



## Аннотация

Технологический процесс изготовления шкива. Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2023.

В бакалаврской работе представлена технология изготовления шкива для условий среднесерийного производства.

Ключевые слова: деталь, заготовка, маршрут обработки, план обработки, технологическое оснащение, режимы обработки, приспособление, инструмент, безопасность и экологичность проекта, экономическая эффективность.

В выпускной квалификационной работе:

- проведен анализ исходных данных из задания на бакалаврскую работу;
- установлена и выбрана стратегия типа производства;
- установлен метод и спроектирована заготовка;
- разработаны технологические методы обработки детали, исходя из размерных, точностных и массовых характеристик;
- установлены рациональных средств оснащения, технологических методов обработки детали;
- установлены параметры обработки на операциях техпроцесса;
- разработаны чертежи, с использованием специальных программных средств;
- рассчитано и сконструировано приспособление, и режущий инструмент;
- определены показатели и мероприятия по безопасности технологического процесса;
- проведён расчет показателей экономической эффективности от предложенного технологического процесса;

Бакалаврская работа содержит пояснительную записку в размере 46 страниц, содержащую 18 таблиц, 12 рисунков, и графическую часть, содержащую 7 листов.

## Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	5
1.1 Служебное назначение детали.....	5
1.2 Классификация поверхностей детали.....	5
1.3 Технологичность детали.....	7
1.4 Задачи работы.....	7
2 Разработка технологической части работы.....	9
2.1 Выбор типа производства и его стратегии.....	9
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	10
2.3 Разработка ТП изготовления детали.....	12
2.4 Выбор СТО.....	20
2.5 Разработка технологических операций.....	21
3 Расчет и проектирование оснастки.....	22
3.1 Расчет и проектирование приспособления.....	22
3.2 Проектирование инструмента.....	25
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	27
5 Экономическая эффективность работы.....	33
Заключение.....	37
Список используемых источников.....	38
Приложение А Маршрутная карта.....	41
Приложение Б Операционные карты.....	43
Приложение В Спецификация.....	45

## Введение

Шкив — деталь, которая применяется для ременной передачи. Этот простой, но эффективный механизм активно задействован в работе транспорта, различного производственного оборудования и бытовой техники. Позволяет передавать крутящий момент на значительные расстояния.

Шкивы имеют широкую область применения. Используются в сельскохозяйственной технике, в оборудовании нефтегазовой и горнодобывающей промышленности, на производственных линиях пищевых, химических, фармацевтических предприятий.

Многие виды оборудования работают с использованием ременной передачи со шкивом: кондиционеры и вентиляторы; винтовые и поршневые компрессоры и насосы; автомобильные двигатели (механизм ГРМ, трансмиссия и другие узлы); лифты, экскаваторы; электротехнический инструмент и бытовые электроприборы; конвейерные линии.

Также шкивы нужны и в других механизмах, где задействована ременная передача. Подходят для использования, как в крупногабаритном производственном оборудовании, так и в миниатюрных высокоточных устройствах, например, в электронике и сложной технике.

Для изготовления шкивов используют в основном — сталь, однако применяют и другие материалы, например: чугун, алюминий и его сплавы, различные композитные материалы.

Таким образом, можно сказать, что тема работы является актуальной. Тогда, цель бакалаврской работы может быть сформулирована следующим образом: изготовление шкива с минимальной себестоимостью.

## 1 Анализ исходных данных

### 1.1 Служебное назначение детали

«Деталь «Шкив», является деталью привода дробилки и предназначена для передачи крутящего момента с электродвигателя на редуктор. Шкив работает в нормальных условиях вне агрессивных сред и поэтому его износ происходит медленно.» [12]

«Данная деталь изготавливается из стали 19ХГНМ, которая является «нержавеющей» сталью. Ее механические свойства следующие:  $\sigma_{0,2}$  - предел текучести условный, составляет 350 МПа,  $\sigma_b$  - временное сопротивление разрыву (предел прочности при растяжении), составляет 550 МПа,  $\psi$  - относительное сужение, составляет 34%, КСУ - ударная вязкость, составляет 271 Дж/см<sup>2</sup>, твердость НВ 270±10.» [20]

«Основной химический состав: углерод – 0,17-0,22%, кремний - 0.05 - 0.08%, марганец - 0.2 - 0.5%, хром – 1.65%, , незначительное количество серы, фосфора и никеля, остальное железо.» [26]

### 1.2 Классификация поверхностей детали

Ниже на рисунке 1 показан общий вид детали - «Шкив», а в таблице 1 рассмотрена классификация поверхностей.

Таблица 1 – Классификация по служебному назначению поверхностей детали

Наименование поверхностей	Номера поверхностей
ОКБ	9,10
ВКБ	6,11,12,13,14,15,16
Исполнительные	1,4,5,7
Свободные	остальные

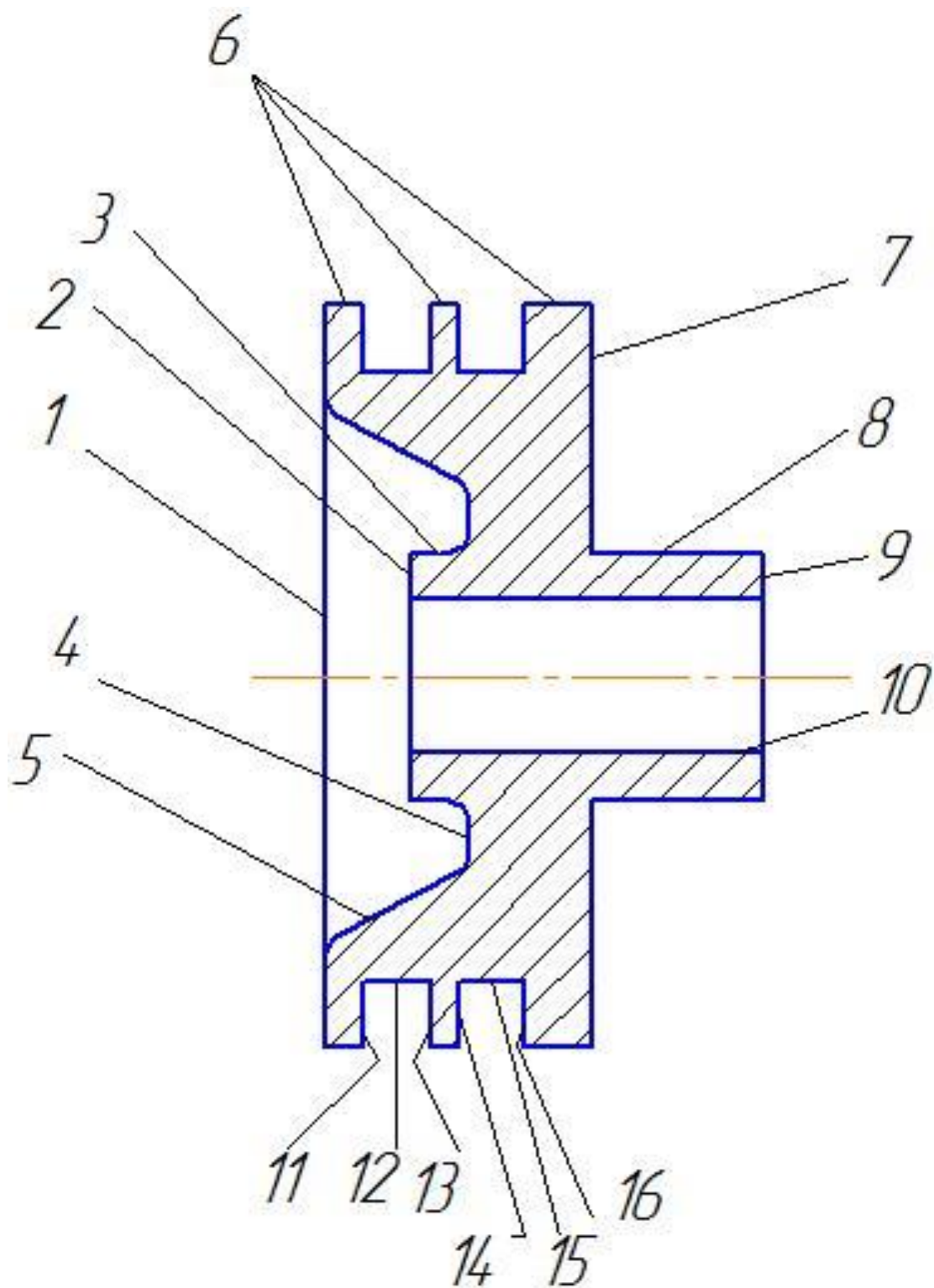


Рисунок 1 – Общий вид детали - «Шкив»

### 1.3 Технологичность детали

Количественные показатели технологичности данной детали показаны ниже в таблице 2.

