

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(наименование кафедры)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»

(код и наименование направления подготовки)

Технология машиностроения

(профиль)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на Технологический процесс изготовления шлицевого вала делительного
механизма

Студент	<u>Ю.А. Мазурова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>А.А. Козлов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>И.В. Краснопевцева</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>А.Н. Москалюк</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>В.Г. Виткалов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.т.н, доцент Н.Ю. Логинов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

_____ (личная подпись)

« _____ » _____ 2018 г.

Тольятти 2018

АННОТАЦИЯ

Мазурова Юлия Александровна. Технологический процесс изготовления шлицевого вала делительного механизма. ТГУ, Кафедра: «Оборудование и технологии машиностроительного производства», Тольятти, 2018 г.

В работе на основе анализа исходных данных формулируются основные задачи, решение которых позволит спроектировать высокоэффективный технологический процесс изготовления шлицевого вала делительного механизма. Для этого осуществлен ряд мероприятий технологического характера. Проектируется заготовка на основе предварительного экономического расчета. Разрабатывается технологический маршрут изготовления, основой для которого является типовой маршрут. Проектируются операции механической обработки. Для операций, являющихся ограничивающими для проектируемого техпроцесса, проектируются специальные средства оснащения. Эффективность техпроцесса доказывается путем проведения соответствующих расчетов.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Исходные данные.....	5
2 Технологическая часть работы.....	9
3 Проектирование станочного приспособления и режущего инструмента.....	24
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	31
5 Экономическая эффективность работы.....	39
Заключение.....	43
Список используемых источников.....	44
Приложения.....	47

ВВЕДЕНИЕ

Механические делительные механизмы. Это объясняется простотой их конструкции, высокой надежностью и производительностью. Условия эксплуатации делительных механизмов могут быть различными и зависят от производства в котором они применяются, поэтому к деталям их механизмов предъявляются особые требования по точности и износостойкости.

В первую очередь все качественные и эксплуатационные показатели детали формируются на стадии ее изготовления, поэтому проектируемый техпроцесс должен их обеспечивать. Так же, проектируемый техпроцесс должен учитывать производственные показатели и экономические, т.е. обеспечить весь годовой объем выпуска в 7000 деталей в год при минимальной стоимости изготовления. Достижению этой цели посвящены все последующие разделы данной работы.

1 Исходные данные

1.1 Служебное назначение детали и оценка ее технологичности

Основное назначение вала заключается в установке на нем шестерни исполнительного механизма деления, а также в передаче момента от привода.

Вал образуется ступенчатыми поверхностями, так же в его конструкции имеются шлицы для установки шестерни привода и восприятия крутящего момента. Установка вала в корпусе делительного механизма осуществляется по посадке с зазором. В рабочем помещении внешняя среда достаточно агрессивная, что обусловлено наличием в процессе обработки смазочно-охлаждающей жидкости, стружки и различного рода загрязнений производственного характера.

Для оценки технологичности вала необходимо проанализировать его материал, конфигурацию, возможность базирования и закрепления, а также качественные характеристики поверхностей. Выполним данную оценку по рекомендациям [1].

Проанализируем материал вала. Сталь 40ХН2МА ГОСТ 4543-71 имеет следующий химический состав по данным [2]: С 0,37-0,44%, Cr 0,6-0,9%, Ni 1,25-1,65%, Mn 0,5-0,8%, Si 0,17-0,37, Cu не более 0,3%, S не более 0,025%, P не более 0,025. Основные механические характеристики стали: $\sigma_B = 1080$ МПа, $\sigma_T = 930$ МПа. Такой химический состав и механические свойства важны в первую очередь для выполнения валом своего назначения, поэтому замена материала возможно только на материалы-заменители, т.е. имеющие схожие свойства. С точки зрения обработки резанием данный материал не является оптимальным, т.к. имеет заниженные коэффициенты обрабатываемости, как для твердосплавного инструмента $K_o = 0,6$, так и для быстрорежущего инструмента $K_o = 0,7$. С точки зрения заготовительной операции, при данных характеристиках материала, лучшим методом для получения заготовки будет штамповка.

Конфигурация вала типичная для данного типа деталей. Состоит из шеек убывающих по диаметру от центра. Также в конструкции есть шлицы. Такая конфигурация позволяет применять для обработки стандартные методы обработки. Можно применять параллельную обработку и параллельно-последовательную обработку. Исходя из того, что размеры выполнены по нормальному ряду чисел, в техпроцессе можно использовать стандартные и универсальные средства оснащения.

Анализ базирования и закрепления показывает, что деталь имеет достаточно большое количество наружных поверхностей и торцев с достаточными размерами, как для проведения черновых, так и чистовых операций.

В случае необходимости, размеры крайних торцев и конструкция детали в целом, позволяют получить специальные базы в виде центровых отверстий. Такое решение характерно для деталей данного типа.

Анализ качественных характеристик поверхностей вала (точность размеров и шероховатость поверхностей) показывают, что все поверхности детали должны быть обработаны механически. Ряд поверхностей необходимо подвергнуть операциям чистовой обработки.

В качестве вывода можно отметить, что деталь имеет хорошие свойства технологичности.

1.2 Анализ параметров техпроцесса

Параметры техпроцесса зависят в первую очередь от типа производства [3], поэтому, сначала необходимо определить его. Основываясь на имеющихся данных и учитывая необходимую глубину проработки проектных решений, определение типа производства производим по данным [4].

Расчет массы детали выполняем путем построения ее твердотельной модели в программе «Компас». Полученная модель представлена на рисунке

1.1. Получаем массу вала $q=0,25$ кг.

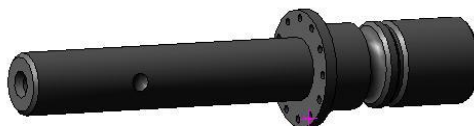


Рисунок 1.1 – Твердотельная модель вала

Годовая производственная программа выпуска вала составляет 7000 штук. Определяем тип производства как среднесерийный.

Основными параметрами техпроцесса являются: его организация, методы расчета и получения заготовок, характеристики процесса проектирования техпроцесса, основные средства технологического оснащения и методы проектирований операций.

В данном случае применима групповая последовательная организация техпроцесса, с возможным применением адаптивных форм организации.

Припуски для проектирования заготовки определяются по статистическим данным для неточных поверхностей и расчетным методом для точных поверхностей. При этом используются стандартные методы обработки. Заготовки вала, как отмечалось ранее, наиболее рационально получать стандартными методами штамповки.

В качестве базового варианта проектирования техпроцесса лучше всего использовать типовые техпроцессы с применением основных принципов базирования. При этом точность обработки обеспечивается путем работы на заранее настроенном оборудовании, что обеспечивает необходимую производительность.

При анализе средств оснащения техпроцесса следует отметить, что желательно использование станков оснащенных системами числового управления, но допускается использование универсального оборудования. Оснастка, инструмент и средства контроля используются в основном универсальные и стандартные, но при получении соответствующего обоснования можно использовать специальные.

При проектировании операций наиболее применима последовательная структура операций, но следует по возможности применять последовательно-

параллельную структуру. Режимы резания на операции и их нормирование определяются на основе нормативных данных и эмпирических методов расчета.

1.3 Задачи работы

Основываясь на исходных данных и их анализе, основными задачами работы являются:

- проведение оценки возможных методов получения заготовок и ее проектирование на основе определения оптимальных маршрутов обработки для каждой поверхности и определения припусков для каждого перехода;
- формирование маршрута обработки вала и определение характеристик каждой операции;
- определение соответствующих требованиям типа производства станков, инструмента, станочных и контрольных приспособлений;
- проектирование всех операций механической обработки техпроцесса;
- разработка для операций имеющих существенные недостатки специальных средств оснащения;
- проверка эффективности спроектированного техпроцесса.

2 Технологическая часть работы

2.1 Определение метода получения заготовки

Как отмечалось при анализе параметров техпроцесса заготовку для данного вала наиболее целесообразно получать методами штамповки. Согласно данным литературы [5] в данном случае наиболее приемлемыми являются такие методы как штамповка на кривошипном прессе и в открытых штампах. Для выбора одного из возможных вариантов необходимо провести их сравнение путем расчета технологической себестоимости [5].

$$C_T = C_{ЗАГ} \cdot Q + C_{МЕХ} (Q - q) - C_{ОТХ} (Q - q) \quad (2.1)$$

где $C_{ЗАГ}$ - стоимость за 1 кг заготовки;

$C_{МЕХ}$ - стоимость удаления 1 кг стружки при механической обработке;

$C_{ОТХ}$ - цена 1 кг стружки.

Определение массы заготовки производим по массе детали q , которая была определена ранее и коэффициенту, характеризующему способ штамповки и форму заготовки K_p :

$$Q_i = q \cdot K_p \quad (2.2)$$

Масса заготовки штамповкой в открытых штампах $Q_1 = 0,25 \cdot 1,6 = 0,4$ кг.

Масса заготовки на кривошипном прессе $Q_2 = 0,25 \cdot 1,4 = 0,35$ кг.

Стоимость механической обработки на 1 кг стружки:

$$C_{МЕХ} = C_C + E_H \cdot C_K \quad (2.3)$$

где C_C , E_H , C_K - соответствующие затраты и нормативные коэффициенты.

$$C_{МЭХ1,2} = 3,56 + 0,1 \cdot 10,35 = 4,6 \text{ руб.}$$

Стоимость заготовки за 1 кг:

$$C_{заг} = C_{шт} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{II} \quad (2.4).$$

где $C_{шт}$ - исходная стоимость штамповки;

$h_T, h_M, h_C, h_B, h_{II}$, - коэффициенты, учитывающие особенности формы детали и процесса штамповки.

$$C_{заг1,2} = 75,12 \cdot 1,06 \cdot 0,7 \cdot 0,82 \cdot 2,2 \cdot 0,5 = 50,28 \text{ руб.}$$

$$C_{T1} = 50,28 \cdot 0,4 + 4,6 \cdot (0,4 - 0,25) \cdot 1,4 \cdot (0,4 - 0,25) = 20,59 \text{ руб.}$$

$$C_{T2} = 50,28 \cdot 0,35 + 4,6 \cdot (0,35 - 0,25) \cdot 1,4 \cdot (0,35 - 0,25) = 17,92 \text{ руб.}$$

Как показали расчеты, самым выгодным методом получения заготовки является штамповка на кривошипном прессе.

Если сопоставить разницу в технологической себестоимости этих методов для данной программы выпуска получим:

$$\Delta = (C_{T1} - C_{T2}) \cdot N \quad (2.5)$$

$$\Delta = (20,59 - 17,92) \cdot 7000 = 18690 \text{ руб.}$$

Расчеты показывают, что экономическая разница для рассматриваемых методов штамповки достаточно существенная.

