

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский-технический университет  
имени К.И.Сатпаева

Институт промышленной автоматизации и цифровизации им. А. Буркитбаева

Кафедра «Индустриальная инженерия»

Выполнил: Мелдетов Илияс Ерсинқазыұлы

“Компьютерно-интегрированная подготовка технологии изготовления детали «шків» в среде CAD/CAM. Годовая программа 2000 штук.”

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Специальность 5B071200 – Машиностроение

Алматы 2020

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет

имени К.И. Сатпаева

Институт промышленной автоматизации и цифровизации им. А. Буркитбаева

Кафедра «Индустриальная инженерия»

**ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ**

Зав. кафедрой

«Индустриальная инженерия»

Доктор PhD.

\_\_\_\_\_ Арымбеков

Б.С.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

**ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

На тему: «Компьютерно-интегрированная подготовка технологии изготовления детали «шків» в среде CAD/CAM. Годовая программа 2000 штук»

по специальности 5В71200 – Машиностроение

Выполнил

Мелдетов Илияс Ерсынқазыұлы

Рецензент

Научный руководитель

Профессор

\_\_\_\_\_ Ф.И.О.

\_\_\_\_\_ Аскаров Е.С.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

Алматы 2020

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет  
имени К.И. Сатпаева

Институт промышленной автоматизации и цифровизации им. А. Буркитбаева

Кафедра «Индустриальная инженерия»

**ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ**

Зав. кафедрой  
«Индустриальная инженерия»

Доктор PhD.

\_\_\_\_\_ Арымбеков  
Б.С.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение дипломной работы**

Обучающемуся *Мелдетову Илиясу Ерсинқазыұлы*

Тема: *«Компьютерно-интегрированная подготовка технологии изготовления детали «шків» в среде CAD/CAM. Годовая программа 2000 штук»*

Утверждена приказом Ректора Университета №762-б от «27» января 2020 г.

Срок сдачи законченной работы « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

Исходные данные к дипломной работе:

1. Размеры готовой детали
2. Марка стали обрабатываемой заготовки

Краткое содержание дипломной работы:

- а) общие сведения о детали
- б) графические материалы
- в) расчет нормирования и 3D моделирование обработки в программах AutoCAD.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): эскизы обработки и чертеж большого шкива.

Рекомендуемая основная литература:

1. И.С. Добрыднев «Курсовое проектирование по предмету технология машиностроения», М., «Машиностроение», 1985.
2. А.Н. Малов «Справочник технолога машиностроения», Т2, М., «Машиностроение», 1972.
3. В.Г. Сорокина «Марочник сталей и сплавов», М., «Машиностроение», 1989.

## ГРАФИК

Подготовки дипломной работы (проекта)

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Введение Общие сведения о шкивах		
Проектирование и составление маршрута технологического процесса изготовления шкива		

## Подписи

Консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу (проект) с указанием относящихся к ним разделов работы(проекта)

Наименование разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч.степень,звание)	Дата подписания	Подпись
Основная часть	Аскарлов Е.С., профессор		

Нормоконтролер	Аскаргов Е.С., профессор		
----------------	-----------------------------	--	--

Научный руководитель \_\_\_\_\_ Аскаргов Е.С.

Задание принял к исполнению обучающийся \_\_\_\_\_ Мелдетов И.Е.

Дата «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020г.

## АҢДАТПА

Бұл дипломдық жоба жұмыс бөлігін дайындаудың және оның бөлігін өңдеудің технологиялық процесі туралы жалпы ақпаратты қарастырады. Жиналған мәліметтер негізінде таңдау мен өңдеуге қойылатын техникалық талаптарға талдау жасалады. Берілген өндірістік бағдарламаны ескере отырып, өндіріс түрі анықталады, дайындаманы дайындау әдісін таңдау және негіздеу жүргізіледі. Процесс бағыты жасалып, санмен басқарылатын тиісті машиналардың таңдауы жасалуда. Бөлшекті өңдеуге арналған технологиялық процесті жобалау кезінде оны стандарттау жүзеге асырылады және бөлшекті өндірудің күрделілігі анықталады.

## АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте рассмотрены общие сведения о технологическом процессе изготовления заготовки и обработки детали. Основываясь на собранных данных, проводится анализ технических требований на выбор и обработку. При учете заданной программе выпуска определяется тип производства, производится выбор и обоснование метода выпуска заготовки. Разрабатывается маршрут технологического процесса и выбор соответствующих станков с числовым программным управлением. В ходе проектирования технологического процесса обработки детали, выполняется его нормирование и определяется трудоемкость производства детали.