«Таблица 2 – Показатели технологичности детали

Показатель	Расчетная формула	Расчет
Коэффициент использования материала	$K_{и.м.} = M_d / M_z$	$K_{и.м.} = 6,8 / 7,2 = 0,94$
Коэффициент унификации	$K_{у.э.} = Q_{у.э.} / Q_э$	$K_{у.э.} = 12 / 16 = 0,75$
Коэффициент точности	$K_{тч} = 1 - 1 / T_{ср}$	$K_{тч} = 1 - (1 / 7,18) = 0,88$
Коэффициент шероховатости	$K_{ш} = 1 / Ш_{ср}$	$K_{ш} = 1 - 1 / 1,4 = 0,85$ » [12]

Вывод: анализируемая деталь - «Шкив», показывает высокую степень технологичности, таким образом, является технологичной.

### 1.4 Задачи работы

Заявленная во введении цель работы достигается за счет последовательного решения более мелких задач, каждая из которых направлена на выполнение определенного этапа в методологии проектирования детали.

На начальном этапе анализируются характеристики детали, влияющие на способы и методы ее дальнейшей обработки и формирующие оптимальный подход к ее изготовлению. Решение данных задач достигается определением назначения детали и ее поверхностей, выполнением ее чертежа и определением характеристик технологичности.

Далее, необходимо выполнить этап разработки технологии изготовления детали. Для этого решаются следующие задачи:

- по методике [12] из раздела «Список используемых источников» определяют тип производства и его стратегию по методике [20], [26];

- используя методологию из источника [4] проектируем заготовку;
- используя методологию из источников [9], [14], [21] и [25] проектируем техпроцесс;

- используя методологию из источников [1], [8], [11], [13], [15], [17], [18] и [24] проектируем операции и определяем необходимую оснастку.

На следующем этапе используя методологию из источников [3], [6], [16], [19], [22], [23], и [27] проектируется оснастка и инструмент.

Используя методологию, представленную в источнике [7] решаются основные задачи обеспечения безопасности техпроцесса.

Задача по определению показателей экономической эффективности решается по метрологии, представленной в источнике [10].

Выполнять данные задачи необходимо именно в такой последовательности, как представлено выше. Качество проработки данных задач определяет качество проектирования техпроцесса в целом, что способствует достижению поставленной цели работы.



## 2 Разработка технологической части работы

### 2.1 Выбор типа производства и его стратегии

«Масса и объем выпуска изделия являются главными показателями для определения типа производства. Данный тип определим, по методике [12]. Согласно задания - программа составляет 5000 шт./год., а согласно чертежа детали – масса составляет 6,8 кг. Применяя методику [12] тип производства определяем, как среднесерийный.

Показатели стратегии среднесерийного производства представлены ниже в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели стратегии производства

№	Показатель производства	Характеристика показателя с точки зрения стратегии производства
1	Разновидность оборудования	универсальная
2	Технологическая документация	в виде операционных и маршрутных технологических карт
3	Разновидность оснастки	универсальная
4	Расстановка в цехе оборудования	по группам станков
5	Нормирование ТП	по общемашиностроительным нормативам
6	Метод изготовления заготовки	прокат, поковка
7	Использование достижений науки	не высокое
8	Метод определения припуска	по таблицам
9	Квалификация наладчиков	высокая
10	Квалификация рабочих	высокая
11	Определение режимов резания	по статистическим и эмпирическим зависимостям
12	Уровень автоматизации	низкий
13	Транспортировка деталей между операциями	вручную, электрокар, кран-балка
14	Форма организации ТП	предметные партии не большого объема
15	Коэффициент концентрации операций	10-20» [20]

## 2.2 Выбор метода получения заготовки

Предполагаемыми методами получения заготовки являются литье и штамповка.

Стоимость заготовки определим по методике [4], расчет стоимости для удобства представим в виде таблицы 4.

Таблица 4 – Определение стоимости заготовки

«Метод получения заготовки» [5]	«Масса детали, кг» [4]	«Масса заготовки, кг» [4]	«Стоимость одного килограмма заготовки, руб.» [4]	«Стоимость механической обработки, руб.» [4]	«Стоимость одного килограмма отходов, руб.» [4]	«Технологическая себестоимость изготовления заготовки, руб.» [4]
литье	6,8	7,24	50	250	1,4	612
штамповка	6,8	8,11	60	200	1,4	686

Таким образом, можно сказать, что в качестве заготовки необходимо использовать штамповку, в этом случае и программе 5000 деталей в год, условная экономия составит 370000 рублей.

Конструкция, габариты и технические требования на заготовку показаны ниже на рисунке 2 и на чертеже заготовки в графической части. Из чертежа видно, технические требования на заготовку имеют средние величины, форма позволяет легко выполнить заготовку, используя обычные соответствующие технические средства. Поэтому можно сказать, что заготовка технологична.

