

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Политехнический институт
Механико-технологический факультет
Кафедра техники и технологии

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____/ А.В. Прохоров

« ___ » _____ 2018г.

Проектирование участка механической обработки детали
«Вилка наружной полуоси» с разработкой
конструкторско-технологического оснащения

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 15.03.05.2018.015 ПЗ

Консультанты:

к.т.н., доцент

_____/ Д.В. Ардашев

« ___ » _____ 2018г.

доцент

_____/ В.В. Ахлюстина

« ___ » _____ 2018г.

ст. преподаватель

_____/ А.В. Акинцева

« ___ » _____ 2018г.

Руководитель работы

к.т.н., доцент

_____/ Н.С. Сазонова

« ___ » _____ 2018г.

Автор работы

студент группы ДО – 524

_____/ А.В. Игнатъев

« ___ » _____ 2018 г.

Нормоконтролер

ст. преподаватель

_____/ Л.А. Силаева

« ___ » _____ 2018 г.

Челябинск 2018

АННОТАЦИЯ

Игнатъев А.В. «Проектирование участка механической обработки детали «Вилка наружной полуоси» разработкой конструкторского оснащения. - Челябинск: ЮУрГУ; 2018; 62с.; библиография литературы – 25 наименований; 10 листов чертежей формата А1; комплект технологической документации на 20 листах формата А4.

Выпускная квалификационная работа состоит из трех частей: общая, технологическая и конструкторская части.

В общей части рассмотрены такие вопросы, как назначение детали, описание ее работы в узле, технические требования, применяемые к ней.

В технологической части предложен прогрессивный технологический процесс изготовления детали «Вилка наружной полуоси», в котором определен более выгодный способ получения заготовки, рассчитаны режимы резания и нормы времени, проведен сравнительный анализ базового технологического и прогрессивного технологического процессов. На основании произведенных расчетов спроектирован участок механического цеха.

В конструкторской части спроектированы специальные приспособления: станочное и контрольное.

В процессе выполнения дипломного проекта дипломник закрепляет, углубляет и обобщает знания, полученные во время лекционных и практических занятий, умело пользуется справочной литературой, ГОСТами, таблицами, нормами, расценками, сочетает справочные данные с теоретическими знаниями, полученными в процессе изучения курса.

					<i>15.03.05.2018.015 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Игнатъев А.В</i>			Проектирование участка механической обработки детали «Вилка наружной полуоси» с разработкой конструкторского оснащения	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Сазонова Н.С.</i>					2	79
<i>Н. Контр.</i>		<i>Ахлюстина ВВ</i>				<i>ЮУрГУ Кафедра «ТТ»</i>		
<i>Утверд.</i>		<i>Прохоров А.В.</i>						

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ	7
1.1 Назначение и описание узла и работы детали в узле	7
1.2 Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней	8
2.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	10
2.1 Анализ технологичности детали	10
2.2 Анализ действующего технологического процесса	13
2.2.1 Анализ документации действующего техпроцесса.....	13
2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки.....	14
2.2.3 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного техпроцесса	14
2.3 Разработка проектного технологического процесса	14
2.3.1 Разработка маршрута проектного техпроцесса	15
2.3.2 Выбор оборудования для реализации техпроцесса	15
2.3.3 Выбор исходной заготовки	22
2.3.4. План операций и переходов проектного техпроцесса	23
2.3.5. Расчет режимов резания	24
2.3.6. Расчет необходимого количества оборудования.....	29
2.4. Описание планировки участка.....	35
2.4.1 Определение количества вспомогательного оборудования.	35
2.4.2 Расчет площади участка механической обработки	37
3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	42
3.1 Проектирование станочного приспособления	42
3.1.1 Виды приспособлений и область применения.....	42
3.1.2 Наименование и основание для разработки.....	42
3.1.3 Расчет и проектирование станочного приспособления	43

Подп. и дата
Взам.
Инв.
Подп. и дата
Инв.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	

15.03.05.2018.015 ПЗ

ВВЕДЕНИЕ

Цель дипломного проектирования: спроектировать технологический процесс изготовления детали «Вилки наружной полуоси» с разработкой конструкторского оснащения.