## ANNOTATION

This diploma project discusses general information about the technological process of manufacturing a workpiece and processing a part. Based on the collected data, an analysis of the technical requirements for selection and processing is carried out. To take into account a given production program, the type of production is determined, and the selection and justification of the method of production of the workpiece is made. A process route is being developed and a selection of appropriate numerically controlled machines is being developed. During the design of the technological process for processing the part, its standardization is carried out and the complexity of the production of the part is determined.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Анализ детали шкив.....	4
1.1 Описание шкива и его служебного применения.....	4
1.2 Обзор технических и эксплуатационных требований детали .....	6
1.3 Выбор материала заготовки.....	7
2 Технологический процесс изготовления шкива .....	10
2.1 Выбор метода изготовления заготовки.....	10
2.2 Маршрут технологического процесса производства на серийном производстве детали.....	12
2.3 Описание станков с числовым программным обеспечением, используемых при изготовлении детали «шкив».....	14
Заключение .....	22
Список использованной литературы.....	23

## ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение – важнейшая отрасль промышленности. Его продукция – машины различного назначения – поставляются всем отраслям народного хозяйства. Рост промышленности и народного хозяйства, а также темпы зависят от уровня развития перевооружения их новой техникой в значительной степени машиностроения.

Одним из главных условий ускорения научно-технического прогресса являются рост производительности труда, увеличение эффективности и улучшение качества выпускаемой 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 17 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 Анализ детали шкив**

### **1.1 Описание шкива и его служебного применения**

«Шкив» полагает собою фрикционный крутящийся элемент передачи с ременной, изготавливаемую в форме колеса, огибаемого пластичной взаимосвязью так называемым ремнем. Один из ключевых рабочих элементов ременной передачи является шкив. Ступица – центральная часть шкива, обод – внешняя часть. Шкив транслирующий крутящий момент (ведомый также ведущий) на валах фиксируют с помощью зубчатых, штифтовых, шпоночных, а также других соединительных элементов. Шкивы, не транслирующие никак крутящий момент (ролики натяжные, шкивы холостые), легко вертятся осях либо на валах.

Использование шкивов клиновых в ременной передачи имеет несколько весомых причин:

- экономность
- плавность и бесшумность
- работа на высоких оборотах.

Однако есть и свои значительные недостатки клиновых шкивов:

- малые габариты
- необходимость дополнительных устройств
- большие нагрузки из-за натяга ремня

Системы шкивов различаются большим разнообразием. Шкивы маленьких диаметров изготавливают цельными, средних также больших диаметр – изготавливают со ступицей и ободом, сопряженные диском либо спицами. Крупные шкивы в некоторых случаях осуществляются с 2-ух половин, объединенных болтами. Выполняют шкив с(со) чугуна, стали легкого сплава, пластика, в некоторых случаях дерева. Шкив, изготавливаемый для плоских ремней, имеет цилиндрическую либо немного выпуклую рабочую поверхность с целью предохранения ремня от сходов, для схожего эффекта шкивы в некоторых случаях снабжаются ребордами.

Разновидности шкивов:

- клиновые шкивы;
- поликлиновые шкивы;
- зубчатые шкивы;
- вариаторные шкивы;
- шкивы под плоские ремни;
- шкивы под круглые ремни.

Шкив имеет канавки трапецеидального профиля для клиновых и поликлиновых ремней. Шкив снабжается канавкой с круглым днищем для ремней с круглым сечением. Зубьями обладают шкивы зубчаторемennых передач, исходящие в реборды, а также аксиальном направлении.

В передачах с регулировкой передаточного отношения, используют ступенчатые шкивы, по средствам перехода ремня со одной на другую ступень. Раздвигающиеся, с ёмким клинообразным ремнем в бесступенчатых передачах, конические шкивы изготавливают с одним либо двумя подпружиненными конусами с передвижения, но помимо того с насильственным движением одного либо двух конусов.

Шкив схож по форме с колесом, и есть составное звено ременной передачи. Рабочее назначение шкива заключается в том, чтобы крутящий момент передавать с ремня на вал. Посадка с натягом используется для соединения вала со шкивом, так же соединение шайбой укрепляются и болтами зажимаются. На внутреннее пространства «шкива» закрепляется зубчатая полумуфта переходной посадкой и закрепляется штифтом. Объединение элементов выполняется с помощью прессы. Во время работы этого механизма шкив вращаясь на валу передает крутящий момент на зубчатую полумуфту, после этого посредством зубчатой втулки – в полумуфту также на вал.

## **1.2 Обзор технических и эксплуатационных требований детали**

Выбор типа производства напрямую зависит от программы выпуска изделий. Перед разработкой технологического процесса выпуска данной детали, нужно заранее определить, к какому типу производства мы должны отнести заданную деталь, основываясь на ее размерах и объеме годового выпуска.

Серийное изготовление – это вид организации изготовления, характеризующийся синхронным производством в компании широкого спектра однородной продукции, производство которой повторяется на протяжении длительного периода. Продукт производится по отношению к продуктам в партиях и по отношению к элементу в партиях.

Серийное производство дает возможность стандартизировать конструкции элементов, продуктов, достигать типизации технологических процессов, а также оснастки.