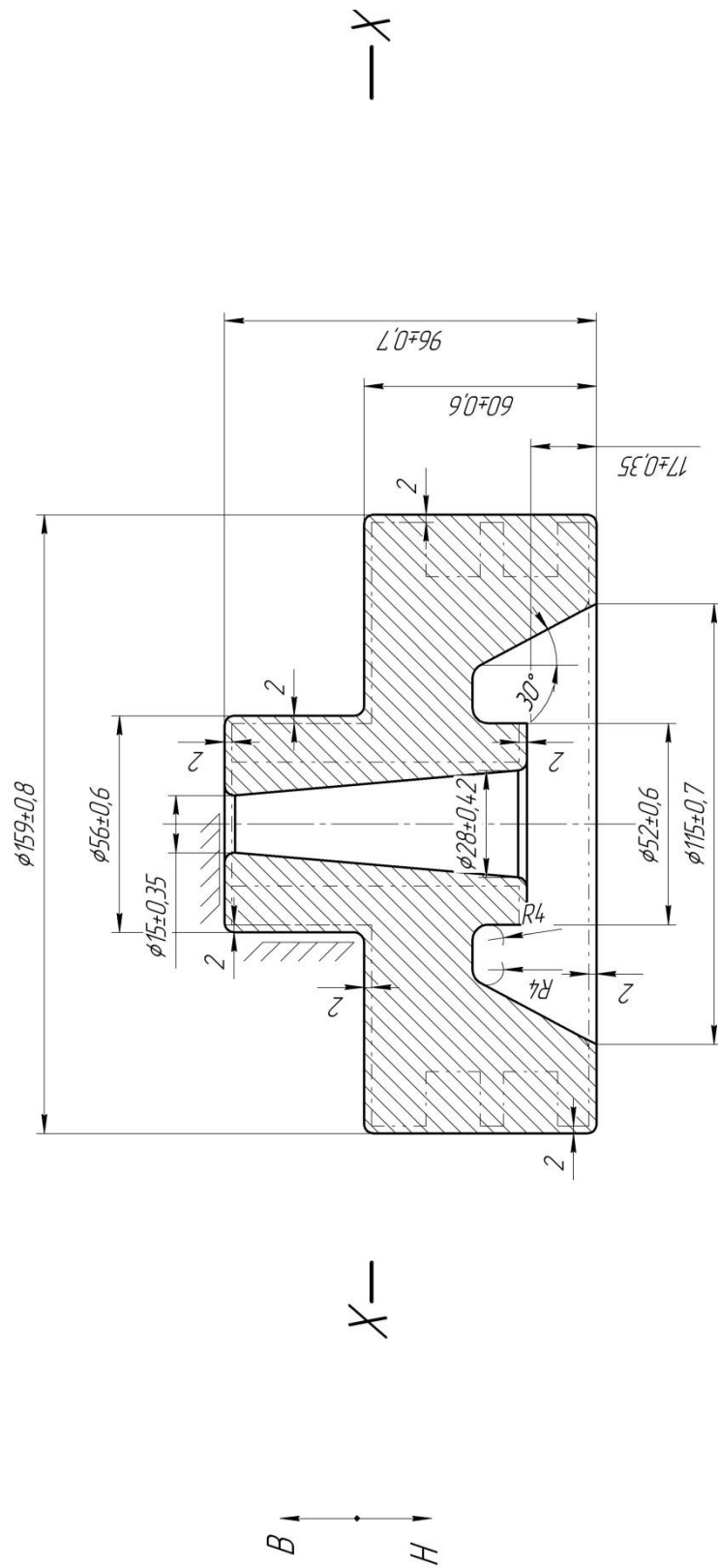


Рисунок 2 – Общий вид заготовки - «Шкива»

### 2.3 Разработка ТП изготовления детали

На основании параметров и вида каждой из поверхностей, спроектируем маршруты их обработки.

Параметры поверхности 1 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra3,2, точность – девятый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – точение черновое и чистовое. После этого, требуется термообработка – закалка и отпуск. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 2 следующие: вид – цилиндрическая, шероховатость Ra3,2, точность – девятый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – точение черновое и чистовое. После этого, требуется термообработка – закалка и отпуск. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 3 следующие: вид – цилиндрическая, шероховатость Ra12,5, точность – двенадцатый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. После этого, требуется термообработка – закалка и отпуск. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 4 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra12,5, точность – двенадцатый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. После этого, требуется термообработка – закалка и отпуск. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 5 следующие: вид – цилиндрическая, шероховатость Ra12,5, точность – двенадцатый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. После этого, требуется

термообработка – закалка и отпуск. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 6 следующие: вид – цилиндрическая, шероховатость Ra2,5, точность – седьмой квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – точение черновое и чистовое. После этого, требуется термообработка – закалка и отпуск. На стадии чистовой обработки – шлифование. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 7 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra12,5, точность – двенадцатый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. После этого, требуется термообработка – закалка и отпуск. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 8 следующие: вид – цилиндрическая, шероховатость Ra12,5, точность – двенадцатый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. После этого, требуется термообработка – закалка и отпуск. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 9 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra2,5, точность – седьмой квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – точение черновое и чистовое. После этого, требуется термообработка – закалка и отпуск. На стадии чистовой обработки – внутришлифование. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 10 следующие: вид – цилиндрическая, шероховатость Ra1,6, точность – седьмой квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – точение черновое и чистовое. После этого, требуется

термообработка – закалка и отпуск. На стадии чистовой обработки – внутришлифование. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 11 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra2,5, точность – седьмой квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – точение черновое и чистовое. После этого, требуется термообработка – закалка и отпуск. На стадии чистовой обработки – шлифование. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 12 следующие: вид – цилиндрическая, шероховатость Ra2,5, точность – седьмой квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – точение черновое и чистовое. После этого, требуется термообработка – закалка и отпуск. На стадии чистовой обработки – шлифование. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 13 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra2,5, точность – седьмой квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – точение черновое и чистовое. После этого, требуется термообработка – закалка и отпуск. На стадии чистовой обработки – шлифование. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 14 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra2,5, точность – седьмой квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – точение черновое и чистовое. После этого, требуется термообработка – закалка и отпуск. На стадии чистовой обработки – шлифование. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 15 следующие: вид – цилиндрическая, шероховатость Ra2,5, точность – седьмой квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – точение черновое и чистовое. После этого, требуется термообработка – закалка и отпуск. На стадии чистовой обработки – шлифование. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 16 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra2,5, точность – седьмой квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – точение черновое и чистовое. После этого, требуется термообработка – закалка и отпуск. На стадии чистовой обработки – шлифование. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 17 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra2,5, точность – седьмой квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – точение черновое и чистовое. После этого, требуется термообработка – закалка и отпуск. На стадии чистовой обработки – внутришлифование. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 18 следующие: вид – цилиндрическая, шероховатость Ra1,6, точность – седьмой квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – точение черновое и чистовое. После этого, требуется термообработка – закалка и отпуск. На стадии чистовой обработки – внутришлифование. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 19 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra2,5, точность – седьмой квалитет. Анализируя данные характеристики

можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – точение черновое и чистовое. После этого, требуется термообработка – закалка и отпуск. На стадии чистовой обработки – шлифование. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 20 следующие: вид – цилиндрическая, шероховатость Ra2,5, точность – седьмой квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – точение черновое и чистовое. После этого, требуется термообработка – закалка и отпуск. На стадии чистовой обработки – шлифование. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 21 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra2,5, точность – седьмой квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – точение черновое и чистовое. После этого, требуется термообработка – закалка и отпуск. На стадии чистовой обработки – шлифование. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 22 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra2,5, точность – седьмой квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – точение черновое и чистовое. После этого, требуется термообработка – закалка и отпуск. На стадии чистовой обработки – шлифование. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 23 следующие: вид – цилиндрическая, шероховатость Ra2,5, точность – седьмой квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой



обработки – точение черновое и чистовое. После этого, требуется термообработка – закалка и отпуск. На стадии чистовой обработки – шлифование. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 24 следующие: вид – плоская, шероховатость Ra2,5, точность – седьмой квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. На стадии черновой обработки – точение черновое и чистовое. После этого, требуется термообработка – закалка и отпуск. На стадии чистовой обработки – шлифование. На финальной стадии мойка и контроль.

Параметры поверхности 25 следующие: вид – цилиндрическая, шероховатость Ra12,5, точность – двенадцатый квалитет. Анализируя данные характеристики можно предложить следующую последовательность обработки. На заготовительной стадии - отливка. После этого, требуется термообработка – закалка и отпуск. На финальной стадии мойка и контроль.

Сведем данные по обработке поверхностей в таблицу 5 и на их основе разработаем маршрут обработки детали.

«Таблица 5 – Технологический маршрут изготовления детали «Шкив»

Номер операции	Наименование операции.
010	Токарная
020	Токарная
030	Токарная чистовая
040	Токарная чистовая
050	Термическая
060	Шлифовальная
070	Внутришлифовальная
080	Моечная
090	Контрольная

Более подробно технология изготовления детали представлена в графической части в виде плана обработки и на рисунках 3 и 4.» [14]



ПЛАН ОБРАБОТКИ		Технические требования, мм		Технические требования, мм	
№ и наименование операции	040 Токарная чистовая	Точный станок с ЧПУ HUV LT Automation		TZ4 <sup>h6</sup> -0.062 TZ8 <sup>h6</sup> -0.1 TZ20 <sup>h6</sup> -0.1 TE <sup>h6</sup> -0.087 TE <sup>h6</sup> -0.02 TK <sup>h6</sup> -0.074 TL <sup>h6</sup> -0.074 TM <sup>h6</sup> -0.074 TN <sup>h6</sup> -0.074	TZ4 <sup>h6</sup> -0.025 TE <sup>h6</sup> -0.035
	070 Внутривинтовая				
№ и наименование операции	050 Термическая (закалка, отпуск HB 310±10)	Торцевую шлифовальный станок M 310 B		TZ8 <sup>h6</sup> -0.04 TZ20 <sup>h6</sup> -0.04 TE <sup>h6</sup> -0.035 TK <sup>h6</sup> -0.02 TL <sup>h6</sup> -0.021 TM <sup>h6</sup> -0.024	
	090 Контрольная				

Исполнитель	Проверен	Утвержден	Согласован
Место	Дата	Дата	Дата
План обработки шкива			
Пл изготовления шкива			

Рисунок 4 - План обработки шкива (продолжение)

## 2.4 Выбор СТО

«Для обеспечения требуемого качества и производительности изготовления детали целесообразнее воспользоваться оснасткой и оборудованием, представленным ниже в таблице 6.» [13], [15], [24].