2.2 Проектирование заготовки

Проектирование заготовки выполняется в несколько этапов. Сначала выбираются методы обработки поверхностей [6]. На их основе рассчитываются припуски на обработку для каждой поверхности [7, 8]. После этого определяются напуски, допуски на размеры заготовки и другие ее характеристики [9]. Затем выполняется рабочий чертеж заготовки.

Для выбора методов обработки поверхностям присваивается свой индивидуальный номер (рисунок 2.1). Далее формируем маршруты методов обработки для каждой поверхности.

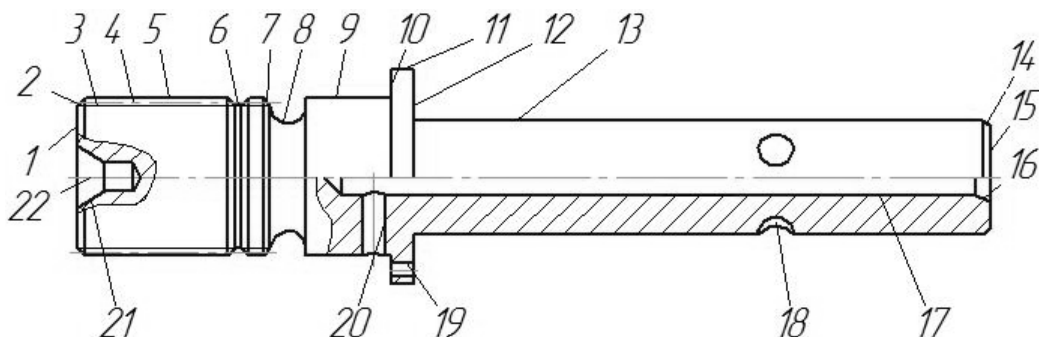


Рисунок 2.1- Нумерация поверхностей

Поверхности 1 и 15 имеют маршрут: фрезерование и термообработка.

Поверхности 2, 7, 14 имеют маршрут: точение чистовое и термообработка.

Поверхности 3 и 8 имеют маршрут: фрезерование и термообработка.

Поверхность 4 имеет маршрут: зубофрезерование и термообработка.

Поверхности 5, 6, 8, 10, 11 имеют маршрут: точение черновое и термообработка.

Поверхность 9 имеет маршрут: точение черновое и чистовое, термообработка, шлифование черновое и чистовое, полирование.

Поверхности 12, 13 имеют маршрут: точение черновое и чистовое, термообработка, шлифование черновое и чистовое.

Поверхности 16, 17, 19, 20, 21 имеют маршрут: сверление и термообработка.

Для проведения расчета припусков на обработку самой точной поверхности $\varnothing 16k6^{(+0,012}_{+0,001)}$ применим расчетно-аналитический метод.

Для расчета минимального припуска необходимы данные по дефектному слою a , погрешности установки ε и пространственным отклонениям Δ .

$$Z_{i\min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \quad (2.6)$$

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,3 + \sqrt{0,3^2 + 0,025^2} = 0,601$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,045^2 + 0,025^2} = 0,252$$

$$Z_{3\min} = a_{TO} + \sqrt{\Delta_{TO}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,25 + \sqrt{0,028^2 + 0,012^2} = 0,180$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,15 + \sqrt{0,007^2 + 0,012^2} = 0,164$$

Расчет максимального припуска выполняется исходя из допусков на размер:

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5 \cdot \sqrt{d_{i-1} + Td_i} \quad (2.7)$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5 \cdot \sqrt{d_0 + Td_1} = 0,601 + 0,5 \cdot \sqrt{2 + 0,18} = 1,291$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5 \cdot \sqrt{d_1 + Td_2} = 0,252 + 0,5 \cdot \sqrt{0,18 + 0,07} = 0,377$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5 \cdot \sqrt{d_{TO} + Td_3} = 0,18 + 0,5 \cdot \sqrt{0,11 + 0,027} = 0,249$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5 \cdot \sqrt{d_3 + Td_4} = 0,164 + 0,5 \cdot \sqrt{0,027 + 0,011} = 0,183$$

Расчет среднего припуска:

$$Z_{cpi} = \sqrt{Z_{i\max} + Z_{i\min}} \cdot 2 \quad (2.8)$$

$$Z_{cpi1} = \sqrt{Z_{1\max} + Z_{1\min}} \cdot 2 = \sqrt{0,601 + 1,291} \cdot 2 = 0,946$$

$$Z_{cpi2} = \sqrt{Z_{2\max} + Z_{2\min}} \cdot 2 = \sqrt{0,252 + 0,377} \cdot 2 = 0,315$$

$$Z_{cpi3} = \sqrt{Z_{3\max} + Z_{3\min}} \cdot 2 = \sqrt{0,18 + 0,249} \cdot 2 = 0,215$$

$$Z_{cpi4} = \sqrt{Z_{4\max} + Z_{4\min}} \cdot 2 = \sqrt{0,164 + 0,183} \cdot 2 = 0,174$$

Операционные размеры для каждого перехода:

$$d_{(i-1)\min} = d_{i\min} + 2 \cdot Z_{i\min} \quad (2.9)$$

$$d_{(i-1)\max} = d_{(i-1)\min} + Td_{i-1} \quad (2.10)$$

Минимальный диаметр перехода термической обработки:

$$d_{(TO-1)\min} = d_{(i-1)\min} \cdot 0,999 \quad (2.11)$$

$$d_{4\max} = 16,012$$

$$d_{4\min} = 16,001$$

$$d_{3\min} = d_{4\min} + 2 \cdot Z_{4\min} = 16,001 + 2 \cdot 0,164 = 16,329$$

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_3 = 16,329 + 0,027 = 16,356$$

$$d_{TO\min} = d_{3\min} + 2 \cdot Z_{3\min} = 16,329 + 2 \cdot 0,18 = 16,689$$

$$d_{TO\max} = d_{TO\min} + Td_{TO} = 16,689 + 0,11 = 16,799$$

$$d_{2\min} = d_{TO\min} \cdot 0,999 = 16,689 \cdot 0,999 = 16,672$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 16,672 + 0,07 = 16,742$$

$$d_{1\min} = d_{2\min} + 2 \cdot Z_{2\min} = 16,672 + 2 \cdot 0,252 = 17,176$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 17,176 + 0,18 = 17,356$$

$$d_{0\min} = d_{1\min} + 2 \cdot Z_{1\min} = 17,176 + 2 \cdot 0,601 = 18,378$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 18,378 + 1,2 = 19,578$$

Средние диаметры для каждого перехода:

$$d_{icc} = \frac{d_{i\max} + d_{i\min}}{2} \quad (2.12)$$

$$d_{cp0} = \frac{d_{0\max} + d_{0\min}}{2} = \frac{19,578 + 18,378}{2} = 18,978$$

$$d_{cp1} = \frac{d_{1\max} + d_{1\min}}{2} = \frac{17,356 + 17,176}{2} = 17,266$$

$$d_{cp2} = \frac{d_{2\max} + d_{2\min}}{2} = \frac{16,742 + 16,672}{2} = 16,707$$

$$d_{cpTO} = \frac{d_{TO\max} + d_{TO\min}}{2} = \frac{16,799 + 16,689}{2} = 16,744$$

$$d_{cp3} = \frac{d_{3\max} + d_{3\min}}{2} = \frac{16,356 + 16,329}{2} = 16,343$$

$$d_{cp4} = \frac{d_{4\max} + d_{4\min}}{2} = \frac{16,012 + 16,001}{2} = 16,007$$

Суммарные припуски:

$$2Z_{\min} = d_{0\min} - d_{4\max} \quad (2.13)$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + Td_0 + Td_4 \quad (2.14)$$

$$2Z_{cp} = \sqrt{Z_{min}^2 + Z_{max}^2} \quad (2.15)$$

$$2Z_{min} = 18,378 - 16,012 = 2,366$$

$$2Z_{max} = 2,366 + 1,2 + 0,011 = 3,577$$

$$2Z_{cp} = \sqrt{2,366^2 + 3,577^2} = 2,972$$

Припуски для остальных поверхностей определяем по статистическим данным. Согласно этой методике сначала определяется по таблицам минимальный припуск, а затем по формуле 2.7 максимальный.

Для поверхностей 1, 15: переход фрезерование $Z_{min} = 1,0$ мм, $Z_{max} = 2,0$ мм.

Для поверхности 4: переход фрезерование $Z_{min} = 0,5$ мм, $Z_{max} = 0,8$ мм.

Для поверхности 5: переход точение $Z_{min} = 0,8$ мм, $Z_{max} = 1,5$ мм.

Для поверхности 9: переход точение $Z_{min} = 0,8$ мм, $Z_{max} = 1,5$ мм; переход точение чистовое $Z_{min} = 0,125$ мм, $Z_{max} = 0,15$ мм; переход шлифование $Z_{min} = 0,15$ мм, $Z_{max} = 0,209$ мм; переход шлифование чистовое $Z_{min} = 0,03$ мм, $Z_{max} = 0,063$ мм; переход полирование $Z_{min} = 0,01$ мм, $Z_{max} = 0,043$.

Для поверхности 10: переход точение $Z_{min} = 1,8$ мм, $Z_{max} = 2,68$ мм.

Для поверхности 11: переход точение $Z_{min} = 0,8$ мм, $Z_{max} = 1,505$ мм.

Для поверхности 12: переход точение $Z_{min} = 1,8$ мм, $Z_{max} = 2,265$ мм; переход точение чистовое $Z_{min} = 0,8$ мм, $Z_{max} = 0,975$ мм; переход шлифование $Z_{min} = 0,4$ мм, $Z_{max} = 0,47$ мм; переход шлифование чистовое $Z_{min} = 0,1$ мм, $Z_{max} = 0,139$ мм.

Напуски и другие параметры заготовки представлены на спроектированном чертеже заготовки.

2.3 Проектирование маршрута изготовления детали

Исходя из анализа техпроцесса, маршрут обработки следует проектировать на базе типового маршрута [10, 11]. Также необходимо учесть ряд требований к формированию маршрута изготовления детали [11].

В данном случае маршрут изготовления вала:

005 Фрезерно-центровальная операция обрабатываются поверхности: 1, 15, 16, 21.

010 Токарная операция обрабатываются поверхности: 12, 13.

015 Токарная операция обрабатываются поверхности: 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11.

020 Сверлильная операция обрабатывается поверхность: 17.

025 Сверлильная операция обрабатывается поверхность: 19.

030 Фрезерная операция обрабатываются поверхности: 18, 20.

035 Токарная операция обрабатываются поверхности: 12, 13, 14.

040 Токарная операция обрабатывается поверхность: 9.

045 Зубофрезерная операция обрабатываются поверхности: 3, 4.

050 Термическая операция обрабатываются все поверхности.

055 Центрошлифовальная операция обрабатываются поверхности: 21, 16.

060 Круглошлифовальная операция обрабатывается поверхность: 9.