Заданием выпускной квалификационной работы служит чертеж детали «Вилка наружной полуоси», необходимо произвести технологический анализ материала детали, твердости и выбора заготовки на размер с наибольшим точным полем допуска. Аналитическим методом рассчитать припуски на обработку, расчет режимов резания, а также норму времени. На остальной поверхности и операции технологического процесса, назначение припусков, режимов резания и норм времени назначены табличным методом. Необходимо разработать и начертить приспособление для одной из технологических операций. Сделать расчеты на погрешность, сделать расчет на экономическую эффективность. Разработать и спроектировать контрольно-измерительный инструмент. Сделать заключение о выполнении поставленной задачи перечислить используемую литературу, составить комплект чертежей и технической документации.

Современное состояние машиностроительного производства характеризуется повышением частоты сменяемости выпускаемой продукции, расширением широты номенклатуры изделий, требованиями сокращения длительности производственного цикла и обеспечения качества продукции. Решить эти задачи в области технологической подготовки производственных систем можно только при условии, если техническому проектированию предшествуют глубокие технологические разработки. Машиностроение занимает важное место в развитии народного хозяйства, оно реализует научно-технические открытия и создаёт материальную базу всех отраслей производства.

Современный уровень машиностроения во всём мире требует принципиально нового подхода к проектированию и изготовлению новых машин. Этот подход основывается на всё более широком применении современной вычислительной техники и программных комплексов практически

Подп. и дата
Взам.
Ине.
Подп. и дата
Ине.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

15.03.05.2018.015 ПЗ

Лист

5

на всех стадиях проектирования и изготовления. Применение компьютерной техники в процессах машиностроения позволяет резко сократить сроки создания новых изделий, особенно при использовании баз данных в различных отраслях. Компьютерное моделирование деталей и изделия, даёт возможность оценить некоторые характеристики проектируемого изделия, не изготавливая опытные образцы. Использование современных систем при подготовке управляющих программ для станков с ЧПУ и станков типа «обрабатывающий центр» даёт возможность обрабатывать детали высокой сложности с высочайшей точностью. Ещё недавно такие возможности были практически не доступны. Моделирование процессов обработки детали с помощью компьютера исключает грубые ошибки при программировании станков с ЧПУ. Использование прямого управления станками с ЧПУ компьютером снижает время подготовки программ к внедрению на станке. Оборудование с ЧПУ позволяет обрабатывать деталь с высокой точностью и с минимальным количеством переустановов. Такие станки очень просто переналадить на выпуск другого изделия.

Переналадка сводится к замене управляющих программ и приспособлений для базирования и закрепления детали на столе станка.

В последнее время оборудование с ЧПУ получает всё более широкое распространение не только за рубежом, но и в нашей стране. Это объясняется широкими возможностями этого типа оборудования, простой переналадкой, точностью обработки, встроенными возможностями. Поэтому тема выпускной квалификационной работы соответствует современным тенденциям в развитии мирового машиностроения. На практике применение станков с ЧПУ позволяет соблюдать такие принципы, как единство и постоянство баз, позволяет сократить время обработки за счёт максимальной концентрации операций технологического процесса. Внедрение оборудования с ЧПУ особенно эффективно в единичном и серийном производстве.

Подп. и дата
Взам.
Ине.
Подп. и дата
Ине.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

15.03.05.2018.015 ПЗ

Лист

6

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Назначение и описание узла и работы детали в узле

Проектируемая деталь «вилка передней полуоси» входит в состав сборочной единицы «вал карданный» автомобиля. Крутящий момент на передние ведущие колеса передается через полуоси и шарниры равных угловых скоростей. В приводе к передним ведущим колесам автомобиля применен кулачковый шарнир равных угловых скоростей (ШРУС).

ШРУС автомобиля состоит из двух вилок, двух кулачков и диска (рис. 1).