«Таблица 6 - Выбор СТО

Наименование операции	Наименование и модель оборудования	Наименование приспособления	Наименование режущего инструмента	Наименование контрольно-измерительного средства
010 Токарная	Токарно-винторезный станок с ЧПУ HJV LT Automation	Патрон трехкулачковый самоцентрирующий с механическим приводом	Резец-встака проходной упорный T5K10; Резец-встака расточной T5K10;	Штангенциркуль ШЦ-I
020 Токарная				Микрометр
030 Токарная чистовая				
040 Токарная чистовая				
060 Шлифовальная	Торцекруглошлифовальный станок М 3110 В		Круг шлифовальный сборный 1-250×50×14 91AF60L7V	
070 Внутришлифовальная	Внутришлифовальный станок JAG-1805 LT		Круг внутришлифовальный 1-24×40×14 91AF90L7B	Калибр-пробка» [15]

Показанные в таблице 6 инструмент и оснастка позволяют с наименьшими затратами выполнить техпроцесс, представленный в таблице 5.

## 2.5 Разработка технологических операций

«Нормы времени на выполнение операций и режимы времени определим при помощи онлайн калькулятора «Sandvik Coromant», а полученные данные представим в виде таблицы 7.» [17], [18]

«Таблица 7 – Нормы времени для ТП изготовления детали

№ операции	Наименование операции	T <sub>о</sub> , мин	φ	T <sub>штк</sub> , мин
010	Токарная	1,24	1,73	2,7
020		1,1		2,5
030		1,2		2,65
040		1,3		2,8
060	Шлифовальная	0,25	2,1	0,71
070	Внутришлифовальная	0,35		0,98» [17]

«Таким образом, можно сказать, что техпроцесс изготовления детали разработан, комплект чертежей, сопровождающий материалы, представленные в данном разделе, представлен в графической части работы.» [1]

В приложении «А» данной работы представлена маршрутная карта, а в приложении «Б» – операционные карты.

### 3 Расчет и проектирование оснастки

#### 3.1 Расчет и проектирование приспособления

«Произведем описание конструкции и расчет трехкулачкового самоцентрирующего патрона для обработки детали на 010 токарной операции. Эскиз операции представлен ниже на рисунке 5.» [2]

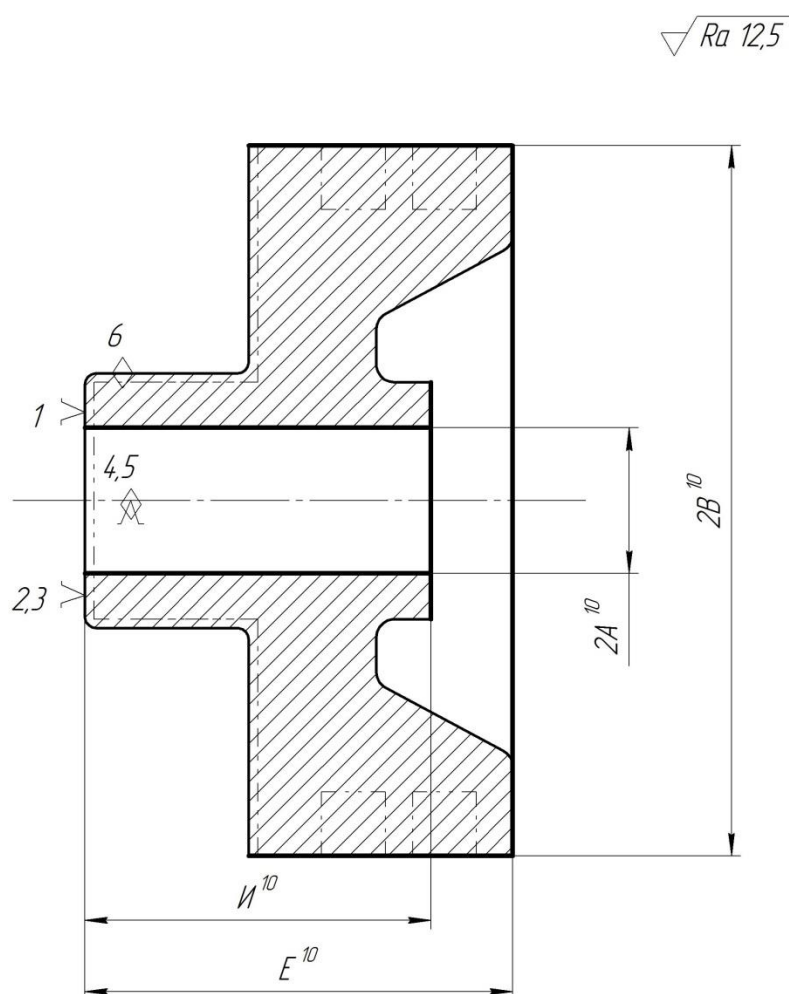


Рисунок 5 – Операция 010

Расчет усилия зажима патрона и его основных параметров представим ниже в таблицах 8 и 9.

«Таблица 8 – Определение усилия зажима»

Расчетная зависимость	По оси X	По оси Y	По оси Z
Момент резания	$M_P^I = \frac{P_x \cdot D_1}{2}$	$M_P^{II} = P_y \cdot l^I$	$M_P^I = \frac{P_z \cdot D_1}{2}$
Момент закрепления	$M_3^I = \frac{W \cdot f \cdot D_2}{2}$	$M_3^{II} = \frac{2}{3} \cdot W^{II} \cdot f \cdot D_2$	$M_3^I = \frac{W \cdot f \cdot D_2}{2}$
Коэффициент запаса	2,5	2,5	2,5
Сила зажима	$W_z^I = \frac{K \cdot P_z \cdot D_1}{f \cdot D_2}$	$W_3^{II} = \frac{3 \cdot K \cdot P_y \cdot l^I}{2 \cdot f \cdot D_2}$	$W_z^I = \frac{K \cdot P_z \cdot D_1}{f \cdot D_2}$
Расчет силы зажима по осям	$W_z = \frac{2,5 \cdot 6217 \cdot 52}{0,3 \cdot 155}$ =5620 Н	$W_3^{II} = \frac{3 \cdot 2,5 \cdot 732 \cdot 730 \cdot 0,66}{2 \cdot 0,3 \cdot 57,5}$ =13220 Н	$W_z = \frac{2,5 \cdot 12277 \cdot 52}{0,3 \cdot 155}$ =17800 Н
Корректировка силы зажима	$W_1 = \frac{W}{1 - 3 \cdot f_1 \cdot (L_K/H_K)}$ ; $W_1 = \frac{5375}{1 - 3 \cdot 0,1 \cdot (40/60)} = 17800 \text{ Н} \gg [2]$		

«Таблица 9 – Основные параметры привода патрона»

Параметр	Расчетная зависимость	Расчет
Передаточное отношение	$i_{c.кл.} = \frac{A}{B}$	$i_{c.кл.} = \frac{120}{60} = 2$
Усилие привода	$Q = W_1 / i_c$	$Q = 17800/2 = 8900 \text{ Н.}$
Диаметр поршня, мм	$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}$	$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{8900}{2,5 \cdot 0,9}} = 152,8 \text{ мм}$
Значение диаметра поршня, мм	-	150 (для гидравлического привода)
Погрешность установки	$\varepsilon_y = \frac{\omega A_\Delta}{2} = 0,5 \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_5^2}$	$\varepsilon_y = 0,5 \sqrt{0,025^2 + 0,015^2 + 0,025^2 + 0,01^2 + 0,025^2} = 0,015 \text{ мм}$ » [19]

Чертеж патрона представлен в графической части, общий вид патрона показан ниже на рисунке 6, а в приложении «В» данной работы приложена спецификация на приспособление.