Рынок сбыта продукции хорошо приспособил серийное производство к его изменяющимся условиям, в быстром темпе откликается на изменения потребностей заказчиков, может угодить покупателю по любому заказу, регулярно увеличивает конкурентоспособность издаваемого продукта.

В зависимости от объема серии разделяют на мелкосерийное, среднесерийное, а также крупносерийное производства. Основными факторами выбора типа производства являются такт выпуска изделий и коэффициент серийности. Величину такта выпуска можно посчитать по формуле:

$$K_{\text{сер}} = \frac{t_{\text{в}}}{T_{\text{шт}}} \quad (1.1)$$

где  $T_{\text{шт}} = 4,2$  мин

$$t_{\text{в}} = \frac{F_d * 60}{N} \quad (1.2)$$

где  $F_d$  - 2016 (действие годового фонда работы станка в год);

$N$  - 2000 шт. (годовая производственная программа выпуска изделий).

$$t_{\text{в}} = \frac{F_d * 60}{N} = \frac{2016 * 60}{2000} = 60,48 \text{ мин/шт}$$

$$K_{\text{сер}} = \frac{t_{\text{в}}}{T_{\text{шт}}} = \frac{60,48}{4,2} = 14,4$$

т.к.  $10 \leq K_{\text{сер}} \leq 20$  - среднесерийное производство.

### 1.3 Выбор материала заготовки

Клиноременные передачи используют 3-х видов:

- нормальные;
- узкие;
- поликлиновые.

Габариты передач использующие поликлиновые ремни в силу большой тяговой мощности выходят существенно меньшего размера, нежели с клиновыми. Интервал подходящих скоростей к клиноременным передачам от 5 до 40 м/с, передаточное число  $u \leq 7$ . Уменьшение размеров и малые габариты передач исполняются предпочтительным использованием мощностей до 50 кВт. Коэффициент полезного действия передачи при скорости ремня  $v < 25$  м/с  $\eta = 0,9 \dots 0,98$  равным образом уменьшается при увеличении скорости из-за аэродинамических потерь. Критерии работоспособности такие же, как и плоских ремней.

Деталь «шків» изготавливают из различных материалов, таких как:

- чугун;
- сталь;
- алюминий легкие сплавы;

- пластик;

Деревянные шкивы используются весьма редко, так как их износоустойчивость мала, безусловно также сильные нагрузки они никак не выдерживают. Кроме того, такой выбор не соответствует пожарной безопасности.

Чугунные изделия тоже со временем отходят с рынка. Данный материал увесист в разрезе, да и в плане отделки – принуждает использовать специальный прочный инструмент, который за довольно короткий срок изнашивается и обходится довольно дорого. Более того, такого рода устройства изготавливают сборными с использованием спиц. Все вышеупомянутое усложняет дальнейший монтаж и эксплуатации.

Стальные - считаются более популярными. Как правило, для получения ободов и дисков в такого рода системах применяется низкоуглеродистая сталь, к примеру - Ст3. Для ступиц подойдет среднеуглеродистая сталь. Проблема в том, что они зачастую подвергаются излишним напряжениям на сжатие со стороны шпонок. Как результат, низкоуглеродистые сплавы уж никак не подойдут. Плюсы применения стали при производстве зубчатых шкивов:

- высокие показатели прочности и твердости (Этот материал может быть применен при производстве установок для тяжелой техники, а также станков. Продукт воздерживает крупные перегрузки);
- сталь выделяется высокой вязкостью и упругостью (Это значимые характеристики с точки зрения наличия разных типов нагрузки, как статических, также динамических, а еще ударного типа. При этом можно сказать абсолютно, что существенно, отсутствует остаточная деформация);
- использование разнообразных марок стали дает возможность достигать требуемых качеств конечного продукта;
- относительная простота в отделке, по крайней мере, в сопоставлении с чугунами;
- возможность использования сварки в целях объединения отдельных элементов;
- высокая износоустойчивость.

Алюминиевые шкивы также могут похвалиться довольно высоким спросом на них. Это обосновано такими положительными качествами, как:

- небольшой вес при необходимой прочности и стабильности;
- несложная механическая отделка при возможности изготавливать значительно точно обработанную поверхность;
- устойчивость к ржавчине и суровой внешней среде, к примеру, маслу;
- возможность эксплуатации при крайне низких температурах.

Капралон с недавних пор набирает большую популярность. Первостепенными достоинствами капралона можно указать:

- надежность;

- умение уравнивать ударные нагрузки, что крайне важно зубчатременной передачи. Что весьма немаловажно, этот материал может быть использован в узлах трения без применения дополнительной смазки.

Для данной работы я выбрал сталь Ст3, так как в ременной передаче шкив не подвергается особым нагрузкам. Данный выбор обоснован тем, что эта дешевая углеродистая сталь и хорошо поддается обработке.