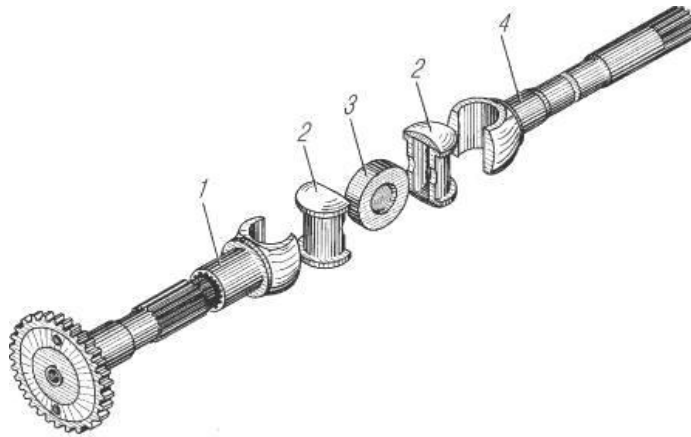


Рисунок 1 – «Шарнир равных угловых скоростей (ШРУС)»:

1 – вилка; 2 – кулак; 3 – диск; 4 – полуось внутренняя.

Поворотные кулаки имеют обработанные цилиндрические шейки и внутренние пазы с плоскими боковыми поверхностями. Цилиндрические шейки кулачков переднего моста охватываются вилками, в пазы входит диск. Благодаря такому соединению каждый из валов получает возможность поворачиваться относительно оси диска и относительно шеек кулачков, т.е. в двух взаимно перпендикулярных направлениях, подобно тому, как это происходит в карданном шарнире неравных угловых скоростей.

Таким образом, кулачковый шарнир ШРУС состоит как бы из двух шарниров неравных угловых скоростей, благодаря чему полуось и вал привода колеса - наружная полуось с фланцем вращаются с одинаковыми угловыми скоростями.

Подп. и дата
Взам.
Инв.
Подп. и дата
Инв.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

15.03.05.2018.015 ПЗ

Лист

7

1.2 Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней

Вилка передней полуоси служит для передачи крутящего момента к узлам, агрегатам и специальному и дополнительному оборудованию.

Вилка изготавливается из конструкционной легированной стали марки 12Х2Н4А ГОСТ 4543-71. Заменителем является стали 20ХГНР, 12ХН2, 12ХН3А, 20Х2Н4А, 20ХГР. Вид поставки: сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ4543-71, ГОСТ2590-2006, ГОСТ2591-2006, ГОСТ2879-2006. Калиброванный пруток: ГОСТ 7417-75, ГОСТ 8559-75, ГОСТ 8560-78, ГОСТ1051-73. Шлифованный пруток и серебрянка: ГОСТ14955-77. Полоса: ГОСТ 103-2006. Поковки и кованые заготовки :ГОСТ 1133-71.

Использование в промышленности: зубчатые колеса, валы, ролики, поршневые пальцы и другие крупные особо ответственные цементируемые детали, к которым предъявляются требования высокой прочности, пластичности и вязкости сердцевины и поверхностной твердости, работающие под действием ударных нагрузок или при отрицательных температурах. Химический состав стали 12Х2Н4А приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав стали 12Х2Н4А, %

C, %	Si,%	Mn, %	Ni, %	S, %	P, %	Cr, %	Cu, %	Fe, %
0,09- 0,15	0,17- 0,37	0,3- 0,6	3,25- 3,65	до 0,025	до 0,025	1,25- 1,65	до 0,3	около 93

В таблице 2 представлены механические свойства стали 12Х2Н4А.

Таблица 2 - Механические свойства стали 12Х2Н4А

$\delta_{0,2}$, МПа	δ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	KCU, Дж/м ²	HRC _Э
830	980	16	70	147	37

Эскиз детали представлен на рисунке 2

Подп. и дата
Взам.
Ине.
Подп. и дата
Ине.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