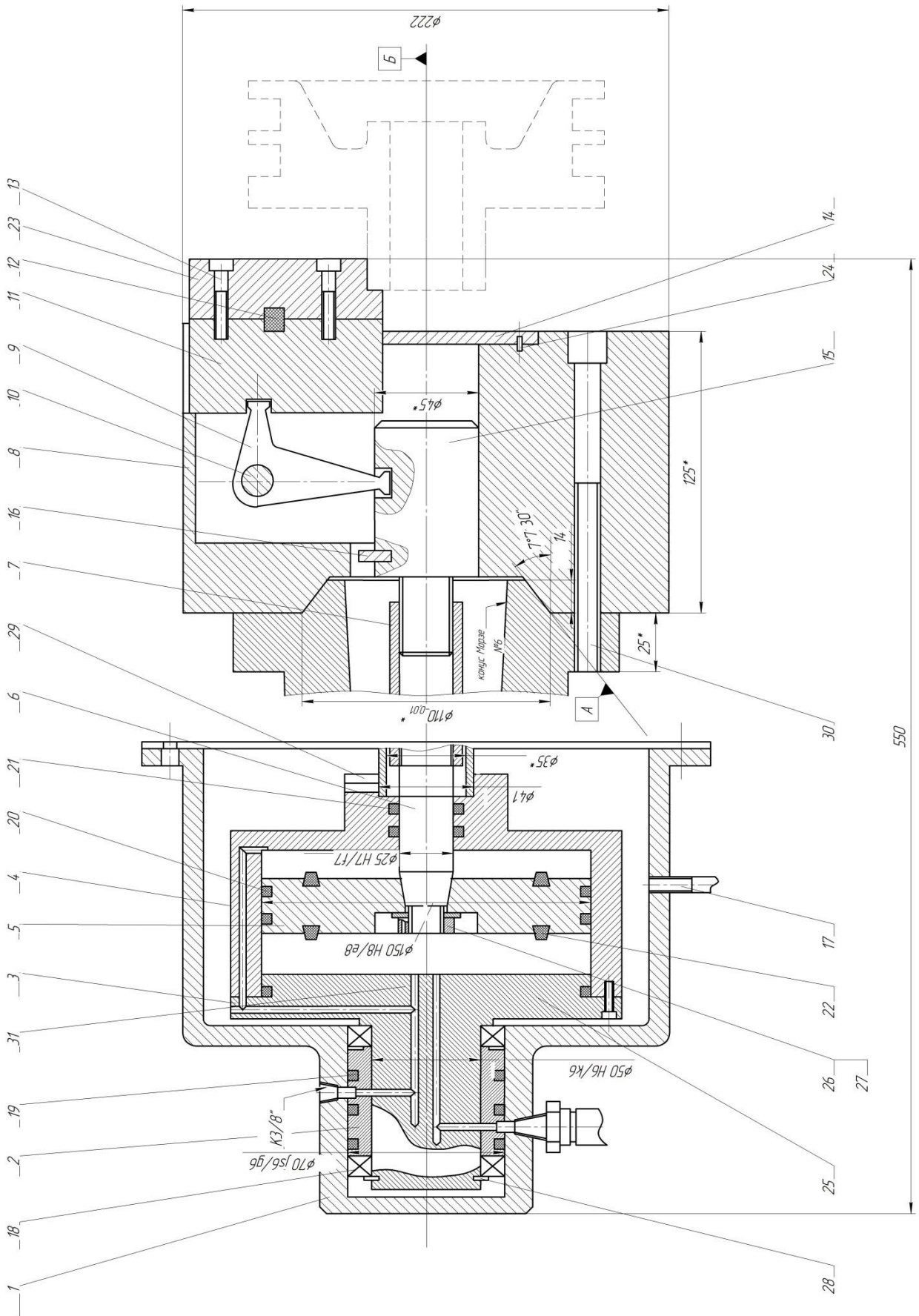


Рисунок 6 – Общй вид патрона



### 3.2 Проектирование инструмента

Общий вид инструмента – круга шлифовального показан ниже на рисунке 7.

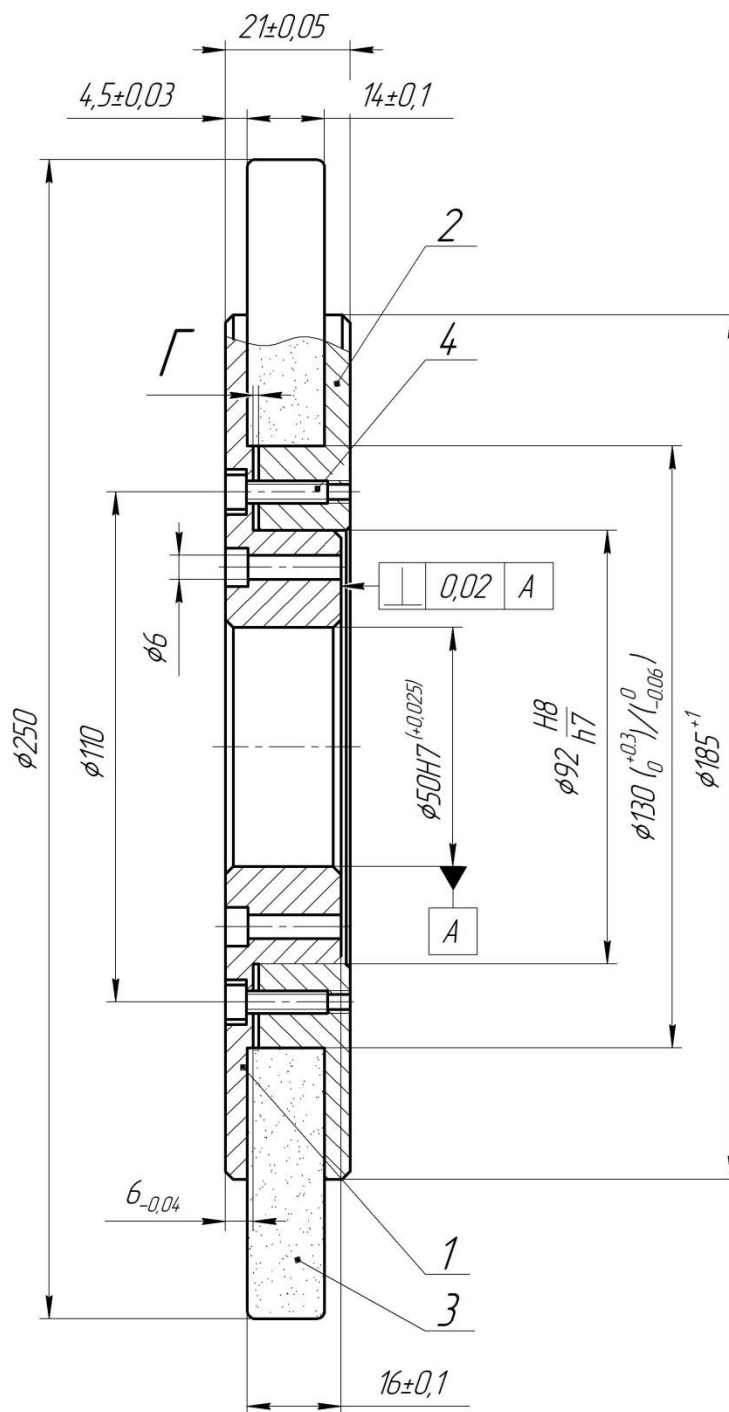


Рисунок 7 – Общий вид инструмента

«Технические характеристики

1. Круг шлифовальный 250 50 14 91AF60L7V;
2. Рабочая скорость 35 м/с;

Технические требования

1. Круг поставляется формы ПП;
2. Непараллельность торцов 0.15 мм;
3. Несоосность наружного диаметра круга посадочному отверстию в состоянии поставки не более 0.2 мм;
4. Зазор Г обеспечить при сборке равным 0.05...0.15 мм;
5. Размер В обеспечить при сборке
6. На периферии круга выполнить 68 спиральных пазов с шагом 27.72 мм и шириной 8 мм;
7. Класс точности-А.