065 Круглошлифовальная операция обрабатываются поверхности: 12, 13.

070 Круглошлифовальная операция обрабатывается поверхность: 9.

075 Круглошлифовальная операция обрабатываются поверхности: 6, 7, 9, 11.

080 Полировальная операция обрабатывается поверхность: 9.

085 Моечная операция обрабатываются все поверхности.

090 Контрольная операция обрабатываются все поверхности.

После формирования маршрута изготовления вала необходимо разработать схемы базирования. Для этого используем рекомендации [12].

Основываясь на данных о маршруте и базировании заготовок на каждой операции, формируем план изготовления [13].

2.4 Выбор средств оснащения техпроцесса

Выбор средств оснащения задача комплексная и зависит от множества факторов. Для ее решения нужно учитывать, прежде всего, тип производства. Кроме того нужно помнить, что решения принимаемые на одном этапе влияют на последующие этапы. Для выбора средств оснащения используем данные [14, 15, 16, 17, 18].

На первом этапе выбираем станки для каждой операции.

Таблица 2.1 - Выбор станков

№ операции	Название	Точность	Модель станка
005	Фрезерно-центровальная	12, 8	Фрезерно-центровальный МР-78
010	Токарная	12	Токарный HAAS SL-10
015	Токарная	12	Токарный HAAS SL-10
020	Сверлильная	12	Вертикально-сверлильный с ЧПУ HAAS OM-1
025	Сверлильная	12	Вертикально-сверлильный с ЧПУ HAAS OM-1
030	Фрезерная	12	Вертикально-фрезерный JET JTM949TS
035	Токарная	10	Токарный HAAS SL-10
040	Токарная	10	Токарный HAAS SL-10
045	Зубофрезерная	8 ст.т.	Зубофрезерный 5310А
055	Центрошлифовальная	8	Центрошлифовальный 3922
060	Круглошлифовальная	8	Круглошлифовальный 3А151
065	Круглошлифовальная	8	Круглошлифовальный 3А151
070	Круглошлифовальная	6	Круглошлифовальный 3А151
075	Круглошлифовальная	8	Круглошлифовальный 3А151
080	Полировальная	6	Полировальный 3890

Далее производим выбор станочных приспособлений.

Таблица 2.2 - Выбор приспособлений

№ операции	Название	Элементы для установки	Название приспособления
1	2	3	4
005	Фрезерно-центровальная	Губки призматические, упор ГОСТ4743-83	Тиски самоцентрирующие
010	Токарная	Центр А-1-4-Н ЧПУ ГОСТ8742-75	Патрон трехкулачковый специальный
015	Токарная	Центр А-1-4-Н ЧПУ ГОСТ8742-75	Патрон трехкулачковый специальный
020	Сверлильная	Центр А-1-4-Н ЧПУ ГОСТ8742-75	Тиски самоцентрирующие
025	Сверлильная	Центр А-1-4-Н ЧПУ ГОСТ8742-75	Тиски самоцентрирующие
030	Фрезерная	Центр А-1-4-Н ЧПУ ГОСТ8742-75, упор ГОСТ 4743-83	Приспособление специальное
035	Токарная	Центр А-1-4-Н ЧПУ ГОСТ8742-75	Патрон трехкулачковый специальный

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4
040	Токарная	Центр А-1-4-Н ЧПУ ГОСТ8742-75	Патрон трехкулачковый специальный
045	Зубофрезерная	Центр А-1-4-Н ГОСТ8742-75	Патрон поводковый
055	Центрошлифовальная	Центр А-1-4-Н ГОСТ8742-75	Тиски самоцентрирующие
060	Круглошлифовальная	Центр А-1-4-Н ГОСТ8742-75	Патрон цанговый
065	Круглошлифовальная	Центр А-1-4-Н ГОСТ8742-75	Патрон цанговый
070	Круглошлифовальная	Центр А-1-4-Н ГОСТ8742-75	Патрон цанговый
075	Круглошлифовальная	Центр А-1-4-Н ГОСТ8742-75	Патрон цанговый
080	Полировальная	Центр А-1-4-Н ГОСТ8742-75	Патрон цанговый

Производим выбор режущего инструмента

Таблица 2.3 Режущий инструмент

№ операции	Название	Материал инструмента	Наименование инструмента
1	2	3	4
005	Фрезерно-центровальная	T5K10, P6M5	Фреза торцовая Ø100 ГОСТ 9473-80 T5K10, сверло центровочное P6M5

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4
010	Токарная	ВОК-60	Резец контурный специальный
015	Токарная	ВОК-60, GC1125, GC4235	Резец контурный специальный ВОК-60, резец канавочный N151.2-500-40-4P GC1125 «Sandvik», Резец контурный CNMG 25 09 24-PR GC4235 «Sandvik»
020	Сверлильная	GC1220	Сверло спиральное R840-0500- 30-A0A GC1220
025	Сверлильная	GC1020	Сверло спиральное R840-0200- 50-A0B GC1020 «Sandvik»
030	Фрезерная	GC1220, GCP20A	Сверло спиральное R840-0300- 30-A0A GC1220 «Sandvik», Фреза сферическая R216F- 08A12C-035 GC P20A «Sandvik»
035	Токарная	ВОК-60	Резец контурный специальный
040	Токарная	ВОК-60	Резец контурный специальный
045	Зубофрезерная	P6M5K5	Фреза шлицевая Ø63 ГОСТ8027-60
055	Центрошлифоваль ная	Алмаз синтетический АГК	Головка алмазная АГК ГОСТ2447-82
060	Круглошлифоваль ная	Электрокорунд белый	Круг шлифовальный 5- 750x32x35023A46M6V8 30м/с1А
065	Круглошлифоваль	Электрокорунд	Круг шлифовальный 1-

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4
	ная	белый	750x32x350 23A46M6V8 30м/с1А
070	Круглошлифовальная	Электрокорунд белый	Круг шлифовальный 5- 750x32x350 24A80M5V5 30м/с1А
075	Круглошлифовальная	Электрокорунд белый	Круг шлифовальный 1- 750x32x350 24A80M5V5 30м/с1А
080	Полировальная	Шлиф зерно М40	Круг эластичный

Выбираем контрольные приспособления.

Таблица 2.4 – Контрольные приспособления

№ операции	Название	Точность	Наименование приспособления
1	2	3	4
005	Фрезерно-центровальная	12	Калибр, штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ166-89,
010	Токарная	12	Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ166-89
015	Токарная	12	Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ166-89
020	Сверлильная	12	Калибр
025	Сверлильная	12	Калибр
030	Фрезерная	12	Калибр, штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ166-89
035	Токарная	10	Штангенциркуль ШЦ-1

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4
			ГОСТ166-89
040	Токарная	10	Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ166-89
045	Зубофрезерная	8 ст.т.	Калибр
055	Центрошлифовальная	8	Калибр
060	Круглошлифовальная	8	Микрометр МР-70 ГОСТ6507-90
065	Круглошлифовальная	8	Микрометр МР-70 ГОСТ6507-90
070	Круглошлифовальная	6	Микрометр МР-70 ГОСТ6507-90
075	Круглошлифовальная	6	Микрометр МР-70 ГОСТ6507-90
080	Полировальная	6	Микрометр МР-70 ГОСТ6507-90

2.5 Определение режимов резания

От решений, принимаемых при выполнении данного этапа, во многом зависит эффективность и экономические показатели проектируемого технологического процесса изготовления. Исходя из анализа проектируемого техпроцесса применим рекомендации [19, 20].

Таблица 2.5 - Режимы резания

№ перехода	S_o	V	n	L_{PX}	T_o
1	2	3	4	5	6
005 Фрезерно-центровальная					

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6
1	0,15	79	250	25	0,21
2	0,26	16	180	12	0,26
010 Токарная					
1	0,3	189	2000	90	0,15
015 Токарная					
1	0,3	189	2000	51	0,09
2	0,2	76	1600	6	0,02
3	0,15	113	1800	8	0,03
020 Сверлильная					
1	0,05	24	1500	93	1,24
025 Сверлильная					
1	0,05	10	1500	72	0,96
030 Фрезерная					
1	0,05	15	1500	11	0,15
2	0,1	74	4800	12	0,03
035 Токарная					
1	0,15	226	2400	90	0,25
2	0,08	113	1800	3	0,02
040 Токарная					
1	0,15	166	2400	15	0,04
045 Зубофрезерная					
1	0,1	85	430	25	2,4
055 Шлифовальная Установ А					
1	0,014	30		1	0,25
Установ Б					
1	0,014	30		1	0,25
060 Шлифовальная					

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6
1	0,025	30	200	80	2,43
065 Шлифовальная					
1	0,025	30	200	15	1,12
070 Шлифовальная					
1	0,011	30	320	80	2,58
075 Шлифовальная					
1	0,011	30	320	15	1,42
080 Полировальная					
1	0,01	16	320	15	0,56

3 Проектирование станочного приспособления и режущего инструмента

3.1 Проектирование станочного приспособления

Для устранения основного недостатка 015 Токарной операции (рис. 3.1), который заключается в отсутствии механизированного привода, необходимо спроектировать соответствующее приспособление. Замена ручного привода на механизированный позволит обеспечить стабильность сил зажима и снизит вспомогательное время операции.

