothing 145-143$  мм;  
 - $\varnothing 22H7-45-2 \cdot 1,7 = 18,6$  мм, 42 мм;  
 - $\varnothing 68-68+2 \cdot 1,7 = 71,4$  мм, 71 мм;  
 - $l=50$  мм- $50+2 \cdot 1,7 = 53,4$  мм, 53 мм;  
 терендік 20 мм- $20+1,7-1,6=20,1$ , 20 мм.  
 Внешний радиус скругления 2 -2,5 мм,

### 1.2.8 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. 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 входит в состав редуктора. Изготовлен из стали 45.

Таблица 1 - Маршрут обработки зубчатого колеса

№ Операций	Содержание операции	Наименование оборудования	Приспособление
005	Токарная Обработка поверхностей: $\varnothing 220h9/ \varnothing 145$ ; $l=20$ мм	Токарно-винторезный станок 16Б05П	Трехкулачковый патрон
010	Токарная Точение поверхностей: $\varnothing 220,52h9$ мм, $L=20$ мм	Токарно-винторезный станок 16Б05П	Трехкулачковый патрон
015	Токарная Точение поверхностей: $\varnothing 220/ \varnothing 95$ мм с двух сторон, глубина 2 мм	Токарно-винторезный станок 16Б05П	Трехкулачковый патрон
020	Токарная Точение отверстий: $\varnothing 22H7$ шлифование, $L=20$ мм	Токарно-винторезный станок 16Б05П	Трехкулачковый патрон
025	Сверление сверление 4-х отверстий $\varnothing 48$ , $L=20$ мм	Вертикально-сверлильный станок 2Н150	Инструмент



030	Протяжная Продольная протяжка 51s9, L=50 мм	Продольно-протяжной станок 7Б55У	Твердая стойка, УСПО
040	Шлифование Шлифование отверстий: Ø22H7	Внутришлифовальный станок 3К227А	Трехкулачко- вый патрон
045	Мойка Мойка детали	Моечная машина	
050	Технический контроль		

### 1.2.9 Расчет режимов резания и нормирование технологических операций

Операция: №005 Токарная

Точение поверхностей: Ø220 с двух сторон в размер 20,.

Твердый режущий сплав с пластиной Т15К6.

1. Глубина резания:

$$t = \frac{(d_1 - d_2)}{2} = \frac{(53 - 50)}{2} = 1,5 \text{ мм.} \quad (20)$$

Глубина резания в один проход:  $t=0,5$ мм

Число проходов  $i = \frac{1,5}{0,5} = 3$

2. Определение подачи:  $S=0,38$  мм/об..

предел прочности обрабатываемого материала  $\sigma_B=750$ МПа.

3. Скорость резания:

$$v = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} = \frac{350 \cdot 0,8}{45^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,38^{0,35}} = 203,58 \text{ м/мин,} \quad (21)$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_{rv} = 1 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,8. \quad (22)$$

Коэффициент учитывающий физико-механические свойства обрабатываемого материала:

$$K_{mv} = \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{mv} = \left( \frac{750}{750} \right)^1 = 1, \quad (23)$$

По таблице 2, 262 стр., [6] принимаем  $K_r=1$  мен  $n_v=1$ .  
 $K_{nv}=0,8$ ,  $K_{uv}=1$ ,  $K_{\phi v}=1$ ;  $\phi=45^\circ$ ,  $K_{rv}=1$ ;  $r=2$ мм.  
 $C_v=350$ ,  $x=0,15$ ;  $y=0,35$ ;  $m=0,2$ .  
 Период постоянства:  $T=45$  мин ( $T=30\dots 60$  мин)

4. Количество оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 203,58}{3,14 \cdot 220} = 913,2 \text{ об/мин.} \quad (24)$$

Корректируем по паспорту станка.  $n = 920$  об/мин.  
 Тогда, скорость резания:

$$V_\delta = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 71 \cdot 920}{1000} = 205,1 \text{ м/мин.} \quad (25)$$

5. Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^1 \cdot 0,38^{0,75} \cdot 205,1^{-0,15} \cdot 1 = 324 \text{ Н,} \quad (26)$$

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 1$$

$$K_{Mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = 1; n=0,75 \quad (27)$$

где  $K_{\phi p}=1$ ;  $\phi = 45^\circ$ ;  $K_{\lambda p}=10^0$ ;  $K_{\lambda p}=1$ ;  $\lambda = -5^\circ$ ;  $K_{rp}=1$ ; Т15К6- твердый сплав.  
 $C_p=300$  коэффициент и  $x=1$ ,  $y=0,75$ ,  $n=0,15$ .

6. Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{324 \cdot 205,1}{1020 \cdot 60} = 1,09 \text{ кВт.} \quad (28)$$

Потребная мощность станков:

$$N_{ст} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,09}{0,75} = 1,45 \text{ кВт,} \quad (29)$$

$\eta=0,75$  – к.п.д станок.

Подбираем токарно-винторезный станок 16Б05П,  $N=1,5$ кВт;  
 $D_{max}=320$ мм;  $n=30\dots 3000$  об/мин.

7. Основное время операции:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{2 \cdot 22,5 \cdot 3}{920 \cdot 0,38} = 0,39 \text{ мин}, \quad (30)$$

$L=1+l_1+l_2=22,5 \text{ мм.};$

$l=14,5 \text{ мм.}$

$l_1=3 \text{ мм.}$

$l_2=5 \text{ мм.}$

Вспомогательное время  $t_{\text{вспом}} = 1,25 \text{ мин.}$

8. Время технического обслуживания на рабочем месте:

$$(31) \quad t_{\text{обс}}=0,046 \cdot T_o = \quad \quad \quad 0,046 \cdot 0,39=0,02 \quad \quad \quad \text{мин.}$$

9. Штучное время:

$$t_{\text{шт}}=T_o+t_{\text{всп}}+t_{\text{обс}}=0,39+1,25+0,02=1,66 \text{ мин.} \quad (32)$$

Операция: №005 Токарная

Точение поверхностей:  $\varnothing 145$  с двух сторон в размер 20,

Твердый режущий сплав с пластинкой Т15К6.

1. Глубина резания:

$$t = \frac{(d_1 - d)}{2} = \frac{(53 - 50)}{2} = 1,5 \text{ мм.}$$

Глубина резания в один проход:  $t=0,5 \text{ мм}$

Число проходов  $i = \frac{1,5}{0,5} = 3.$

2. Определение подачи:

$S=0,38 \text{ мм/об.}$

предел прочности обрабатываемого материала  $\delta_B=750 \text{ МПа.}$

3. Скорость резания:

$$v = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} = \frac{350 \cdot 0,8}{45^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,38^{0,35}} = 203,58 \text{ мм/мин,}$$

$K_v$  – поправочный коэффициент при резании.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_{rv} = 1 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,8.$$

Коэффициент учитывающий физико-механические свойства обрабатываемого материала:

$$K_{Mv} = \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = \left( \frac{750}{750} \right)^1 = 1.$$

По таблице 2, 262 стр., [6] принимаем  $K_r=1$  мен  $n_v=1$ .

$K_{nv}=0,8$ ,  $K_{uv}=1$ ,  $K_{\phi v}=1$ ;  $\phi=45$ ,  $K_{rv}=1$ ;  $r=2$ мм.

$C_v=350$ ,  $x=0,15$ ;  $y=0,35$ ;  $m=0,2$ .

Период постоянства:  $T=45$  мин ( $T=30\dots 60$  мин)

4. Количество оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 203,58}{3,14 \cdot 198} = 327,4 \text{ об/мин.}$$

Корректируем по паспорту станка.  $n = 330$  об/мин.

Тогда, скорость резания:

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 198 \cdot 330}{1000} = 205,2 \text{ м/мин.}$$

5. Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^1 \cdot 0,38^{0,75} \cdot 205,2^{-0,15} \cdot 1 = 324 \text{ Н,}$$

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 1.$$

$$K_{Mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = 1; n=0,75$$

$K_{\phi p}=1$ ;  $\phi = 45^0$ ;  $K_{\lambda p}=10^0$ ;  $K_{\lambda p}=1$ ;  $\lambda = -5^0$ ;  $K_{rp}=1$ ;

Твердый режущий сплав с пластижкой Т15К6.