Сборочные чертежи патрона и круга представлены в графической части данной работы.» [23]

#### 4. Безопасность и экологичность технического объекта

«Задача раздела – проектирование технологии изготовления шкива с учетом требований стандартов по безопасности.

Технологический паспорт объекта представлен в виде таблицы 10» [7].

Таблица 10 - Паспорт объекта

Объект	Технологическая операция	Наименование должности работника	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы и вещества
Заготовительная	Литье	Литейщик	Литейная машина	Сталь 19ХГНМ, смазки графитовые
Механическая обработка	Токарная	Оператор станков с ЧПУ	Токарно-винторезный станок с ЧПУ HJV LT Automation	Сталь 19ХГНМ, СОЖ, ветошь

«В таблице 11 рассматриваются риски. В подразделе приводится систематизация производственно-технологических и эксплуатационных рисков, к которым относят вредные и опасные производственные факторы, источником которых являются оборудование и материалы, используемые при изготовлении детали» [7].

Таблица 11 - Определение рисков

Технологическая операция	Опасный и вредный производственный фактор (ОВПФ)	Источник ОВПФ
Литье	«ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания Факторы физического воздействия: Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов. Движущиеся твердые объекты.» [7]	Литейная машина

Продолжение таблицы 11

Технологическая операция	Опасный и вредный производственный фактор (ОВПФ)	Источник ОВПФ
Точение	<p>«Факторы физического воздействия:                      Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов                      Движущиеся твердые объекты                      ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов                      ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания                      ОВПФ, связанные с механическими колебаниями твердых тел                      ОВПФ, связанные с акустическими колебаниями твердых тел                      ОВПФ, связанные с электрическим током                      ОВПФ, связанные с электромагнитными полями                      Факторы химического воздействия:                      токсического, раздражающего (через органы дыхания)                      Факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия:                      Статическая нагрузка                      Перенапряжение анализаторов.» [7]</p>	<p>«Токарно-винторезный станок с ЧПУ HJV LT Automation, зона резания, зажимные губки патрона, резцы, СОЖ, стружка                      Заготовка, инструмент                      Пульт управления станком, смазки                      Манипуляция заготовкой, контроль и управление» [7]</p>

Снижение рисков достигается мерами (таблица 12)» [7] .

Таблица 12 – Мероприятия снижения уровня ОВПФ

ОВПФ	Технические средства, организационные методы	Средства защиты (СИЗ)
«Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов Движущиеся твердые объекты ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов» [7]	«Защитный кожух на станке, ограждения Инструктажи по охране труда» [7]	«Костюм для защиты от загрязнений, перчатки с полимерным покрытием, ботинки кожаные, очки защитные» [7]
«Факторы химического воздействия: токсического, раздражающего (через органы дыхания)» [7]	Организация вентиляции Инструктажи по охране труда	-

Продолжение таблицы 12

ОВПФ	Технические средства, организационные методы	Средства защиты (СИЗ)
«ОВПФ, связанные с механическими колебаниями твердых тел» [7]	«Виброгасящие опоры снизить время контакта с поверхностью подверженной вибрации Инструктажи по охране труда» [7]	Резиновые виброгасящие покрытия
«ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания» [7]	«Организация вентиляции Инструктажи по охране труда» [7]	-
«ОВПФ, связанные с акустическими колебаниями твердых тел» [7]	«Использование звукопоглощающих Материалов Инструктажи по охране труда» [7]	Применение противозумных вкладышей
«ОВПФ, связанные с электрическим током ОВПФ, связанные с электромагнитными полями» [7]	«Заземление станка изоляция токоведущих частей применение предохранителей Инструктажи по охране труда Соблюдение периодичности и продолжительности регламентированных перерывов» [7]	Резиновые напольные покрытия, перчатки с полимерным покрытием
Статическая нагрузка Перенапряжение анализаторов	Организация освещения Инструктажи по охране труда	-

«В таблицах 13 – 16 рассматриваются источники пожарной опасности, а также средства, которые необходимо применить, и меры организационного характера, которые необходимо использовать, для обеспечения пожарной безопасности» [7].

Таблица 13 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие факторы при пожаре
Участок обработки шкива	Токарно-винторезный станок с ЧПУ HJV LT Automation	Класс В, Е	«Пламя и искры; неисправность электропроводки; возгорание промасленной ветоши» [7]	«Части оборудования, изделий и иного имущества; Вынос напряжения на токопроводящие части станка; воздействие огнетушащих веществ» [7]

Таблица 14 – Выбор средств пожаротушения

Средства пожаротушения				Оборудование
первичные	мобильные	стационарные	автоматики	
«Ящик с песком, пожарный гидрант, огнетушители» [7]	Пожарные автомобили	Пенная система тушения	«Технические средства по оповещению и управлению эвакуацией» [7]	Напорные пожарные рукава

Таблица 15 – Средства защиты и пожаротушения

СИЗ	Инструмент	Сигнализация
«Веревки пожарные карабины пожарные противогазы, респираторы» [7]	Лопаты, багры, ломы и топоры ЩП-Б	Автоматические извещатели

Таблица 16 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Процесс, оборудование	Организационно-технические меры	Нормативные требования
Технология изготовления шкива	«Применение смазочно-охлаждающих жидкостей с использованием негорючих веществ Хранение промасленной ветоши в негорючих ящиках ; Общее руководство и контроль за состоянием пожарной безопасности на предприятии.» [7]	«Наличие пожарной сигнализации, Наличие автоматической системы пожаротушения, первичные средств пожаротушения, проведение инструктажей» [7]

Результаты анализа в таблицах 17 и 18. Мероприятия направлены на защиту гидросферы, атмосферы и литосферы.

Таблица 17 – Определение экологически опасных факторов объекта

Производственный технологический процесс	Структурные элементы технологического процесса	Опасные и вредные выбросы в воздух	Сточные воды	Воздействие объекта на литосферу
Технологический процесс изготовления шкива	Токарно-винторезный станок с ЧПУ HJV LT Automation	Стружка Токсические испарения Масляный туман	Взвешенные вещества и нефтепродукты отработанные жидкие среды	Отходы стружки Промасленная ветошь Растворы жидкостей

Таблица 18 – Разработанные мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

Объект воздействия	Технология изготовления вала
на атмосферу	Фильтрационные системы для системы вентиляции участка
на гидросферу	Локальная многоступенчатая очистка сточных вод
на литосферу	Разделение, сортировка, утилизация на полигонах отходов

«Рассматривается обработка на заготовительной и токарной операциях. Подробно рассмотрена операция, выполняемая на токарно-винторезном станке с ЧПУ Токарно-винторезный станок с ЧПУ HJV LT Automation, которая включает переходы точения. Задействован оператор станков с ЧПУ. Приспособление – патрон. Инструмент - резцы. Применяются материалы: сталь 19 ХГНМ, СОЖ - эмульсия, ветошь (таблица 10)» [21].

«Идентификация профессиональных рисков выполнена для токарной операции, что позволило определить ОВПФ. Данные факторы представлены в таблице 11» [7].

«Для их устранения и снижения негативного воздействия применяются методы и средства, представленные в таблице 12» [7].

«Выполнена определение класса, опасных факторов пожара для участка изготовления шкива (таблица 13). Проводится выбор средств

пожаротушения (таблица 14, 15), мер по обеспечению пожарной безопасности процесса изготовления шкива (таблица 16)» [7].