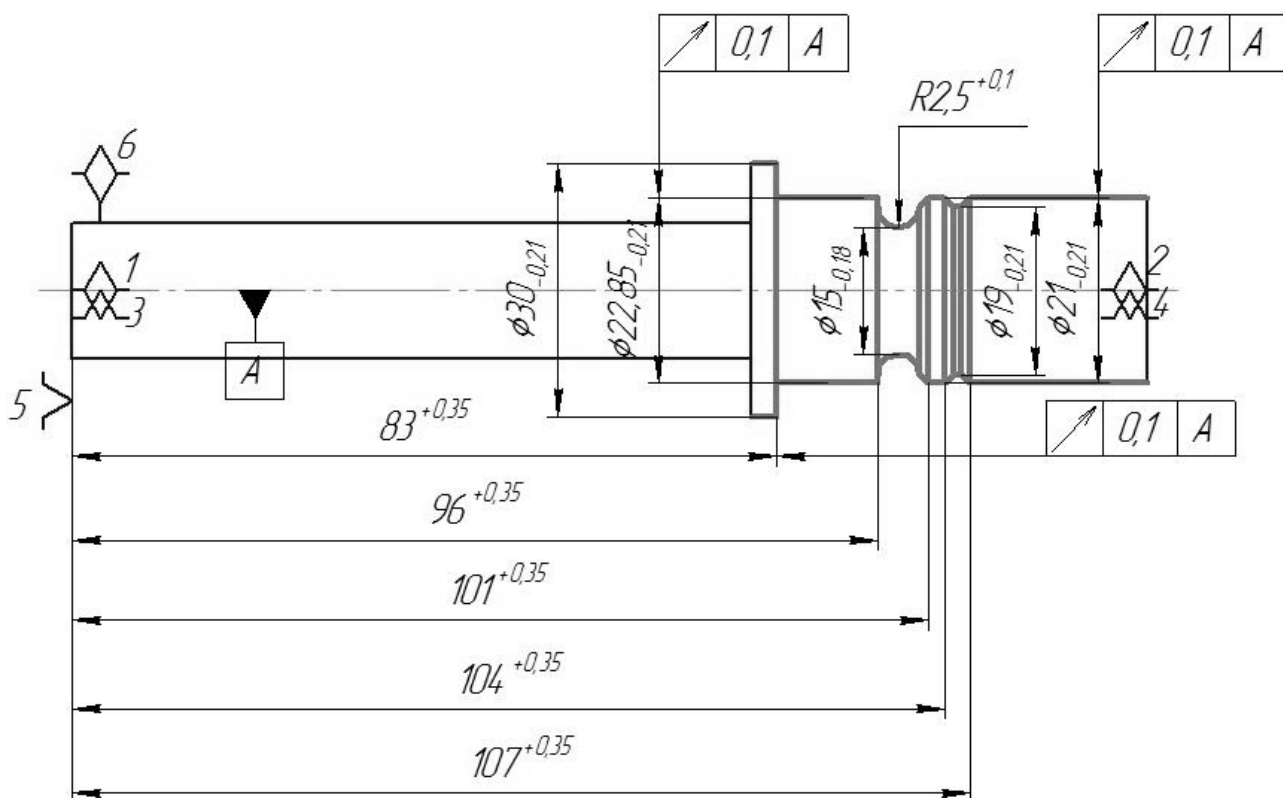


Рисунок 3.1 – Эскиз операции

Данные для расчета берем из выполненного ранее п. 2.

Расчеты выполняем с использованием данных [21].

Методика расчета следующая: определяем силы, действующие на заготовку в процессе обработки со стороны режущего инструмента и зажимного механизма; из уравнения равновесия определяем необходимую силу закрепления; определяем силу на приводе; рассчитываем параметры привода; оцениваем точность приспособления.

В соответствии с принятой методикой проектирования определяем P_Z и P_Y составляющие силы резания:

$$P_{Z,Y} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (3.1)$$

где C_p , x , y , n , K_p - коэффициенты и степенные показатели, определяемые по справочным данным и характеризующие условия выполнения операции.

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^{1,0} \cdot 0,3^{0,75} \cdot 189^{-0,15} \cdot 0,9 = 1080 \text{ Н.}$$

$$P_Y = 10 \cdot 243 \cdot 1,5^{0,9} \cdot 0,3^{0,6} \cdot 189^{-0,3} \cdot 0,9 = 484 \text{ Н.}$$

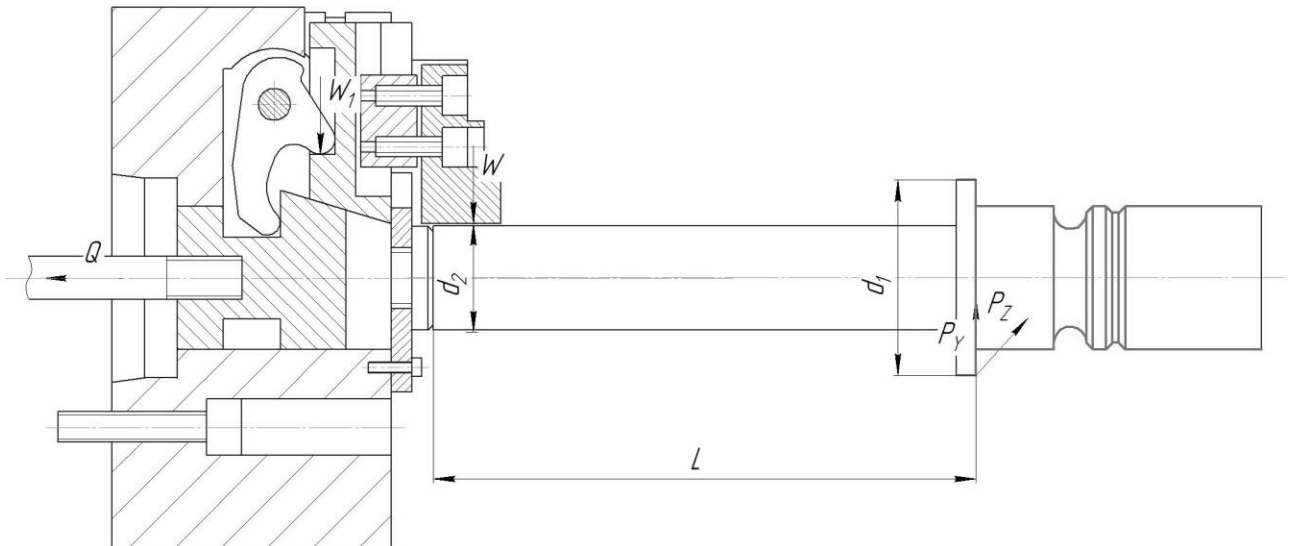


Рисунок 3.2 - Расчетная схема закрепления

Расчет силы закрепления заготовки выполняется на основе расчетной схемы, представленной на рисунке 3.2.

Исходя из представленной схемы рассчитываем силу закрепления W .

Для P_Z получим:

$$M_p = \frac{P_Z \cdot d_1}{2} \quad (3.2)$$

$$M_3 = \frac{W \cdot f \cdot d_2}{2}, \quad (3.3)$$

$$W = \frac{2 \cdot K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2} \quad (3.4)$$

где f - коэффициент трения между кулачками и заготовкой;
 K - суммарный коэффициент условий обработки.

$$W = \frac{2 \cdot 1,80 \cdot 1080 \cdot 30}{0,3 \cdot 16} = 24300 \text{ Н.}$$

Для P_Y получим:

$$M_p = P_Y \cdot l \quad (3.5)$$

$$M_3 = \frac{2 \cdot W \cdot f \cdot d_2}{3} \quad (3.6)$$

$$W = \frac{2 \cdot K \cdot P_Y \cdot l}{3 \cdot f \cdot d_2} \quad (3.7)$$

$$W = \frac{1,5 \cdot 2,52 \cdot 484 \cdot 48}{0,3 \cdot 16} = 18295 \text{ Н.}$$

Дальнейшие расчеты выполняются по большему значению силы закрепления.

Особенности конструкции проектируемого приспособления приводят к тому, что усилие на постоянных кулачках W_1 увеличится:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{3 \cdot l_K}{H_K} \right) \cdot f_1} \quad (3.8)$$

где l_K и H_K - параметры кулачка;

f - коэффициент трения между кулачками и корпусом патрона.

l_k и H_k принимаются из опытных данных.

$$W_1 = \frac{24300}{1 - \left(\frac{3 \cdot 62}{80}\right) \cdot 0,1} = 31559 \text{ Н.}$$

Исходя из полученных данных, рассчитывается усилие силового привода Q . Для этого следует учесть передаточное отношение зажимного механизма i , которое зависит от его конструкции. В данном случае самым рациональным вариантом является применение рычажного механизма.

$$Q = \frac{W_1}{i} \quad (3.9)$$

В нашем случае i определяется как отношение плеч рычага:

$$i = \frac{A}{B} \quad (3.10)$$

Окончательно величина i принимается по результатам прочерчивания конструкции.

$$Q = \frac{31559}{2,5} = 12624 \text{ Н.}$$

Расчет привода заключается в определении диаметра поршня. В данном случае рабочая полость имеет шток d , поэтому его наличие необходимо учесть при расчетах. Диаметр поршня зависит в первую очередь от давления в цилиндре P . Наиболее экономичный вариант создания давления в цилиндре при помощи воздуха, но такое решение не всегда позволяет вписаться в конструктивно допустимые размеры привода (для данного станка 120мм), поэтому в таких случаях применяется гидравлика.

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2} \quad (3.11)$$

Для пневматики:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 12624}{0,4} + 30^2} = 203 \text{ мм.}$$

Применение пневматики недопустимо.

Для гидравлики:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 12624}{2,5} + 30^2} = 79,5 \text{ мм.}$$

Выбираем размер поршня из стандартного ряда 80 мм.

Далее необходимо определить погрешность при установке в данном приспособлении. На рисунке 3.3 представлена схема, позволяющая произвести данные расчеты.

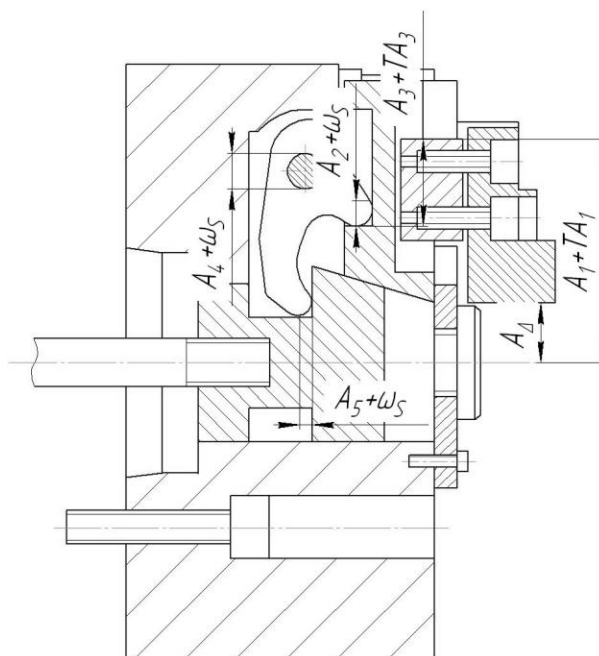


Рисунок 3.3 – Расчетная схема погрешностей

$$\varepsilon_y = \frac{\omega_{A\Delta}}{2} = 0,5 \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2} \quad (3.12)$$

где $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \Delta_4, \Delta_5$ – соответствующие допуски на изготовление деталей приспособления и изменения зазоров сопряжений.

Полученное значение погрешности должно быть меньше, чем допустимое, которое составляет $\varepsilon_y^{don} = 0,3 \cdot Td = 0,3 \cdot 0,3 = 0,09$ мм.

$$\varepsilon_v = 0,5\sqrt{0,025^2 + 0,015^2 + 0,018^2 + 0,015^2 + 0,015^2} = 0,02 \text{ мм.}$$

Условие выполнено, следовательно, приспособление может быть использовано в данном технологическом процессе.

3.2 Проектирование режущего инструмента

При проектировании технологического процесса было принято использовать на токарных операциях высокопроизводительное оборудование HAAS SL-10, при этом используются дорогостоящие режущие инструменты иностранного производства, что приводит к существенному повышению стоимости обработки на данных операциях. В связи с этим необходимо разработать более дешевый резец для данных операций, обеспечивающий все необходимые параметры качества обработки, без снижения производительности и стойкости инструмента. Для этого используем данные [22].