$C_p=300$  коэффициент и  $x=1$ ,  $y=0,75$ ,  $n=0,15$ .

6. Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60} = \frac{324 \cdot 205,2}{1020 \cdot 60} = 1,09 \text{ кВт.}$$

Потребная мощность станков:

$$N_{ст} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,09}{0,75} = 1,45 \text{ кВт,}$$

$\eta=0,75$  – к.п.д станок.



Выбираем токарно-винторезный станок 1Г340, N=1,5кВт;  
D<sub>max</sub> =320 мм; n=30...3000 об/мин.

7. Основное время операции:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{2 \cdot 24 \cdot 3}{330 \cdot 0,38} = 1,15 \text{ мин.},$$

L=l+l<sub>1</sub>+l<sub>2</sub>=24мм.

l=16мм, l<sub>1</sub>=3мм, l<sub>2</sub>=5мм.

Вспомогательное время t<sub>вспом</sub> = 1,25 мин.

8. Время технического обслуживания на рабочем месте:

$$t_{\text{обсл}}=0,046 T_0=0,046 \cdot 1,15=0,05 \text{ мин.}$$

9. Штучное время:

$$t_{\text{шт}}=T_0+t_{\text{всп}}+t_{\text{обсл}}=1,15+1,25+0,05=1,69 \text{ мин.}$$

Операция: №025 Сверление.

Сверление 4-х отверстий: d=48 мм.

Диаметр сверла: D=20мм.

Глубина отверстия: l=10мм.

Сверло – быстрорежущая сталь P5M5.

Глубина резания: t=D/2=13мм.

Подача: S=0,12 об/мин.

Предел прочности обрабатываемого материала: δ<sub>B</sub>=750МПа.

1.Скорость резания:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q \cdot K_V}{T^m \cdot S^y} = \frac{9,8 \cdot 26^{0,4} \cdot 0,8}{25^{0,2} \cdot 0,12^{0,7}} = 66,02 \text{ м/мин.},$$

K<sub>V</sub> – поправочный коэффициент при резании.

$$K_V = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_{rv} = 1 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,8,$$

Коэффициент учитывающий физико-механические свойства обрабатываемого материала:

$$K_{mv} = \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = \left( \frac{750}{750} \right)^1 = 1.$$

По таблице принимаем  $K_r=1$  и  $n_v=0,9$ .

$K_{IV}=0,8$ ,  $K_{IV}=1$   $I/D < 2,125$ .

Период постоянства выбираем в соответствии с диаметром сверла:  $D=26$  мм для сверла  $T=25$  мин.

$C_v=7$  коэффициент и  $q=0,4$ ,  $y=0,7$   $S < 0,2$ ,  $m=0,2$  для быстрорежущей стали Р5М5.

2. Количество оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 66,02}{3,14 \cdot 26} = 808,7 \text{ об/мин,}$$

Корректируем по паспорту станка:  $n_d = 810$  об/мин.

Скорость резания:

$$V_\varrho = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 26 \cdot 810}{1000} = 63,6 \text{ м/мин.}$$

3. Момент кручения:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 26^2 \cdot 0,12^{0,8} \cdot 1 = 42,8 \text{ Нм,}$$

$$K_p = K_{M_p} \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = 1$$

$C_M=0,0345$ ;

$q=2$ , Р6М5.;

$y=0,8$   $S \leq 0,2$ ; Р6М5.

Осевое усилие:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 26^1 \cdot 0,12^{0,7} \cdot 1 = 4008 \text{ Н,}$$

$C_p=68$ ;  $q=1$ ;  $y=0,7$  степени Р6М5 быстрорежущая сталь.

4. Необходимая мощность для режима резания:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{42,8 \cdot 808,7}{9750} = 3,56 \text{ кВт.}$$

Потребная мощность станков:

$$N_{ст} = \frac{N}{\eta} = \frac{3,56}{0,75} = 4,74 \text{ кВт,}$$

$\eta=0,75$  – к.п.д станок.

Подбираем вертикально-сверлильный станок 2Н150.:

$N=7,5$  кВт,  $n=22 \dots 1000$  айн/мин.