«Определены негативные факторы воздействия процесса изготовления вала на окружающую среду (таблица 17). Указаны организационно-технические мероприятия по снижению вредного антропогенного влияния технологии на экологию: атмосферы – оснащение фильтрующими элементами системы производственной вентиляции, гидросферы – использованием системы многоступенчатой очистки сточных вод; литосферы – сортировкой отходов и их утилизацией на специальных полигонах (таблица 18)» [7].

«Выявив и проанализировав технологию изготовления шкива и, ее воздействие на среду, делаем вывод, что данная технология удовлетворяет нормам по защите здоровья человека и окружающей среде.» [7]

Анализ безопасности при эксплуатации токарного станка – важная задача для обеспечения безопасности операторов и предотвращения возможных аварий. Работая на токарном станке, человек подвергает свою жизнь повышенной опасности. Заготовки и различные элементы агрегата вращаются с большой скоростью. Электрическое напряжение составляет 380 вольт. Стружка отлетает во все стороны. В связи с этим необходимо особое внимание к соблюдению требований безопасности на токарном станке. Технологический процесс токарной обработки требует от оператора профессиональных навыков и умений, внимательности на каждом этапе производства. Анализ безопасности при эксплуатации токарного станка – важная задача для обеспечения безопасности операторов и предотвращения возможных аварий.

Таким образом, исследование данного процесса позволит улучшить технологию обработки металла на токарных станках, повысить производительность и безопасность операций, а также экономическую эффективность процесса.



## 5 Экономическая эффективность работы

Любое техническое решение предполагает экономическое обоснование предложенных вариантов, в этом и заключается основная задача данного раздела бакалаврской работы.

Подробное описание производимого изделия, его технологического процесса, применяемой оснастки и инструмента, а также трудоемкость операций, представлены в предыдущих разделах бакалаврской работы. Однако, чтобы понимать условия, которые будут использоваться для выполнения данного раздела, необходимо их продублировать, но в кратком виде.

Краткое описание разработанного технологического процесса представлено на рисунке 8.



Рисунок 8 – Краткое описание разработанного технологического процесса

Кроме, представленных на рисунке 8 операций, разработанный технологический процесс имеет такие операции как: термическая (050),

моечная (080) и контрольная (090). Однако, эти операции в детальных расчетах использоваться не будут, т.к. их доля в общих затратах и расходах не значительна. Кроме того, они могут выполняться совместно с другими, аналогичными изделиями, и выделить расходы, только изделия рассматриваемого в рамках данной бакалаврской работы. Поэтому затраты и расходы, не вошедшие в детальные расчеты будут учтены в цеховых расходах.

Данный раздел предполагает проведение достаточно широкого комплекса экономических расчетов. Укрупнено, этот комплекс можно разделить на несколько этапов. Последовательность и название этапов, а также проводимые расчеты для их выполнения представлены на рисунке 9.

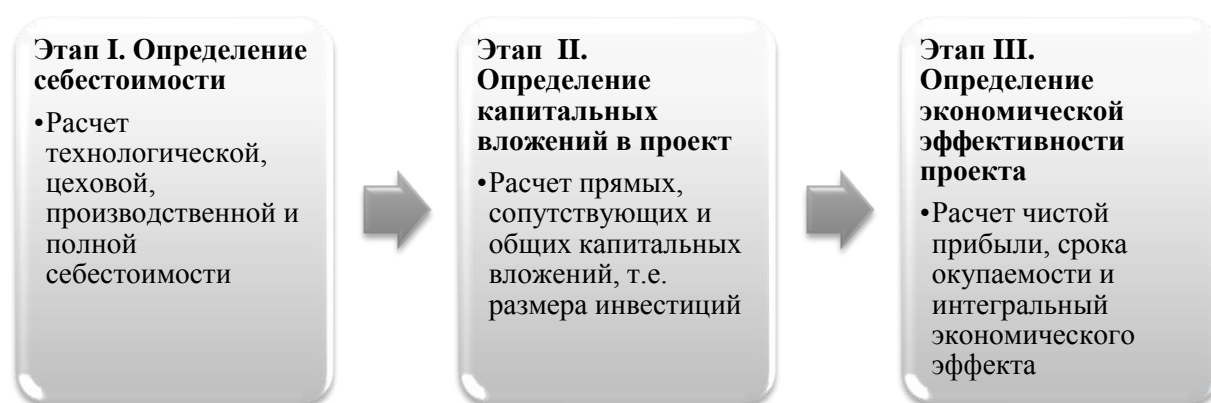


Рисунок 9 – Последовательность выполнения этапов экономических расчетов определению эффективности проекта

Представленные на рисунке 9 расчеты и методики для их проведения [10] позволят получить результаты и сделать итоговые выводы по эффективности разработанного технологического процесса. Для упрощения выполнения перечисленных расчетов дополнительно используется программное обеспечение Microsoft Excel.

Результаты расчетов по определению себестоимости изготовления продукции представлены на рисунке 10.

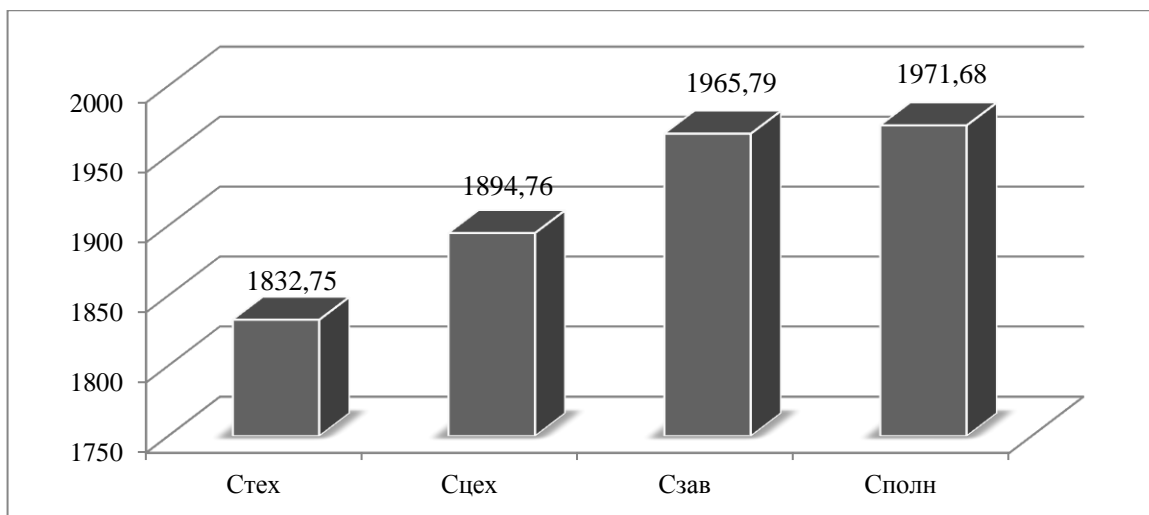


Рисунок 10 – Результаты расчетов по определению себестоимости, руб.

На рисунке 10 видно, что технологическая ( $C_{ТЕХ}$ ), цеховая ( $C_{ЦЕХ}$ ), производственная ( $C_{ЗАВ}$ ) и полная ( $C_{ПОЛН}$ ) себестоимости, постепенно возрастают, учитывая все необходимые расходы, связанные с производством. Основу формирования полной себестоимости создает технологическая себестоимость.

Результаты расчетов по определению капитальных вложений в разработанный технологический процесс, представлены на рисунке 11.



Рисунок 11 – Результаты расчетов по определению капитальных вложений

Из рисунка 11 видно, что прямые капитальные вложения имеют большее значение по сравнению с сопутствующими. Их доля в общем объеме инвестиций составляет 63 %, это связано с тем, что прямые капитальные вложения – это затраты в основное технологическое оборудование, которые всегда являются самой затратной частью.

Результаты расчетов по определению экономической эффективности проекта представлены на рисунке 12.