Ст3сп - она же Ст3; поскольку, в случае если тип стали (сп - спокойная, пс - полуспокойная, кп - кипящая) не пишется после Ст3, то под сталью Ст3 понимается именно Ст3сп. Химический состав данного сплава в процентном содержании элементов (таб. 1.1)

Таблица 1.1. Химический состав сплава стали в процентах Ст3сп по ГОСТ 380-2005

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As	Fe
0.14 - 0.22	0,15 - 0,3	0,4 - 0,65	<0,3	<0,05	<0,04	<0,3	<0,008	<0,3	<0,08	~ 97

## 2 Технологический процесс изготовления шкива

### 2.1 Выбор метода изготовления заготовки

Для выбора метода изготовления заготовки, нужно учитывать следующие факторы:

- материал детали;
- объем и серийность выпуска;
- назначение и технические требования детали;
- форма поверхности и размеры детали.

Главное правило при выборе заготовки - соотношение цена-качество продукта, что означает получение качественного продукта при его минимальной себестоимости.

При подборе технологических методов изготовления заготовок учитывается постоянное усовершенствование технологии машиностроения. Разрешение проблемы формообразования деталей разумно будет отложить на заготовительную стадию таким образом уменьшить затраты на использованный материала, снизить расходы на отделку в себестоимости готового продукта.

Данную деталь шкив разумно будет изготавливать литьем. Суть литейного изготовления заключается в получении заготовок либо деталей по средствам заливки жидкого металла установленного химического состава (серый чугун технический является сплавом железа и углеродом) в литейную форму, которая обладает формой заготовки или же детали. При остывании залитый сплав застывает, затвердевает и принимает форму полости. Литые заготовки (отливки) в будущем подвергаются механической отделке.

Главной задачей литейного производства заключается и выполнении отливок, по форме и габаритам близких к готовому продукту, что значительно уменьшает дальнейшую обработку.

Для лучшего выбора сравним методы литья. I – литье в песчано-глинистые формы  $K_{вт} = 0,7$ ; II – литье в кокиль  $K_{вт} = 0,8$ .

I. Определим массу заготовки

$$G_{заг} = \frac{G_d}{K_{вт}}, \quad (2.1)$$

где  $G_{заг}$  – масса заготовки;

$G_d$  – масса детали;

$K_{вт}$  – коэффициент.

$$G_{заг} = \frac{6.27}{0.7} = 8,96 \text{ кг}$$

## II. Определим массу заготовки

$$G_{\text{заг}} = \frac{G_{\text{д}}}{K_{\text{вт}}} \quad (2.2)$$

$$G_{\text{заг}} = \frac{6.27}{0.8} = 7,84 \text{ кг}$$

## I. Рассчитаем стоимость литья в песчано-глинистой форме:

$$S_{\text{заг}} = \frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_{\text{т}} \cdot k_{\text{м}} \cdot k_{\text{с}} \cdot k_{\text{в}} \cdot k_{\text{п}} - \frac{(Q-q) \cdot S_{\text{отх}}}{1000}, \quad (2.3)$$

где  $C_i$  - базовая стоимость одной тонны заготовки в тенге (185000 тг. за тонну);

$Q$  – масса заготовки, кг;

$k_{\text{т}} = 1,05$  - коэффициент, зависящий от класса точности отливки (2 класс точности);

$k_{\text{м}} = 1,22$  - коэффициент, зависящий от марки материала отливки (СтЗсп);

$k_{\text{с}} = 0,83$  - коэффициент сложности отливки (2 группа сложности);

$k_{\text{в}} = 0,93$  - коэффициент, зависящий от массы заготовки;

$k_{\text{п}} = 1$  - коэффициент, зависящий от серийности производства;

$q$  - масса готовой детали, кг;

$S_{\text{отх}}$  - цена 1 т отходов в тенге ( $S_{\text{отх}} = 5000$  тенге/т)

$$S_{\text{заг}} = \frac{185000}{1000} \cdot 8,96 \cdot 1,03 \cdot 1,22 \cdot 0,83 \cdot 0,93 \cdot 1 - \frac{(8,96-6,27) \cdot 5000}{1000} \cong 1595 \text{ тг.}$$

## II. Рассчитаем стоимость литья по выплавляемым моделям:

$$S_{\text{заг}} = \frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_{\text{т}} \cdot k_{\text{м}} \cdot k_{\text{с}} \cdot k_{\text{в}} \cdot k_{\text{п}} - \frac{(Q-q) \cdot S_{\text{отх}}}{1000}, \quad (2.4)$$

где  $C_i$  - базовая стоимость одной тонны заготовки в тенге (185000 тг. за тонну);

$Q$  – масса заготовки, кг;

$k_{\text{т}} = 1,05$  - коэффициент, зависящий от класса точности отливки (2 класс точности);

$k_{\text{м}} = 1,22$  - коэффициент, зависящий от марки материала отливки (СтЗсп);