5. Основное время операции:

$$T_0 = \frac{4 \cdot L}{n \cdot S} = \frac{4 \cdot 10}{808,7 \cdot 0,12} = 0,62 \text{ мин.},$$

$$L = l + l_1 + l_2 = 15 \text{ мм.}, l = 10 \text{ мм.}, l_1 = 3 \text{ мм.}, l_2 = 2 \text{ мм.}$$

Вспомогательное время  $t_{всп} = 0,72$  мин.

6. Время технического обслуживания на рабочем месте:

$$t_{обс} = 0,035 \cdot T_0 = 0,035 \cdot 0,62 = 0,02 \text{ мин.}$$

7. Штучное время:

$$t_{шт} = T_0 + t_{всп} + t_{обс} = 0,62 + 0,72 + 0,02 = 1,36 \text{ мин.}$$

Операция: №030 Протяжная.

протягивание  $b = 51 \text{ с}$ , длина протяжки:  $L = 20 \text{ мм.}$

Предел прочности обрабатываемого материала  $\delta_B = 750 \text{ МПа.}$

Шаг режущего зуба при протяжке:  $t = 7 \text{ мм.}$

Количество режущих зубьев в одно время:

$$z_1 = L/t = 20/7 = 2,86.$$

количество зубьев в одной секции:  $z_c = 1.$

периметр резания:  $B = 21,6 \text{ мм.}$

1. Периметр резания в соответствии с обрабатываемой поверхностью и площади и размеров резания:

$$\sum B = \frac{B \cdot z_1}{z_c} = 154,2 \text{ мм.}$$

Твердость 210...240 НВ 1.

Скорость резания при продольной протяжке:  $V = 6 \text{ м/мин.}$

2. Сила резания при продольной протяжке:

$$P_z = P \cdot \sum B = 280 \cdot 154,2 = 43176 \text{ Н,}$$

$P = 280 \text{ Н/мм.}, S_z = 0,08 \text{ мм/зуб}$  и  $\text{НВ} > 229.$

3. Мощность необходимая для станка:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{61200 \cdot \eta} = \frac{43176 \cdot 6}{61200 \cdot 0,75} = 5,64 \text{ кВт,}$$

$\eta = 0,75$  к.п.д станок.

Выбираем продольно-протяжной станок 7Б55У.

$N = 17 \text{ кВт; } P_{тяг} = 100 \text{ кН; } V = 1,5 \dots 11,5 \text{ м/мин, } V_{обр.ход} = 20 \dots 25 \text{ м/мин.}$

4. Время технологического резания при продольной протяжке:

$$T_0 = \frac{2 \cdot h \cdot L \cdot \eta_k \cdot K_x}{1000 \cdot V \cdot S_z \cdot z_1} = \frac{2 \cdot 0,8 \cdot 50 \cdot 1,25 \cdot 1,3}{1000 \cdot 6 \cdot 0,08 \cdot 7,14} = 0,04 \text{ мин.}$$

$K_x = (V + V_x) / V_x = 1,3$ ;

$h = 0,8$  мм., принимаем  $\eta_k = 1,25$ .

Вспомогательное время  $t_{всп} = 0,35$  мин.

5. Время технического обслуживания на рабочем месте:

$$t_{обс} = 0,07 \cdot t_{оп} = 0,07 \cdot (T_0 + t_{всп}) = 0,07 \cdot (0,04 + 0,35) = 0,06 \text{ мин.}$$

6. Штучное время:

$$T_{штуч} = T_0 + t_{всп} + t_{обс} = 0,04 + 0,35 + 0,06 = 0,45 \text{ мин.}$$

Операция: №035 Зубофрезерная.

$z = 94$ ; модуль  $m = 2$  мм; длина зуба  $L = 50$  мм.

Материал: Сталь 45, улучшение 210...240 НВ,  $\sigma_B = 750$  Мпа.

быстрорежущий резец P18 для одного винторезного прохода:

$N = 0,4$  кВт,  $V = 22$  м/мин.

1. Расчетный коэффициент материала обрабатываемого колеса:

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^{0,3} = 1.$$

2. Необходимая мощность станка:

$$N = \frac{K_{MP} \cdot N}{\eta} = \frac{1 \cdot 0,4}{0,75} = 0,533 \text{ кВт.}$$

$\eta = 0,75$  к.п.д. станок.