Рисунок 12 – Результаты расчетов по определению экономической эффективности

Как видно из рисунка 12, разработанный технологический процесс можно внедрять, потому что, он является экономически эффективным. В результате его внедрения будет получен эффект в размере 54311,03 руб.

## Заключение

Заявленная во введении цель работы решается за счет последовательного решения более мелких задач, каждая из которых направлена на выполнение определенного этапа в методологии проектирования детали.

На начальном этапе проанализированы характеристики детали, влияющие на способы и методы ее дальнейшей обработки и формирующие оптимальный подход к ее изготовлению. Решены задачи определением назначения детали и ее поверхностей, выполнением ее чертежа и определением характеристик технологичности.

Далее, выполнен этап разработки технологии изготовления детали. Для этого решены следующие задачи:

- по методике [12] из раздела «Список используемых источников» определен тип производства и его стратегия по методике [20];
- используя методологию из источника [4] спроектирована заготовка;
- используя методологию из источников [9] и [25] спроектирован техпроцесс;
- используя методологию из источников [1], [13], [15], [17], [18] и [24] спроектированы операции и определена необходимая оснастка.

На следующем этапе используя методологию из источников [16], [19] и [27] спроектированы оснастка и инструмент.

Используя методологию, представленную в источнике [7] решены основные задачи обеспечения безопасности техпроцесса.

Задача по определению показателей экономической эффективности решена по метрологии, представленной в источнике [10].

Таким образом, все задачи бакалаврской работы решены, а следовательно, цель бакалаврской работы, ранее сформулированная в разделе «Введение» - разработка технологического процесса изготовления шкива с минимальной себестоимостью достигнута.

## Список используемых источников

- 1 Барановский Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник / Ю.В. Барановский. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М., Машиностроение, 1995 г., 320 с.
- 2 Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений: Учеб. пособие для учащихся техникумов. / А.П. Белоусов.; 3-е изд., перераб. И доп.– М.: (Высшая школа), 1980, 240 с.
- 3 Боровков, В.М. Разработка и проектирование чертежа штамповки. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990., 25 с.
- 4 Боровков В.М. Экономическое обоснование выбора заготовки при проектировании технологического процесса. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990., 45 с.
- 5 Горбачевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для вузов. / А.Ф.Горбачевич, В.А. Шкред; 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с 4-го издания. – М: ООО ИД «Альянс», 2007.- 256 с.
- 6 Гордеев А.В. Выбор метода получения заготовки. Метод, указания / А.В. Гордеев, - Тольятти, ТГУ, 2004.-9 с.
- 7 Горина Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. Пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2016, 68 с.
- 8 ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку [Текст]. – Взамен ГОСТ 26645-85; введ. 2010-24-08. – М.: Стандартиформ, 2010. – 35 с.
- 9 Добрыднев И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения" / И.С. Добрыднев, - М: Машиностроение 1985, 184 с.
- 10 Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процес-сов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова,– Тольятти: ТГУ, 2015, 46 с.

11 Ковшов, А. Н. Технология машиностроения : учебник / А. Н. Ковшов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-0833-7.

12 Научные основы технологии машиностроения : учебное пособие / А. С. Мельников, М. А. Тамаркин, Э. Э. Тищенко, А. И. Азарова ; под общей редакцией А. С. Мельникова. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 420 с. — ISBN 978-5-8114-3046-8.

13 Маталин А. А. Технология машиностроения : учебник / А. А. Маталин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-0771-2.

14 Михайлов А.В. Методические указания для студентов по выполнению курсового проекта по специальности 1201 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения» / А.В. Михайлов, – Тольятти, ТГУ, 2005. - 75 с.

15 Нефедов Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах: Учеб. Пособие для техникумов 2-е изд. перераб. и доп./ Н.А. Нефедов, 76 - М.: Высш. Школа, 1986-239 с.

16 Нефедов Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту Учеб. Пособие для техникумов по предмету "Основы учения о резании металлов и режущий инструмент" 4-е изд. перераб. и доп. / Н.А.. Нефедов, - М., Машиностроение, 1984 г.- 400 с.

17 Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 1/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 912 с.

18 Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 2/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 944 с.

19 Станочные приспособления: Справочник. В 2-х кн. Кн. 1./ Б.Н. Вардашкин; под ред. Б.Н. Вардашкина [и др.]; - М.: Машиностроение, 1984.

17 Таймингс, Р. Машиностроение. Режущий инструмент. Карманный

справочник. Пер. с англ. 2-е изд. Стер./ Р. Таймингс, – М.: Додэка-XXI, 2008, - 336 с.

20 Технология машиностроения [Электронный ресурс]: вопросы и ответы. Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов/ — Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2015.— 88 с.

21 Ткачук К.Н. Безопасность труда в промышленности / К.Н. Ткачук [и др.] – К. Техника, 1982, 231 с.

22 Davim J.P. Modern Machining Technology. A practice guide Woodhead Publishing, 2011. — 412 p. — (English).

23 Alexander H. Slocum. Precision Machine Design. Society of Manufacturing Engineers, 1992, 750 p. - ISBN 0872634922, 9780872634923.

24 Bozina P. Vorrichtungen im Werkzeugmaschinenbau: Grundlagen, Berechnung und Konstruktion. Springer Berlin Heidelberg, 2013, 245 p. - ISBN3642327060, 9783642327063.

25 Klocke F. Manufacturing Processes 2: Grinding, Honing, Lapping. Vol. 2Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009. XXIV, 433 p. 35 illus. — ISBN 978-3-540-92258-2, e-ISBN 978-3-540-92259-9, DOI 10.1007/978-3-540-92259-9.

26 Linke B. Life Cycle and Sustainability of Abrasive ToolsSpringer, 2016. — XVII, 265 p. — ISBN 978-3-319-28345-6; ISBN 978-3-319-28346-3 (eBook).

27 Manfred W, Christian B. Werkzeugmaschinen Fertigungssysteme. Springer Berlin Heidelberg, 2006, 599 p. - ISBN 3540280855, 9783540280859.



# Приложение А

## Маршрутная карта

Таблица А.1 – Маршрутная карта

ГОСТ 3.1404-86 форма 3

Дубл.	Взам.	Подп.											Листов	Лист	
Разраб.	Кузин		<b>ТГУ</b>												
Провер.	Боронов		<b>ШКИВ</b>												
Н.Контр.	Боронов														
Утв.	Логинев														
M01	Сталь 19ХГНМ ГОСТ 1050-88	Код	ЕН	Н. раск.	КММ.	Код загот.	Профиль	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Т шт.
M02		ЕВ	МД		0,76										
		166	6,8									1		МЗ	7,2
А	Цех. Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.									
Б	Код, наименование оборудования	000	Заготовительная												
A03															
B04															
05T															
06															
07															
08O		010	4269	Токарная											
09T	381825	XXXX	Токарно-винторезный станок с ЧПУ	НЧV LT Automation											
10	Патрон трехшлицевый самоцентрирующий; Резец проходной, отогнутый	ТЭК10	ГОСТ 22087-76;	Штангенциркуль, микрометр											
11															
12O		020	4269	Токарная											
13T	381825	XXXX	Токарно-винторезный станок с ЧПУ	НЧV LT Automation											
14	Патрон трехшлицевый самоцентрирующий; Резец проходной, отогнутый	ТЭК10	ГОСТ 22087-76;	Штангенциркуль, микрометр											
15															
16O		030	4269	Токарная											
17T	381825	XXXX	Токарно-винторезный станок с ЧПУ	НЧV LT Automation											
18	Патрон трехшлицевый самоцентрирующий; Резец проходной, отогнутый	ТЭК10	ГОСТ 22087-76;	Штангенциркуль, микрометр											
19															
20O		040	4269	Токарная											
21T	381825	XXXX	Токарно-винторезный станок с ЧПУ	НЧV LT Automation											
22	Патрон трехшлицевый самоцентрирующий; Резец проходной, отогнутый	ТЭК10	ГОСТ 22087-76;	Штангенциркуль, микрометр											
23															
МК															