Материал режущей части резца способный обеспечить заданные параметры производительности и стойкости керамика ВОК-60 с предварительным азотированием.

Для обеспечения параметров поверхностного слоя детали принимаем угол $\varphi = 91^\circ$. Остальная геометрия представлена на чертеже резца.

Крепление пластины к державке резца принимаем механическое через опорную пластину.

Сечение державки резца определяем исходя из сечения стружки, которое зависит от глубины резания и подачи $F = t \cdot S = 1,5 \cdot 0,3 = 0,45 \text{ мм}^2$. Исходя из данного значения, конструктивных особенностей резцедержателя станка и значений нормального ряда определяем параметры державки. Поперечное сечение 20x20 мм, длина 125 мм.

Форма режущей пластины зависит от конструктивных особенностей резца и выбирается из стандартных. В нашем случае выбираем форму №2010-0055.

Как отмечалось ранее, крепление режущей пластины производится через винт, произведем расчет его минимального диаметра:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_0}} \quad (3.13)$$

Из соотношения $P_{z\max} = 0,7 \cdot Q_1$ определяем значение :

$$Q_1 = \frac{P_{z\max}}{0,7} \quad (3.14)$$

Зная значение силы резания на операции определяем:

$$Q_1 = \frac{721}{0,7} = 1030 \text{ Н.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_0}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1030}{3,14 \cdot 650}} = 1,6 \text{ мм.}$$

Расчеты показали, что диаметр винта должен быть более 1,6 мм. Рекомендации говорят о необходимости увеличения данного диаметра минимум в 1,5 раза для учета случайных факторов возникающих в процессе резания.

В конструкции спроектированного резца также предлагается применить накладной стружколом, т.к. обрабатываемый материал склонен к образованию сливной стружки на определенных режимах резания.

Спроектированный резец отвечает всем требованиям, которые были сформулированы ранее и может полностью заменить более дорогостоящий импортный инструмент.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

В данном разделе рассмотрим вопросы, связанные с выявлением вредных производственных факторов на участке механической обработки шлицевого вала делительного механизма и разработкой мероприятий по устранению данных факторов. Раздел выполняем с использованием литературы [23].

4.1 Назначение и планировка участка

Основным назначением участка является изготовление шлицевого вала делительного механизма. Тип производства среднесерийный, поэтому на данном участке изготавливаются и другие детали типа «вал», с целью обеспечения необходимой загрузки оборудования и экономических показателей участка. При выполнении планировки участка, представленной на рисунке 4.1, также учитывался тип производства. В соответствии с ним оборудование размещается на участке по группам.

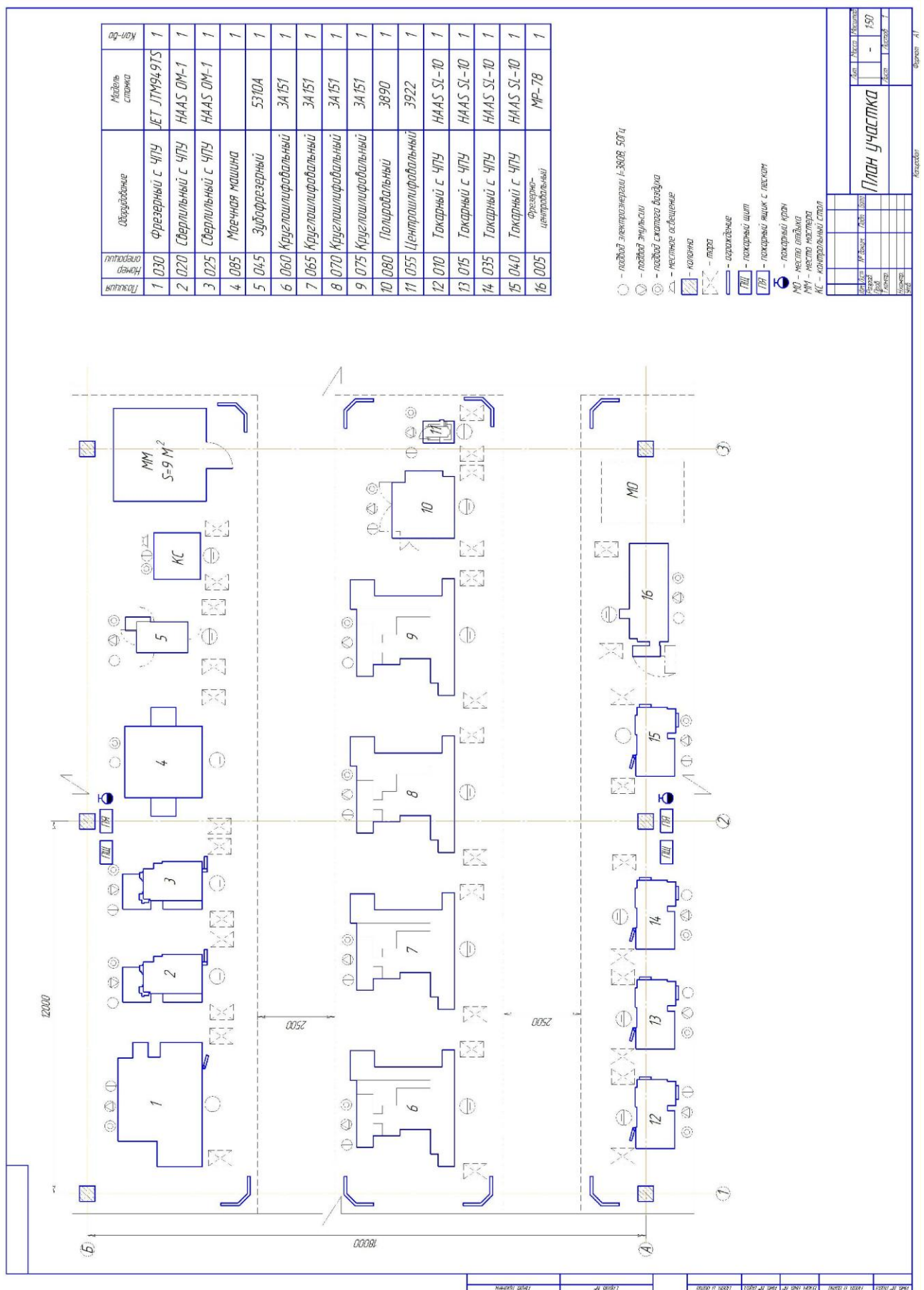


Рисунок 4.1 – План участка

4.2 Состав оборудования

Состав используемого для механической обработки шлицевого вала делительного механизма, представлен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Состав оборудования

№ п/п	Оборудование	Количество, шт
1	Фрезерно- центровальный МР-78	1
2	Токарный HAAS SL-10	4
3	Вертикально-сверлильный с ЧПУ HAAS OM-1	2
4	Зубофрезерный 5310А	1
5	Центрошлифовальный 3922	1
6	Круглошлифовальный 3А151	4
7	Полировальный 3890	1
8	Моечная машина	1
Итого:		15

4.3 Технологический маршрут изготовления

Технологический маршрут изготовления шлицевого вала представим в виде таблицы 4.2.

Таблица 4.2 – Технологический маршрут изготовления

Наименование цеха	Номер операции	Наименование операции	Применяемое оборудование	Содержание операции
1	2	3	4	5
Кузнечный	000	Заготовительная	Кривошипный горячештамп	Получение заготовки

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5
			очный пресс	
Механический	005	Фрезерно-центровальная	Фрезерно-центровальный МР-78	Фрезерование торцев, сверление центровых отверстий
Механический	010	Токарная	Токарный HAAS SL-10	Точение контура
Механический	015	Токарная	Токарный HAAS SL-10	Точение контура
Механический	020	Сверлильная	Вертикально-сверлильный с ЧПУ HAAS OM-1	Сверление отверстия
Механический	025	Сверлильная	Вертикально-сверлильный с ЧПУ HAAS OM-1	Сверление отверстий
Механический	030	Фрезерная	Вертикально-фрезерный JET JTM949TS	Фрезерование пазов
Механический	035	Токарная	Токарный HAAS SL-10	Точение контура
Механический	040	Токарная	Токарный HAAS SL-10	Точение контура
Механический	045	Зубофрезерная	Зубофрезерный 5310A	Нарезание зубьев

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5
Термический	050	Термическая		Закалка
Механический	055	Центрошлифовальная	Центрошлифовальный 3922	Шлифование центровых отверстий
Механический	060	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный 3A151	Шлифование шейки
Механический	065	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный 3A151	Шлифование шейки
Механический	070	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный 3A151	Шлифование шейки
Механический	075	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный 3A151	Шлифование шейки
Механический	080	Полировальная	Полировальный 3890	Полирование шейки
Механический	085	Моечная	Моечная машина	Промывка, обдувка, сушка
Механический	090	Контрольная	-	Контроль основных параметров

Определение возможных вредных факторов воздействующих на работников участка будем определять для операций, которые подвергнуты изменениям. В нашем случае это 015 токарная и 070 Круглошлифовальная операция.

4.4 Анализ вредных производственных факторов

Определим возможные вредные производственные факторы, действующие на участке, и разработаем мероприятия по снижению их воздействия на работников усовершенствованных операций токарной и круглошлифовальной. Полученные данные представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Вредные производственные факторы

№ п/п	Технологические операции	Вредные производственные факторы	Мероприятия, которые позволят уменьшить вредные воздействия
1	2	3	4
1	Токарная	<ol style="list-style-type: none"> 1. Повышенная температура поверхностей обрабатываемой заготовки. 2. Отлетающая стружка и сливная стружка. 3. Испарения смазочно-охлаждающей жидкости. 4. Высокий уровень шума и вибраций от производственного оборудования 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Применение спецодежды и защитных очков. 2. Применение защитных экранов. Стружколомающих устройств. Шнековых конвейеров для удаления стружки. 3. Применение местной вытяжки и смазочно-охлаждающей жидкости на синтетической основе.

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
			<p>4. Применение шумопоглощающих наушников, защитных акустических экранов. Применение виброгасящих матов. Установка оборудования на виброгасящие опоры.</p>
2	Круглошлифовальная	<p>1. Повышенная температура поверхностей обрабатываемой заготовки. 2. Отлетающая стружка. 3. Испарения смазочно-охлаждающей жидкости. 4. Высокий уровень шума и вибраций от производственного оборудования</p>	<p>1. Применение спецодежды и защитных очков. 2. Применение защитных экранов. Стружколомающих устройств. Шнековых конвейеров для удаления стружки. 3. Применение местной вытяжки и смазочно-охлаждающей жидкости на синтетической</p>

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
			<p>основе.</p> <p>4. Применение шумопоглощающих наушников, защитных акустических экранов. Применение виброгасящих матов. Установка оборудования на виброгасящие опоры.</p>

Выводы: проведен анализ вредных факторов, появление которых возможно на участке механической обработки шлицевого вала делительного механизма. На основе анализа предложен комплекс мероприятий по снижению влияния, выявленных вредных факторов на работников участка.