Выбираем зубофрезерный полуавтомат 5К310;

$N = 2,2$  кВт;  $D_{max} = 200$ ;  $m_{max} = 4$  мм;  $n = 60 \dots 480$  об/мин.

3. Основное технологическое время резания:

$$T_0 = \frac{(L + L_1) \cdot z}{n \cdot S} = \frac{(50 + 16,9) \cdot 94}{100 \cdot 2} = 31,44 \text{ мин.}$$

$$L_1 = \sqrt{f_{\hat{A}} \cdot (d - H_{\hat{A}})} = \sqrt{4,334 \cdot (70 - 4,334)} = 16,9 \text{ мм.}$$

$$H_B = 2,167 \cdot m = 2,167 \cdot 4 = 4,334 \text{ мм- тісті қию кіреkesуі.}$$

4. Оборот фрезы:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 22}{3,14 \cdot 70} = 100,091 \text{ об/мин,}$$

$d=70$  мм- диаметр фрезы;

$n=100$  об/мин согласно выбранного станка;

$S=2$  мм/об- подача.

Вспомогательное время  $t_{всп}=1,25$  мин.

5. Время технического обслуживания на рабочем месте:

$$t_{обсл}=0,08 \cdot t_{оп}= 0,08 \cdot (T_0 + t_{обс})=0,08 \cdot (31,44+1,25)=2,62 \text{ мин.}$$

6. Штучное время:

$$T_{штуч}=T_0+t_{всп}+t_{обс}=31,44+1,25+2,62=35,3 \text{ мин.}$$

Операция: №040 Шлифование.

Шлифование отверстий:  $\text{Ø}45\text{H}7$ ,  $d=45$  мм

Шлифование по всей поверхности внутренних размеров колеса.

Скорость колеса:  $V_K=30$  м/с.

Скорость заготовки:  $V_3=32$  м/мин.

Глубина резания:  $t=0,01$  мм.

Подача:  $S = 0,4 \cdot V = 0,4 \cdot 20 = 8$  об/мм.

Ширина колеса:  $B=20$  мм.

Длина шлифования:  $L=50$  мм.

1. Мощность шлифования:

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot S^y \cdot d^q = 0,28 \cdot 32^{0,6} \cdot 0,01^{0,6} \cdot 8^{0,5} \cdot 45^{0,5} = 2,56 \text{ кВт,}$$

$C_N=0,28$ ;  $r=0,6$ ;  $x=0,6$ ;  $y=0,5$ ;  $q=0,5$ .

2. При к.п.д –  $0,75$ , необходимая мощность станка:

$$N_{ст} = \frac{N}{\eta} = \frac{2,56}{0,75} = 3,4 \text{ кВт.}$$

Выбираем внутришлифовальный станок 3К227А:  $N=4$  кВт;  $D_{\max}=150$ ;

$n=60 \dots 120$  об/мин,  $n_k=9000, 12000, 18000, 22000$  об/мин.

3. Основное технологическое время при шлифовании:

$$T_0 = \frac{2 \cdot L_x \cdot h \cdot K_m}{n \cdot S_B \cdot B \cdot S_n} = \frac{2 \cdot 90 \cdot 0,1 \cdot 1,6}{94,362 \cdot 0,035 \cdot 20 \cdot 0,7} = 0,65 \text{ мин,}$$

$L_x = L + 2 \cdot B = 50 + 2 \cdot 20 = 90$  мм.;

$h=0,1$  мм.

4. Оборот вращения детали:

$$n = \frac{1000 \cdot V_3}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 32}{3,14 \cdot 45} = 94,362 \text{ об/мин.}$$

По станку выбираем  $n=90$  об/мин.

$S_B=0,035$  мм/движ. вертикальная подача стола;

$S_n=0,7$  – подача по ширине колеса;

$K_m=1,6$  – коэффициент по точности шлифования и износу колеса.

Вспомогательное время  $t_{всп} = 1,29$  мин.

5. Время технического обслуживания на рабочем месте:

$$t_{обс}=0,077 \cdot t_{оп} = 0,077 \cdot (T_0 + t_{всп}) = 0,077 (0,65 + 1,29) = 0,15 \text{ мин.}$$

6. Штучное время:

$$T_{штуч} = T_0 + t_{всп} + t_{обс} = 0,65 + 1,29 + 0,15 = 2,09 \text{ мин.}$$



## **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.

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.