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

$k_{\text{в}} = 0,93$  - коэффициент, зависящий от массы заготовки;

$k_{\text{д}} = 1$  - коэффициент, зависящий от серийности производства;

$q$  - масса готовой детали, кг;

$S_{\text{отх}}$  - цена 1 т отходов в тенге ( $S_{\text{отх}} = 5000$  тенге/т)

$$S_{\text{заг}} = \frac{185000}{1000} \cdot 7,84 \cdot 1 \cdot 1,18 \cdot 0,83 \cdot 0,92 \cdot 1,1 - \frac{(7,84-6,27) \cdot 5000}{1000} \cong 1430 \text{ тг.}$$

По данным расчетам явно, что II метод (литье в кокиль) обходится дешевле. Исходя из этого выбираем II метод изготовления заготовок.

## 2.2 Маршрут технологического процесса производства на серийном производстве детали

Основополагающими разновидностями заготовок, в машиностроении, для деталей представляют собой отливки из чугуна и стали, цветных металлов, а также штамповки, сплавов и все вероятные разновидности проката. Заготовка должна выполняться по более экономным методам изготовления при установленном количестве выпуска детали. Для избрание нужной формы, габаритов, а также технологии изготовления заготовки огромную значимость выражает структура и использованный материал детали. Разновидность заготовки выказывает существенное воздействие на направление технологического процесса, трудность и экономность ее отделки. К металлическим заготовкам причисляются: прокат из стали, а также цветных металлов (легких и трудоемких профилей) по типу прутков, труб, поковки, листовой штамповки и отливки. Подавляющие большинство деталей на подобии валов, втулок, шайб и конечно колец выполняют из заготовок, поставляемых в форме круглых, многоугольных и четырехугольных прутков. Крупные и трудные по конструкции детали изготавливают из штучных заготовок, выполненных с помощью литья,ковки в противном случае штамповки. Слиток обязуется быть порядком больших габаритов, нежели готовое изделие, другими словами, припуском на обработку называется учет слоя металла, спиливаемого при отделке. Величина припуска соответствует наименьшему значению (т.е. заготовка по форме и габаритам обязана приближено соответствовать форме и габаритам готовой детали), однако при этом должно быть гарантированно извлечение пригодной детали.

Из надобности наибольшего приближения формы и габаритов заготовки к характеристикам готовой детали, используем способ – литье в кокиль. В следствии литья приобретаем заготовку круглого сечения (диаметр 230 мм). На последующей отделке заготовки на станках с ЧПУ получаем готовый продукт.

В качестве материала для производства шкива подбираем сталь Ст3 ГОСТ 380-2005. Габариты обрабатываемых деталей - основополагающий фактор при подборе станка с ЧПУ для каждой технологической процедуры (табл.1.2). Квалитеты точности обрабатываемых поверхностей получаем в согласовании методов обработки со стадиями процедур, как показано в табл.1.3.

Таблица 1.2. Маршрут технологического процесса выработки детали шкив

№	Название операции	Оборудование
00	заготовительная	CARIF 450 BA CNC
05	токарная с ЧПУ черновая	НТС40z
10	токарная с ЧПУ чистовая	НТС40z
15	сверлильная с ЧПУ	PD1616
20	термическая	Закалочная электропечь ПВП 5000/12,5М
25	шлифовальная с ЧПУ чистовая	ОШ-642Ф3
30	Контрольная с ЧПУ	MH3D DCC NS

Таблица 1.3. Согласно операциям для каждого технологического процесса выбраны квалитеты точности

№	Наименование	Стадия	Квалитет точности	
			диаметральных размеров	продольных размеров
00	отрезная	–	14	14
05	токарная	черновая	12	12
10	токарная	чистовая	9	9
15	сверлильная	–	13	–
20	термическая	–	–	–

25	шлифовальная	чистовая	6	7
30	контрольная	–	–	–

### 2.3 Расчет режимов резания и изложение станков с числовым программным обеспечением, применяемых при производстве детали «шків».

«Отрезной станок CARIF 450 BA CNC» Автомат с ЧПУ

«Автоматизированный ленточный отрезной станок CARIF 450 BA CNC с ЧПУ» включает в себя:

- станину, обладающей горизонтальной стенкой, бортиком, который выходит на короб для сбора стружки;
- кронштейн, объединённый с данной стенкой, что способен крутиться вокруг своей оси;
- арку, что держит режущее полотно, объединенное с кронштейном, который крутится вокруг горизонтальной оси;
- непрерывного мотовариатора скорости резания;
- тисков мостового вида, объединённых с горизонтальной стенкой;
- каретку для поддержания, а также подтягивания прутка;
- маслодинамического прибора, что дает возможность осуществлять следующие действия:
  1. механическое соединение тисков,
  2. мгновенное подведение полотна к разрезаемой составляющей,
  3. автоматизированное разрезание прутка,
  4. мгновенный подъём арки,
  5. передвижение каретки для того, чтобы подтянуть пруток с последовательным механическим открытием/закрытием тисков в целях продвижения прутка (вплоть до 600 мм.);
- электронной панели, что осуществляет:
  1. работу агрегата на автоматическом либо полуавтоматическом цикле,
  2. автоматизированное возобновление маршрута продвижения прутка (почти до 10 мм.),
  3. ориентировочный подбор количества элементов для разрезания с остановкой агрегата после завершения запланированных резов;
- гидравлического прибора для вертикального прижима прутков;
- автоматического прибора с целью остановки агрегата по завершению прутка (окончательных отрезок 120 мм);
- автоматического прибора с целью остановки агрегата в случае поломки полотна, а также пробуксовки полотна в моховиках.

## Токарный станок с ЧПУ НТС40z

Токарные станки с ЧПУ НТС40z специализированы на автоматической отделке различных поверхностей, пазов крутящихся элементов, нарезания резьбы с значительной точностью, а также эффективностью. НТС40z станок имеющий большую эффективность, корректность и надежность.

- шарико – винтовые пары и направляющие ТНК (Япония);
- шпиндельные и опорные подшипники ШВП - SKF, FAG (Германия), NSK (Япония);
- системы ЧПУ, двигатели, электроприборы – Siemens (Германия), Mitsubishi, Fanuc (Япония);
- линейные и круговые датчики - Maidenhair (Германия);
- приборы замера и контроля элементов и инструмента – Renishaw (Англия);
- револьверные головки - Diplomatic (Италия).

В результате подобного отбора комплектующих токарного станка с ЧПУ НТС40z получается значительное качество и надежность по целесообразной стоимости.

Токарный станок НТС40z отличается по своим конструкциям. Современные технологии были задействованы при изобретении токарных центров этой серии. револьверная головка от компании Diplomatic (Италия), оборудована на станках, с приводным прибором ради выполнения операции, как и на фрезеровочном станке, вырезание отверстия с резьбой, спирального вырезания резьбы, а также производства спирали, шестиугольников, пазов и пр. Вращение шпинделя дает возможность реализовывать разнообразную отделку элементов: фланец с отверстием, отверстия пересекающиеся, пазы на шпонках и пр. для токарной отделки валов и дисков с трудной формой и высокой точностью подходят такие станки.

Приводной инструмент может вращаться, максимально набирая скорость 3600 об/мин. Ось «С» (приводной прибор) может быть запрограммирован на наименьшую единицу подачи 0,001°. системы управление контролирует выдвижение и закрытие пиноли задней бабки. Высокую точность позиционирования шпинделя гарантирует приспособление гидравлического фиксирования.

Расчет режима резания:

### 05 Токарная

1. Проходы - 9.
2. Глубина резания  $t = 19,5$  мм (9 проходов по 3 мм).
3. Подача  $S = 1,1$  мм/об.
4. Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m t^x S^y} K_v, \quad (2.5)$$

Подбираем коэффициенты

$C_v = 350$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$ ;  $m = 0,30$ ;  $T = 60$  мин;  $q = 0,2$ ;  $K_{nv} = 0,85$ ;  $K_{uv} = 1$ ;  $K_{\mu v} = (750/\sigma)^{nv} = 1$ ;  $K_v = 1 * 1 * 0,8 = 0,8$ .

$$V = \left( \frac{350 * 19,5^{0,2}}{60^{0,3} * 3^{0,15} * 1,1^{0,45}} \right) * 0,85 = 150$$

5. Частота вращения шпинделя:

$$n_{\text{min}} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad (2.6)$$

$$n = \frac{1000 * 150,87}{3,14 * 19,5} = 2463,98;$$

6. Определяем практическую скорость резания:

$$V_{\text{пр}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 * 19,5 * 2463,98}{1000} = 150,87$$

7. Мощность резания:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z \cdot V_{\text{пр}}}{1020 * 60}, \quad (2.7)$$

где  $P_z$ -сила резания;  $V_{\text{пр}}$ -практическая скорость резания.

Сила резания:

$$P_z = 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p \quad (2.8)$$

Подбираем коэффициенты

$C_p = 50$ ;  $x = 0,7$ ;  $y = 0,8$ ;  $n = -0,18$ ;  $K_p = 0,94$ .

$$P_z = 10 * 50 * 19,5^{0,7} * 1,1^{0,8} * 150,87^{-0,18} * 0,94 = 1644,375$$

$$N_{\text{рез}} = \frac{1644,375 * 150,87}{1020 * 60} = 4,05 \text{ кВт.}$$

## 010 Токарная

1. Проходы - 1.
2. Глубина резания  $t = 15$  мм.
3. Подача  $S = 0,8$  мм/об
4. Скорость резания  $V = 48$ .
5. Частота вращения шпинделя:  $n = 1012,83$  принимаем 1020.
6. Практическая скорость резания:  $V_{пр} = 47,697$
7. Мощность резания:  $N_{рез} = 1,1$  кВт.