5 Экономическая эффективность работы

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта, определить экономический эффект от предложенных в работе технических решений.

Особенностью совершенствования технологического процесса является то, что предлагается совершенствовать четыре токарные операции базового варианта. На этих операциях совершенствование коснулось используемого инструмента. Все вышеизложенные совершенствования приведут к уменьшению трудоемкости выполнения заявленных токарных операций. Более полное описание изменяемых операций базового и проектного вариантов представлено в предыдущих разделах, поэтому описывать их еще раз нет необходимости.

Кроме описания изменяющихся технических параметров процесса изготовления, для проведения расчетов, связанных с определением экономической эффективности, потребуется знание программы выпуска, которая была выдана руководителем работы и составляет 7000 штук в год.

Так как масса заготовки и способ ее получения не меняются в ходе совершенствования технологического процесса изготовления детали, поэтому расходы, связанные с основными материалами проводить не целесообразно, потому что они останутся без изменения и на результат всех расчетов оказывать влияния не будут.

Для определения всех остальных параметров данного раздела будет применена следующая методика расчета [24]:

- методика расчета капитальных вложений в основное технологическое оборудование;
- методика определения технологической себестоимости;
- методика калькулирования себестоимости;

– методика экономического обоснования эффективности предлагаемых мероприятий.

Расчеты по представленным методикам проводились с применением пакета программного обеспечения Microsoft Excel.

Для проведения соответствующих расчетов, кроме описания технологии изготовления и программного обеспечения, также необходимы следующие значения:

– стоимостные, эксплуатационные и размерные характеристики оборудования, оснастки и инструмента, так как данные величины напрямую оказывают влияние на итоговые результаты расчета;

– нормативные и тарифные значения расходных параметров, таких как вода, электроэнергия, сжатый воздух и т.д.;

– часовые тарифные ставки основных рабочих, занятых на выполнении анализируемой операции.

Используя все необходимые данные, были получены значения: удельных капитальных вложений на единицу продукции, технологической и полной себестоимости, по сравниваемым вариантам, которые представлены на рисунке 5.1.

Анализируя представленные на рисунке 5.1 значения, можно сказать, что при изменении технологического процесса увеличатся удельные затраты на единицу продукции на 1,47 руб., что составит 13,2%. Это связано с тем, что возникает необходимость приобретения нового инструмента, а также появляются затраты, связанные с проектированием совершенствований технологического процесса.

Не смотря на то, что удельные капитальные вложения возрастают, при этом технологическая и полная себестоимость уменьшатся на 12,1% и 19,4%, соответственно. Это вызвано тем, что замена инструмента приводит к сокращению трудоемкости совершенствуемых операций, и как следствие – к уменьшению заработной платы и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.

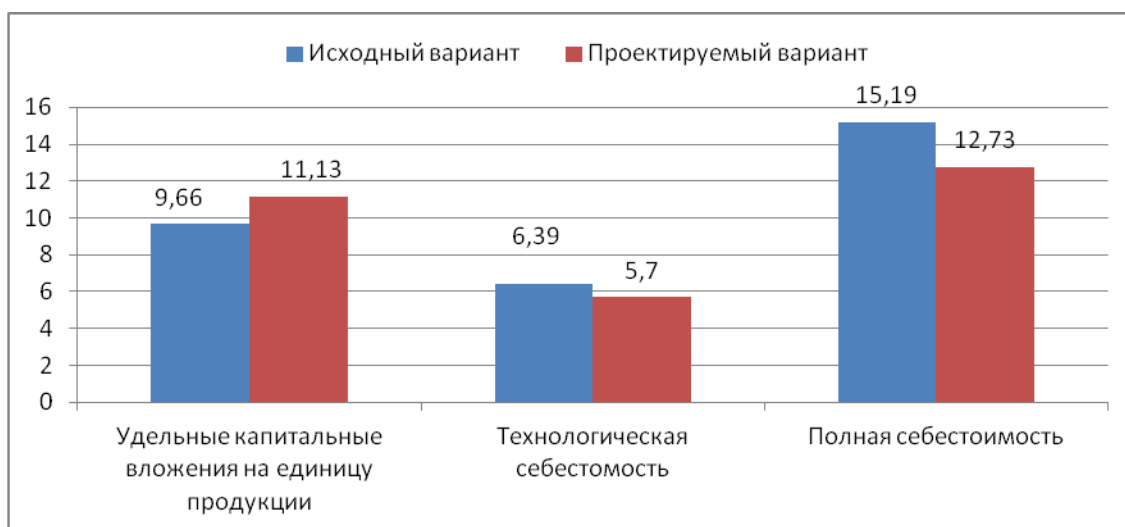


Рисунок 5.1 – Величины удельных капитальных вложений, технологической и полной себестоимости по вариантам, руб.

В виду того, что расчеты показали положительные изменения в себестоимости изготовления, возникает необходимость провести расчеты с точки зрения экономической целесообразности внедрения изменений в производство. Чтобы подтвердить или опровергнуть целесообразность, необходимо определить следующие показатели:

- чистая прибыль;
- срок окупаемости;
- чистый дисконтируемый доход;
- индекс доходности

Полученные значения позволят сделать окончательный вывод о целесообразности внесения изменений.

Для определения перечисленных показателей также будет использован пакет программного обеспечения Microsoft Excel. Результаты проведенных расчетов представлены в таблице 5.1.

Анализируя полученные в ходе расчетов данные, можно сделать заключение о целесообразности предлагаемого мероприятия по совершенствованию токарных операций, как это описано выше.

Таблица 5.1 – Значения показателей эффективности внедрения

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей
1	Чистая прибыль	$P_{\text{чист}}$, руб.	13776
2	Срок окупаемости инвестиций	$T_{\text{ок}}$, лет	3
3	Чистый дисконтированный доход	$\mathcal{E}_{\text{инт}} = \text{ЧДД}$, руб.	4653,46
4	Индекс доходности	ИД, руб.	1,19

Как видно из таблицы 5.1, окупаемость наступит в течение 3-х лет, что позволяет говорить о необходимости внедрения данного предложения. В данном случае выполняется условие, о не превышении срока окупаемости порога в 4 года.

Еще один показатель, также подтверждающий необходимость внедрения, это индекс доходности, величина которого должна находиться в интервале от 1,12 до 1,25 руб./руб. В нашем случае этот показатель находится в середине этого интервала – 1,19 руб./руб.

И наконец, чистый дисконтированный доход или интегральный экономический эффект составляет 4653,46 рублей. Данная величина по расчетам получилась положительной, что дает право, также говорить о необходимости внедрения предлагаемого мероприятия по совершенствованию технологического процесса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработан техпроцесс изготовления шлицевого вала делительного механизма, проектирование которого основано на решении, сформулированных на основе анализа исходных данных задач. При их решении были использованы современные подходы, решения и средства проектирования, что позволило повысить качество принятия проектных решений и снизить общее количество времени на проектирование.

Ряд принятых решений позволило сократить затраты на изготовление вала, что подтверждено соответствующими расчетами. С этой целью проведено проектирование специальных средств оснащения. В частности, спроектированы механизированный патрон и проходной резец.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Меринов, В. П. Технология изготовления деталей : курсовое проектирование по технологии машиностроения : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по специальности "Технология машиностроения" направления подготовки "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / В. П. Меринов, А. М. Козлов, А. Г. Схиртладзе ; 4-е изд., перераб. и доп. - гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2015. - 263 с.
2. http://www.mzstal.ru/auxpage_40hn2ma
3. Скворцов, В. Ф. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Ф. Скворцов. - 2-е изд. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 330 с.
4. Расторгуев, Д. А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления [Электронный ресурс] : электронное учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2017. - 34 с.
5. Константинов, И. Л. Технологияковки и горячей объемной штамповки : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению 22.03.02 "Металлургия" / И. Л. Константинов. - Гриф УМО. - Москва : ИНФРА-М, 2016 ; Красноярск : СФУ, 2016. - 549 с.
6. Пухаренко, Ю. В. Механическая обработка конструкционных материалов [Электронный ресурс] : курсовое и диплом. проектирование : учеб. пособие / Ю. В. Пухаренко, В. А. Норин. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 240 с.
7. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 910 с.
8. Методы получения заготовок в машиностроении и расчет припусков на их обработку : учеб. пособие для студентов машиностроит. вузов / Ю. М.

Зубарев. - Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2016. - 255 с.

9. Горохов, В. А. Материалы и их технологии : учеб. для студентов вузов. В 2 ч. Ч. 1 / В. А. Горохов, Н. В. Беляков, А. Г. Схиртладзе ; под ред. В. А. Горохова. - Гриф УМО. - Минск : Новое знание, 2016 ; Москва : ИНФРА-М, 2016. - 588 с.

10. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / В. В. Клепиков [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 295 с.

11. Технология машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / В. В. Клепиков [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 387 с.

12. Сысоев, С. К. Технология машиностроения : Проектирование технол. процессов : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению подготовки дипломир. специалистов "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / С. К. Сысоев, А. С. Сысоев, В. А. Левко. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2016. - 349 с.

13. Иванов, И. С. Технология машиностроения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И. С. Иванов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 240 с.

14. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 941 с.

15. Мещерякова, В. Б. Металлорежущие станки с ЧПУ [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Б. Мещерякова, В. С. Стародубов. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 336 с.

16. <http://www.haascnc.com>

17. <http://www.coromant.sandvik.com>

18. Пелевин, В. Ф. Метрология и средства измерений [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Ф. Пелевин. - Минск : Новое знание, 2017 ; Москва : ИНФРА-М, 2017. - 273 с.

19. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. М. Кишуоров [и др.]. - Изд.

2-е, перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 216 с.

20. Пухаренко, Ю. В. Механическая обработка конструкционных материалов [Электронный ресурс] : курсовое и диплом. проектирование : учеб. пособие / Ю. В. Пухаренко, В. А. Норин. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 240 с.

21. Схиртладзе, А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в". Т. 3 / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - 3-е изд., перераб. и доп. ; гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. - 536 с.

22. Клименков, С. С. Обрабатывающий инструмент в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник / С. С. Клименков. - Минск : Новое знание, 2013 ; Москва : ИНФРА-М, 2013. - 459 с.

23. Горина, Л. Н., Фесина, М.И. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. / Л. Н. Горина, М.И. Фесина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 51с.