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.

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. [13].

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

### 2.3 Составление схемы сил, действующих на заготовку и расчет зажимного устройства

Составляем схему сил, действующих на заготовку. Схема показана на рисунке 3.1.

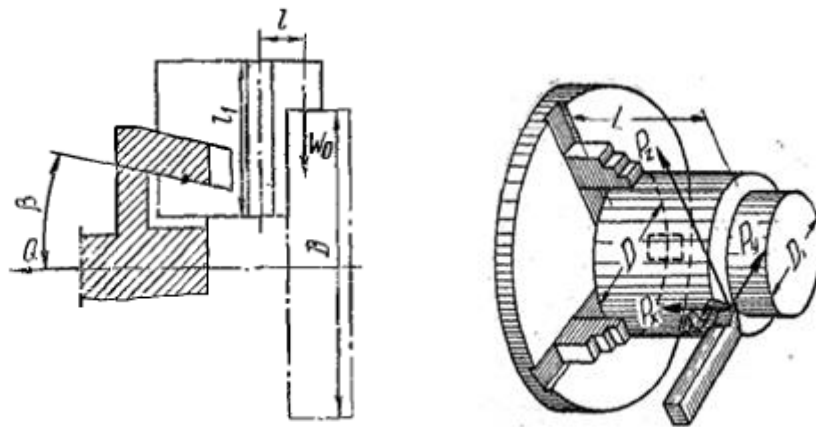


Рисунок 2.1 Схема расположения действующих сил при закреплении детали

Усилие зажима детали одним кулачком патрона равно:

$$W = \frac{W_{\text{сум}}}{n}, \quad (33)$$

где  $n$  — количество кулачков в патроне;

$$W_{\text{сум}} = \frac{K \cdot P_z \cdot R_o}{f \cdot R}, \quad (34)$$

где  $K$  — коэффициент запаса;

$f = 0,25$  — коэффициент трения;

$R = 147,5$  мм — радиус зажатой детали;

$R_o = 120$  мм — радиус обработанной части детали

Определим коэффициент запаса для самоцентрирующегося трехкулачкового патрона с пневматическим приводом зажима:

$$K_{\text{зап}} = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6 = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 2,7 \quad (35)$$

$$W_{\text{сум}} = \frac{K \cdot P_z \cdot R_o}{f \cdot R} = \frac{5617,62 \cdot 2,7 \cdot 120}{0,25 \cdot 147,5} = 49358,88 \text{ Н}$$

$$W = \frac{49358,88}{3} = 16452,96 \text{ Н}$$

Определяем осевую силу на штоке. Для этого составим схему патрона и воспользуемся формулой требуемой силы привода.

$$Q = n K_1 \left( 1 + \frac{3 \cdot l \cdot f_1}{l_1} \right) \cdot \text{tg}(\beta + \alpha) \cdot W_0 \quad (36)$$

где  $K_1 = 1,05 - 1,2$  — коэффициент, учитывающий дополнительные силы трения в патроне;

$f = 0,20 - 0,25$  — коэффициент трения между направляющей поверхностью кулачка и пазом корпуса патрона;

$\alpha = 40$  мм;  $h = 65$  мм;  $L = 55$  мм;  $L_1 = 65$  мм.

$$Q = 3 \cdot 1,05 \left( 1 + \frac{3 \cdot 58 \cdot 0,25}{161} \right) \cdot \text{tg}(18 + 2) \cdot 49359,88 = 17965,163 \text{ Н}$$

Определяем диаметр пневмоцилиндра

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta}{4} \quad (37)$$

откуда:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot p \cdot \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 17965,163}{3,14 \cdot 0,39 \cdot 0,85}} = 225 \text{ мм}$$

Принимаем диаметр пневмоцилиндра  $D = 250$  мм.

### **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.

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.