### «Сверлильный станок PD1616 с ЧПУ»

#### Назначение станка.

Портальный вертикально-сверлильный станок с ЧПУ специализирован в основном в целях сверления отверстий в плитах, фланцах, а также соединительных составляющих, в производстве теплообменников, котлов, мостов, вышек и прочих металлоконструкций, в строительной, а также нефтехимической индустрии. Вследствие значительной точности фиксации и необходимой жёсткости сверильного шпинделя в технологическом процессе никак не требуется разметка и эксплуатация кондуктора, тем самым легко организуется полуавтоматическое изготовление, увеличивать продуктивность сверильной отделки и снижать время подготовки к службе.

#### Технические характеристики.

На сверильном станке есть возможность создать сквозные отверстия с максимальным диаметром вплотную до 0,05 м. в заготовке, не превышающего 1,6 x 1,6 x 0,08 м. Данный станок снабжен независимой сверловочной электросиловой головкой с гидравлической установленной подачей определенного хода (максимально до 0,18 м). Сверильная головка движется со скоростью 10 м/мин. по 2 курсам, также моментально устанавливается согласно нужному назначению. Также существует основной мотор плавной регулировки частоты вращения, который расположен в сверильной силовой головке. Гидравлический клапан бесступенчато регулирует скорость подачи шпинделя, что весьма практично при использовании.

Различные стадии продвижения (ось Z) шпинделя контролируются самостоятельно, т.е. нет необходимости предварительно задавать значения размеров насадки на сверло соответственно также на сколько глубокое отверстие. От верхнего первоначального положения шпиндель со сверлом быстро подойдет к заготовке и меняет скорость до рабочей скорости подачи сверла. В последствии сверления отверстия шпиндель автоматически быстро

подымается в верхнее первоначальное расположение. После исполнения одного отверстия сверильная головка быстро движется в позицию последующего отверстия и цикл повторяется. Сверильная головка со сверлом обладает возможностью отламывания и отвода стружки с отверстия, из-за чего на подобном станке можно сверлить отверстие с наибольшим взаимоотношением глубины к диаметру.

Сверильный шпиндель с нижнего конца обладает конусное отверстие Морзе №4 чтобы ставить сверла. Еще поставляется со станком переходный объединитель М№3/М№4 в целях установки сверл различного стандарта. В компоновке станка принимается разновидность продольного перемещения портала со сверильной силовой головкой относительно рабочего стола. Подобное решение конструкции станка охватывает наименьшую область и предоставляет возможность расположить дополнительные установки. Портал движется по увесистым продольным направляющим (ось X), предусмотренным с двух боковых краев стола. Для предоставления плавного перемещения, высокой первичной и повторной точности фиксации, в приводе портала применяются тандем сервомоторов с питанием переменного тока, а также ходовые винты, которые одновременно крутятся по одним четким командам через системы ЧПУ. Салазка сверильной силовой на поперечине портала движется (ось Y) согласно 2 тяжёлым направляющим от цепи привода сервомотора переменного тока также ходовой винтообразной пары. Подобная передаточная схема имеет высокопрецизионной точностью фиксации. На столе станка размещаются 8 высокоактивных гидравлических зажимов, при помощи которых несложно устанавливаются и фиксируются заготовки. Заготовки лежат на съёмных подушечках. В тот же момент на столе располагаются матрицы точечных вспомогательных упоров. У сверильного станка смонтированы 2 параллельных гусеничных сборника стружки, которые автоматически снимают стружку в тележку. В целях увеличения эффективности сверления и повышения срока службы режущего инструмента учтена охлаждающая схема, в которую входят резервуар жидкости, насос, шланги, сопло, спецфильтр и остужающая смесь. Модель управления сверильным станком организована на нынешнем всемирном техническом уровне. В схеме применяется программируемый логический контрольный агрегат PLC производства Японии, в который входит мощнейший компьютер с функциями хранения, оперирования, презентации, диагноза, коммуникации и прямого превращения CAD – CAM с автоматическим программированием технологических данных в целях обработки.

## **015 Сверильная**

1. Проходов
2. Глубина резания  $t = 2,5$  мм.
3. Подача  $S = 0,4$  мм/об.