24. Краснопевцева, И. В. Экономика и управление машиностроительным производством [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / И. В. Краснопевцева, Н. В. Зубкова ; ТГУ ; Ин-т финансов, экономики и управления ; каф. "Торговое дело и управление производством". - Тольятти : ТГУ, 2014. - 183 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификации к сборочным чертежам

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						Документация		
		A1			18.БР.ОТМП.367.70.000.00СБ	Сборочный чертеж		
						Детали		
Справ. №		A3	1		18.БР.ОТМП.367.70.001.00	Державка	1	
		A4	2		18.БР.ОТМП.367.70.002.00	Прихват	1	
		A4	3		18.БР.ОТМП.367.70.003.00	Винт М4	1	
		A4	4		18.БР.ОТМП.367.70.004.00	Винт М2	1	
		A4	5		18.БР.ОТМП.367.70.005.00	Пластина режущая	1	
		A4	6		18.БР.ОТМП.367.70.006.00	Пластина опорная	1	
		A4	7		18.БР.ОТМП.367.70.007.00	Стружколом	1	
Подп. и дата								
Взам. инв. №								
Инв. № дудл.								
Подп. и дата								
					18.БР.ОТМП.367.70.000.00			
Инв. № подл.		Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
		Разрад.	Мазурова			Лит.	Лист	Листов
		Пров.	Козлов			В		1
		Н.контр.	Виткалов			ТГУ ИМ, гр. ТМБЗ-1331		
		Утв.	Логинов					

Копировал

Формат А4

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №	A1			18.БР.ОТМП.367.65.000.00СБ	Сборочный чертеж		
					Документация		
					Детали		
	A4	1		18.БР.ОТМП.367.65.001.00	Корпус патрона	1	
	A4	2		18.БР.ОТМП.367.65.002.00	Рычаг	3	
	A4	3		18.БР.ОТМП.367.65.003.00	Ось	3	
	A4	4		18.БР.ОТМП.367.65.004.00	Постоянный кулачок	3	
	A4	5		18.БР.ОТМП.367.65.005.00	Сухарь	3	
	A4	6		18.БР.ОТМП.367.65.006.00	Сменный кулачок	3	
	A4	7		18.БР.ОТМП.367.65.007.00	Упор	1	
	A4	8		18.БР.ОТМП.367.65.008.00	Крышка	1	
	A4	9		18.БР.ОТМП.367.65.009.00	Тяга	1	
	A4	10		18.БР.ОТМП.367.65.010.00	Плунжер	1	
	A4	11		18.БР.ОТМП.367.65.011.00	Корпус неподвижный	1	
	A4	12		18.БР.ОТМП.367.65.012.00	Муфта	1	
	A4	13		18.БР.ОТМП.367.65.013.00	Крышка	1	
	A4	14		18.БР.ОТМП.367.65.014.00	Поршень	1	
A4	15		18.БР.ОТМП.367.65.015.00	Корпус гидроцилиндра	1		
A4	16		18.БР.ОТМП.367.65.016.00	Шток	1		
				Стандартные изделия			
		17		Винт М8х30 ГОСТ 14475-80	6		
				18.БР.ОТМП.367.65.000.00			
	Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Инв. № подл.	Разраб.	Мазурова			Лит.	Лист	Листов
	Проб.	Козлов			В	1	2
	Н.контр.	Виткалов			ТГУ, ИМ, гр. ТМБЗ-1331		
	Утв.	Логинов			Формат А4		

Копировал

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		18		Винт М5х20 ГОСТ 14475-80	3	
		19		Винт М14х70 ГОСТ 11738-84	3	
		20		Кольцо ОСТ 92-8969-78	1	
		21		Подшипник 904 ГОСТ 8338-75	2	
		22		Прокладка ГОСТ 14475-80	3	
		23		Пробка М5 ГОСТ 12202-66	2	
		24		Манжета ГОСТ 8752-79	3	
		25		Демпфер ГОСТ 8754-79	2	
		26		Шайба ГОСТ 11872-89	1	
		27		Гайка М20 ГОСТ 15526-70	2	
		28		Прокладка ГОСТ 14475-80	2	
		29		Винт М8х1 ГОСТ 13897-68	1	
		30		Винт М8х25 ГОСТ 14475-80	6	
		31		Прокладка ГОСТ 14475-80	1	
		32		Винт М5х30 ГОСТ 14475-80	5	

Инв. № подл. Подп. и дата
 Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	18.БР.ОТМП.367.65.000.00	Лист
						2

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Маршрутные карты

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа												
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Поз	Тшт		
Б					Код, наименование обработки													
А 19					XX XX XX 015 4110 Токарная													
Б 20					381101 Токарный HAAS SL-10	3	18217	312	1P	1	1	1	800	1			0,17	
0 21					Точить поверхность 5, 6, 7, 8, 9, 10, в размеры $\phi 30_{0,24}^{+0,35}$; $\phi 22,85_{0,24}^{+0,35}$; $\phi 15_{0,18}^{+0,21}$; $\phi 19_{0,24}^{+0,35}$; $\phi 21_{0,24}^{+0,35}$;												83	
0 22					$96_{0,35}^{+0,35}$; $101_{0,35}^{+0,35}$; $104_{0,35}^{+0,35}$; $107_{0,35}^{+0,35}$													
Т 23					396190 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392101 Резец контурный специальный ВСК-60; 393311													
Т 24					Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89.													
25																		
А 26					XX XX XX 020 4120 Сверлильная													
Б 27					381210 Сверлильный с ЧПУ HAAS OM-1 3	17335	422	1P	1	1	1	1	800	1			1,49	
0 28					Сверлить поверхность 17 в размер $\phi 5_{0,12}^{+0,25}$; $38_{0,12}^{+0,25}$													
Т 29					396131 Тиски самоцентрирующие; 391213 Свело $\phi 5$ R840-0500-30-A0A GC1020 Sandvik;													
Т 30					393450 Нутромер НМ-25 ГОСТ 10-88; 393400 Калибр.													
31																		
А 32					XX XX XX 025 4120 Сверлильная													
Б 33					381210 Сверлильный с ЧПУ HAAS OM-1 3	17335	422	1P	1	1	1	1	800	1			1,15	
0 34					Сверлить поверхность 19 в размер $\phi 2_{0,1}^{+0,21}$; $\phi 26_{0,1}^{+0,21}$													
Т 35					396131 Тиски самоцентрирующие; 391213 Свело $\phi 2$ R840-0200-50-A0A GC1020 Sandvik; 393400 Калибр.													
36																		
А 37					XX XX XX 030 4260 Фрезерная													
Б 38					381210 Фрезерный с ЧПУ JET JTM949TS 3	17335	422	1P	1	1	1	1	800	1			0,21	
0 39					Сверлить поверхность 20, фрезеровать поверхность 18 в размер $\phi 3_{0,1}^{+0,21}$; $30_{0,21}^{+0,35}$; $86_{0,21}^{+0,35}$; $R2,5_{0,04}^{+0,04}$.													
Т 40					396190 Приспособление специальное; 391213 Свело $\phi 3$ R840-0300-30-A0A GC1220 Sandvik;													
Т 41					391822 Фреза сферическая $\phi 5$ R216F-08A12C-035 GC P20A "Sandvik"; 393610 Шаблон.													
МК																		

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа											
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Глоз	Тшт	
B					Код, наименование обработки												
A 69					XX XX XX 035 4110 Токарная												
B 70					381101 Токарный HAAS SL-10	3	18217	312	1P	1	1	1	800	1			0,32
0 71					Точить последовательно поверхности 12, 13, 14 в размер $\phi 16,675^{+0,07}$, $515^{+0,1}$, $1^{+0,1}$, $\chi 45^\circ$.												
T 72					396190 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392841 Центр цпорный №3 ГОСТ8742-75; 392104 Резец												
T 73					контурный специальный ВОК-60; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89.												
0 74																	
T 75					XX XX XX 040 4110 Токарная												
T 76					381101 Токарный HAAS SL-10	3	18217	312	1P	1	1	1	800	1			0,05
77					Точить поверхность 9 в размер $\phi 22,38^{+0,064}$.												
A 78					396190 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392841 Центр цпорный №3 ГОСТ8742-75; 392104 Резец												
79					контурный специальный ВОК-60; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89.												
80																	
A 81					XX XX XX 045 4153 Зубофрезерная												
B 82					381572 Зубофрезерный 5310А	3	12287	312	1P	1	1	1	800	1			3,6
0 83					Фрезеровать поверхность 3, 4 в размер 8-й степени точности.												
T 84					396171 Приспособление специальное; 391810 Фреза шлицевая $\phi 63$ ГОСТ8027-60 Р6М5К5; 394590												
T 85					Прибор измерительный универсальный.												
86																	
A 87					XX XX XX 050 Термическая												
88																	
A 89					XX XX XX 055 4142 Центрошлифовальная												
B 90					381317 Центрошлифовальный 3922	3	18873	312	1P	1	1	1	1200	1			0,6
0 91					Шлифовать поверхность 21, 16 в размер $\phi 6^{+0,016}$.												
МК																	