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;

#### **3.1 Определение количества основного оборудования в цехе**

Количество оборудования необходимое в производственном помещении определяется по следующей формуле:

$$C_p = \frac{N \cdot \sum t_{и-к}}{60 F_{\dot{a}} \cdot k_{з.сп}}, \quad (38)$$

$t_{\phi-\epsilon}$  - штучно-калькуляционное время на изготовление одной детали (станок/час);

$N$  - годовая программа;

$F_{\dot{a}}$  - годовой фонд времени работы оборудования;

$F_{\dot{a}} =$  фонд времени - 4015 часов в 2 смены;

$k_{з.сп}$  - средний коэффициент закрепления операций.

1. Количество токарно-винторезного станка 16Б05П :

$$C_p = \frac{1000 \cdot 45,6}{60 \cdot 4015 \cdot 0,95} = 8,1 \text{ станок.}$$

Округляем до точного количества и принимаем 9 станков.

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

2. Количество вертикально-сверлильного станка 2Н150:

$$C_p = \frac{1000 \cdot 15,9}{60 \cdot 4015 \cdot 0,95} = 2,8 \text{ станок.}$$

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:

$$C_p = \frac{1000 \cdot 22,12}{60 \cdot 4015 \cdot 0,95} = 3,87 \text{ станок.}$$

округляем до точного количества и принимаем 4 станка.

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

4. Количество зубофрезерного полуавтомата 5К310:

$$C_p = \frac{1000 \cdot 25,4}{60 \cdot 4015 \cdot 0,95} = 4,4 \text{ станок.}$$

Округляем до точного количества и принимаем 5 станков.

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

5. Количество внутришлифовального станка 3К227А:

$$C_p = \frac{1000 \cdot 15,7}{60 \cdot 4015 \cdot 0,95} = 2,7 \text{ станок.}$$

Округляем до точного количества и принимаем 3 станка.

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

Общее количество основного оборудования:

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

Вспомогательное количество станков - 4% от общего количества станков:

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

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

### 3.2 Определение состава и количества рабочих в цехе

Количество рабочих определяют по количеству станков:

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

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

$C_{np}$  - количество оборудования - 26 станков;

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

$F_e$  - 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 м<sup>2</sup>:

Площадь для токарных станков:

$$S_{1+2} = 12 \cdot 26 = 310 \text{ м}^2.$$

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:

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

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

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

$$Q = P \cdot N = 122 \cdot 1,2 \cdot 65000 = 585600 \text{ кг} = 585,6 \text{ т}. \quad (42)$$

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:

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

### 3.5 Определение количества станков

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

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

$T_{cb}$  - трудоемкость на станке в течение 1 часа.

Необходимое для работы количество станков:

$$M_{cp} = \frac{T_{cb} \cdot N}{F_d \cdot P_{cp}} = \frac{1,038 \cdot 65000}{4015 \cdot 1,2} = 8,62 \approx 9 \text{ станков.} \quad (44)$$

Количество сборщиков – слесарей определяем:

$$R_{cp} = \frac{T_{cp} \cdot N}{\Phi_p} = \frac{1,038 \cdot 65000}{2070} = 10 \text{ рабочих.} \quad (45)$$

### 3.6 Определение площади сборочного участка

Принимаем в расчете на 1 человека площадь сборки 32-35 м<sup>2</sup> :

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

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:

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

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.

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 м<sup>2</sup>.

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

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте рассмотрена общая картина проектирования технологического процесса сборки мельницы и обработки шкива. 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 мельницы, 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. Выбранное количество и модели оборудования и инструмента обеспечивают обработку деталей с минимальным временем

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 шкива, то был проведен анализ всех его поверхностей и добавлены некоторые изменения;

- при анализе технических требований шкива, 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.

## 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 Горбацевич 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 Библиотека инструментальщика. Электронная версия: <http://www.info.instrumentmr.ru/>
- 13 Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений - Москва: Высшая школа, 1980. - 240 с.
- 17 Мельников Г.Н., Вороненко В.П. Проектирование механосборочных цехов - Москва: Машиностроение, 1990. - 352 с.
- 18 Мамаев В.С. Основы проектирования машиностроительных заводов. - Москва: Машиностроение, 1973 - 367 с.
- 19 Аскарлов Е.С Основы проектирования участка: Учебно-методические комплекс – Алматы: Каз НТУ, 2007 – 107 с.

## **Спецификация**

## Приложение