4. Скорость резания  $V = 270$ .
5. Частота вращения  $n = 2140,3$ .
6. Практическая скорость  $V_{пр} = 268,8$ .
7. Мощность резания  $N_{рез} = 0,5$  кВт

#### Закалочная электропечь ПВП 5000/12,5М

Печь сопротивления камерная ПВП с выдвижным подом специализирована в целях выполнения разных типов термообработки. В каркасе, сваренном из металлических профилей, а также оборудована многослойной теплоизоляцией находится рабочая камера в печи ПВП. Внутренняя прослойка термоизоляции сделана из тугоплавких веществ, внешний из очень эффективных плит на основе породистого волокна в основном базальт. Разогревательные компоненты винтообразного вида для печей на 1140-1270°C ( $\pm 10$ ). Размещенные на двери, и на всех стенах, еще на электропечном поде, сделаны из высокотемпературной железо-хром-алюминиевой смеси. Разогревательные компоненты на 1390 °C – кремнекарбидовые стержни. Отводы электронных нагревателей находятся за легко снимаемой панелью. В целях усовершенствования термоизоляции под оборудован песочным термическим замком. На передней системе управления печью находится концевой переключатель для дверцы печи, которая оборудована защитным, также выключение электронагревателей гарантируется при открытой дверце. Внешняя часть печи сделана из металлических разъемных систем, которые имеют щель с внешним слоем изоляции. Печь бывает оборудована механизированной дверцей, а также подом. Измерение и урегулирование температуры выполняется микросхемной платой контроля, который ставится в другой части помещения.

#### Технические характеристики

Тип	Внутренние размеры, д-ш-в, мм	Температура максимальная, °C	Мощность, кВт	Вес, кг
ПВП 5000/12,5М	3500x1200x1200	1250	260	7000

### Шлифовальный станок с ЧПУ ОШ-642Ф3

Полуавтомат специальный внутришлифовальный с вертикальным шпинделем с ЧПУ ОШ-642Ф3.

Полуавтоматы предназначены для высокоточного шлифования наружных и внутренних цилиндрических поверхностей, так же торцов в многоступенчатых деталях типа – тела вращения. Область применения полуавтомата – предприятия с крупносерийным и массовым производством. Обработка деталей на полуавтомате производится за счёт вертикального перемещения (подачи) шлифовального круга и кругового вращения детали с осцилляцией или продольной подачей. Обработка торцов может осуществляться однократным глубинным методом при радиальной подаче (съём припуска за один проход) или как обычное торцевое шлифование с правкой и поднутрением шлифовального круга по УП ЧПУ с компенсацией.

Наименование параметров	Значение
Размеры шлифовального круга, устанавливаемого на автомате, мм - наружный диаметр - внутренний диаметр	Ø 80 Ø 20
Наибольшие размеры обрабатываемой заготовки, мм - наружный диаметр - внутренний диаметр - высота	Ø 1200 Ø 100 450
Пределы частот вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup>	5000...18000
Пределы частот вращения стола изделия, мин <sup>-1</sup>	2...30
Дискретность по управляемым координатам Y(мкм) Z(мкм) A(угл.с)	1,0 1,0 0,36
Скорость быстрых (установочных) перемещений, мм/мин - шлифовальной головки - суппорта	600 2000
Мощность главного привода, кВт	18,0
Габаритные размеры полуавтомата с приставным оборудованием (ДхШхВ, мм)	4800x3500x2250
Масса полуавтомата с приставным оборудованием, кг	8700

Таблица 4. Расчеты режимов резания на изготовление детали “шків”.

№ операции	Глубина резания $t$	Подача $S$	Скорость резания $V$	Частота вращения шпинделя $n$	Мощность резания $N_{рез}$
05	19,5	1,1	150	2463,98	4,05
010	15	0,8	48	1020	1,1
015	2,5	0,4	270	2140,3	0,5
020	2	0,8	358,73	2128,65	1,1
025	-	-	-	-	-
030	-	-	-	-	-

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В результате проделанного дипломного проекта я достиг поставленной цели, т.е. разработал технологический процесс изготовления для детали «шкив» в среднесерийном производстве и мною были выполнены следующие задачи:

1. Проведены расчеты для выбора метода отливки заготовки, так же подобран материал с учетом нагрузок, оказываемых на деталь и методов эксплуатации.
2. Разработан чертеж детали в редакторе AutoCAD с соблюдением всех ГОСТов, так же привел все необходимые размеры, отклонения, квалитеты и учел свойства поверхностей, важные для выполнения данной детали и ее сопряжения со сторонними поверхностями других деталей для обеспечения нормативного срока службы.
3. Разработан маршрутный технологический процесс для производства данной детали по средствам выбора станков и технологических операций на них, целесообразно отобранных для серийного производства. Все выбранные станки имеют числовое программное управление для автоматизации и ускорения выпуска продукции.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.Н. Малов «Справочник технолога машиностроения», Т2, М., «Машиностроение», 1972-220с.
2. А.Ф. Горбацевич «Курсовое проектирование по технологии машиностроения», Минск, «Высшая школа», 1975.
3. И.С. Добрыднев «Курсовое проектирование по предмету технология машиностроения», М., «Машиностроение», 1985.
4. В.Г. Сорокина «Марочник сталей и сплавов», М., «Машиностроение», 1989.
5. Паспортные данные станков.



Рисунок А-3