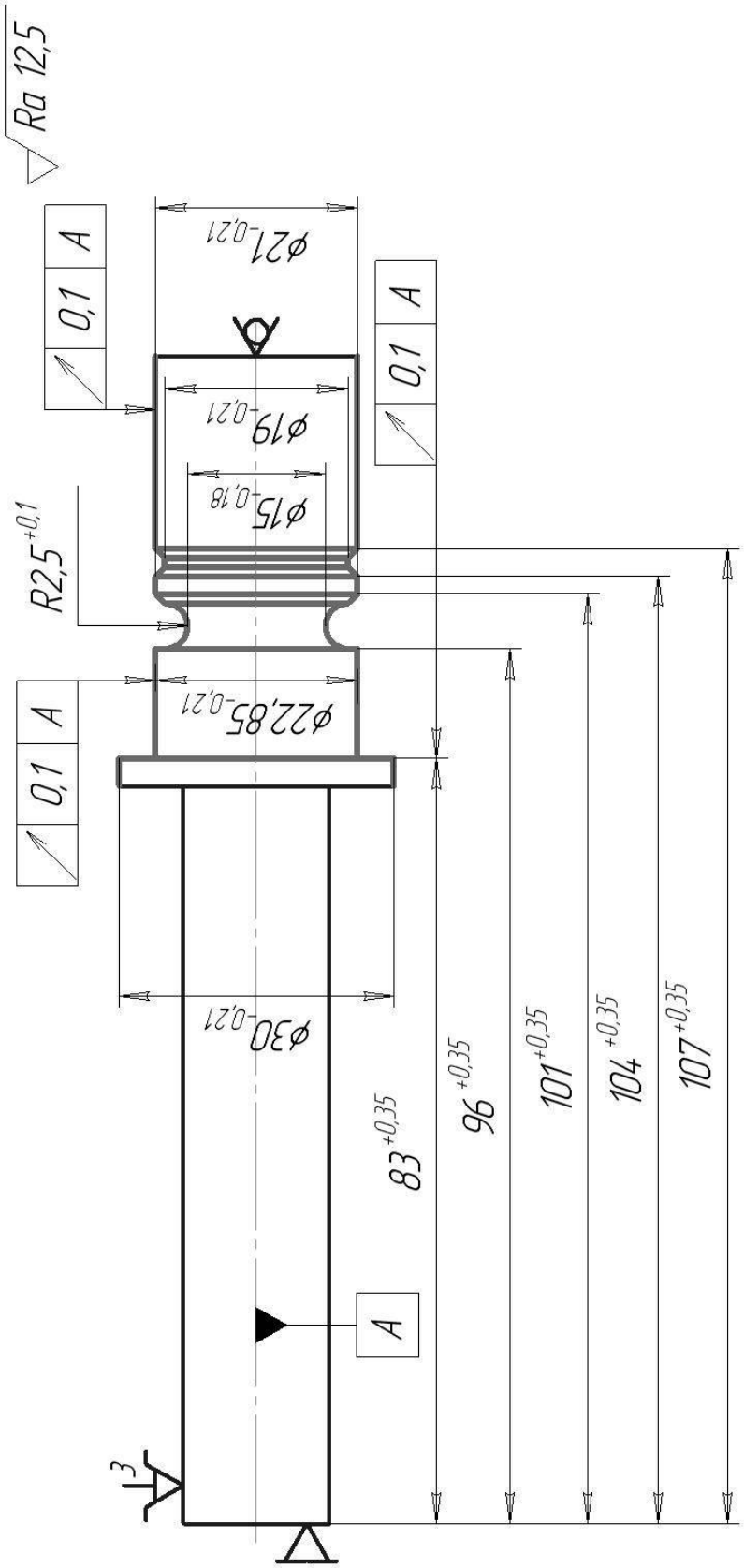
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа						
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН
Б	396171 Тиски самоцентрирующие специальные; 397120 Круг шлифовальный АГК ГОСТ2447-82; 393610 Шаблон.											
Т 94	396171 Тиски самоцентрирующие специальные; 397120 Круг шлифовальный АГК ГОСТ2447-82; 393610 Шаблон.											
Т 95	Шаблон.											
96												
А 97	XX XX XX 060 4131 Шлифовальная											
Б 98	381311 Круглошлифовальный 3А151 3 18873 312 1Р 1 1 1 800 1 2,92											
0 99	Шлифовать поверхность 12, 13 в размер $\phi 16,329^{+0,027}$, $511^{+0,039}$											
Т 100	396190 Патрон цанговый; 39810 Круг шлифовальный; 393421 Микрометр МР-70 ГОСТ6507-90.											
101												
А 102	XX XX XX 065 4131 Шлифовальная											
Б 103	381311 Круглошлифовальный 3А151 3 18873 312 1Р 1 1 1 800 1 1,34											
0 104	Шлифовать поверхность 9 в размер $\phi 22,08^{+0,033}$											
Т 105	396190 Патрон цанговый; 39810 Круг шлифовальный; 393421 Микрометр МР-70 ГОСТ6507-90.											
106												
А 107	XX XX XX 070 4131 Шлифовальная											
Б 108	381311 Круглошлифовальный 3А151 3 18873 312 1Р 1 1 1 800 1 3,1											
0 109	Шлифовать поверхность 12, 13 в размер $\phi 16,001^{+0,011}$, $51^{+0,039}$											
Т 110	396190 Патрон цанговый; 39810 Круг шлифовальный; 393421 Микрометр МР-70 ГОСТ6507-90.											
111												
А 112	XX XX XX 075 4131 Шлифовальная											
Б 113	381311 Круглошлифовальный 3А151 3 18873 312 1Р 1 1 1 800 1 1,7											
0 114	Шлифовать поверхность 9 в размер $\phi 22,02^{+0,033}$											
Т 115	396190 Патрон цанговый; 39810 Круг шлифовальный; 393421 Микрометр МР-70 ГОСТ6507-90.											
116												
МК												

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа							
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП
Б	Код, наименование обработки												
А 117	XX XX XX	080	4191	Полировальная									
Б 118	381337	Полировальный 3890		3	18873	312	1Р	1	1	800	1	0,67	
О 119	Полировать поверхность 9 в размер, Ø21,927 ^{+0,004}												
Т 120	396190 Патрон цапговый специальный; 39810 Крцг эластичный; 394300 Скоба рычажная.												
121													
А 122	XX XX XX	085	Масечная.										
123													
А 123	XX XX XX	090	Контрольная.										
124													
125													
126													
127													
128													
129													
130													
131													
132													
133													
135													
136													
137													
138													
139													
												МК	

ПРИЛОЖЕНИЕ В
Операционные карты

Дил.					
Взам.					
Подп.					
Разраб.					
Проверил					
Н.контр.					

Магараба					
Казнаб					
ТГУ					
Кафедрата ОТПП					
Вал шлицевой					015

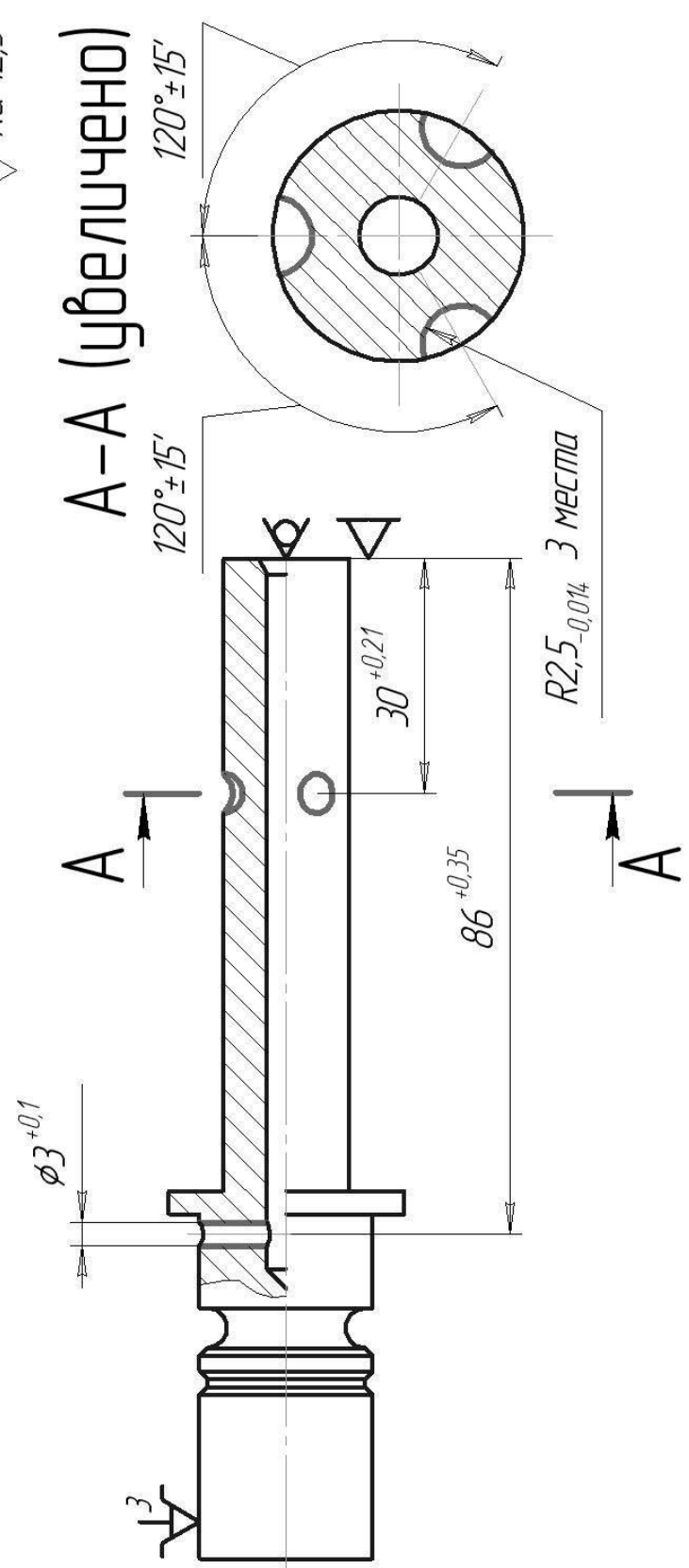


Дubl.											
Взам.											
Подп.											
Разроб.	Мазурова Казлоб	ТГУ, Кафедра ОТМП		Цех	Уч.	Р.М.	Опер.				
Проверил			<i>Вал шлицевой</i>								015
Нконтр.											
Наименование операции			Материал	ТВёрдость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД
Токарная			Сталь 40ХНМА ГОСТ 4543-71	166	0,25		φ32,3х131			0,35	1
Оборудование, устройство ЧПУ			Обозначение программы	То	Тб	Тпз	Тшм			СОХ	
HAAS SL-10				0,14			0,17			Украинол-1	
			Пш		Л	т		ш	н	н	V
01	1. Установить заготовку										
T 02	396190 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392841 Центр упорный №3 ГОСТ 8742-75; 392104 Резец										
T 03	контурный специальный Вок-60; 393311 Штангенциркуль ЩЦ-1 ГОСТ 166-89.										
0 04	2. Точить поверхность выдерживая размеры согласно эскиза.										
P 05	1						1,5		0,3	2000	189
P 06	2						2,5		0,2	1600	76
P 07	3						1,5		0,15	1800	113
08	3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.										
09											
10											

Дізн.										
Взам.										
Підп.										
Розроб.	Мазурова		ТГУ,							
Проверил	Козлов		Кафедра ОТМП							
Н.контр.									БР	030
										Вал шлицевой

$\nabla Ra 12,5$

A-A (увеличено)



Дробл.												
Взам.												
Подп.												
Разработ.	<i>Мазурова</i>		<i>ТГУ,</i>									
Проверил.	<i>Козлов</i>		<i>Кафедра ОТМП</i>									
Нормир.												
<p align="center">Вал шлицевой</p>												
Наименование операции	Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД				
Фрезерная	<i>Сталь 40ХН2Мn ГОСТ 4543-71</i>			166	0,25	$\phi 32,3 \times 131$	0,35	1				
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы		Ta	Tb	Tpa	Tum	СОЖ					
JET JTM949TS			0,18			0,21		<i>Ухилол-1</i>				
	PII	L	f	S	n	V						
<i>01</i>	1. Установить заготовку											
<i>T 02</i>	<i>396190 Приспособление специальное; 391213 Свера $\phi 3 R840-0300-30-A0A GC1220 Sandvik$</i> ;											
<i>T 03</i>	<i>391822 Фреза сферическая $\phi 5 R216F-08A12E-035 GC P20A "Sandvik"$</i> ; 393610 Шаблон.											
<i>0 04</i>	2. Точить поверхности выдерживая размеры согласно эскиза.											
<i>P 05</i>	1	2	1,5	0,1	1500	74						
<i>P 06</i>	2	2,5	0,05	4800	15							
<i>07</i>	3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.											
<i>08</i>												
<i>09</i>												
<i>10</i>												