15.03.05.2018.015 ПЗ

Лист

8

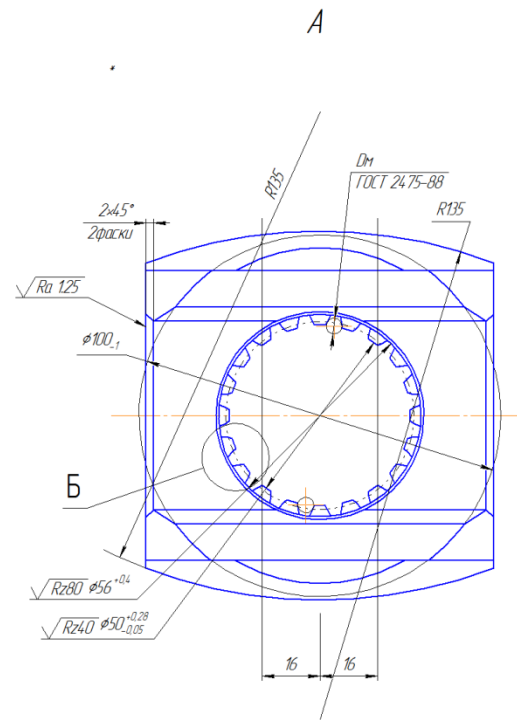
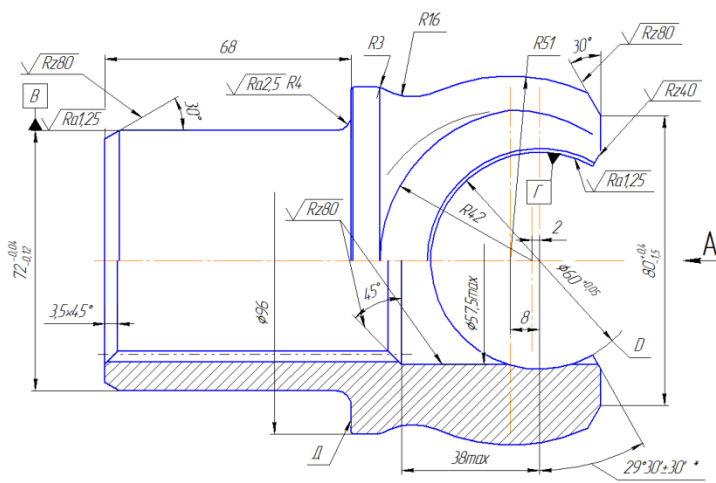


Рисунок 2 – Эскиз детали

Ине.	Подп. и дата
Ине.	Подп. и дата
Ине.	Подп. и дата
Ине.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

15.03.05.2018.015 ПЗ

Лист

9

2.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Анализ технологичности детали

Под технологичностью понимают наиболее рациональное и экономичное изготовление детали. Основными критериями оценки технологичности конструкции являются себестоимость и трудоемкость изготовления

Масса детали и длина не вызывает трудностей ее транспортировке.

Легкодоступные обрабатываемые поверхности не требуют для их обработки специального инструмента.

Точность изделия характеризует соответствие формы, размеров и положение обработанной поверхности требованиям чертежа и техническим условиям.

Оптимальная точность изготовления детали обеспечивается ограничением этих погрешностей их предельными значениями, соответствующими допусками. Допуски на размеры детали назначаются исходя из необходимости достижения высокой точности размеров, условий эксплуатации и обслуживания механизма.

Кроме этого, учитываются условия и оборудование обработки: погрешности основной кинематической схемы обработки, упругие перемещения системы станок -приспособление-инструмент-деталь (жесткость системы), погрешности станка и приспособления, режущего инструмента, температурные деформации системы, экономическая целесообразность высокой точности.

В соответствии с этими условиями допуски на большинство размеров изделия назначаются по 12-14 квалитетам. Но существует несколько размеров с завышенными допусками. Это объясняется условиями сборки и работы.

Параметры шероховатости поверхности зависят от следующих факторов: метода обработки, режимов резания, геометрических параметров и качества поверхностей режущей части инструмента, пластической и упругой деформации обрабатываемого материала, жесткости системы СПИД и связанных с ней вынужденных колебаний и вибраций при резании, наличия смазочно-охлаждающей жидкости. Все эти факторы необходимо учитывать при задании шероховатости.

Подп. и дата
Взам.
Ине.
Подп. и дата
Ине.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

15.03.05.2018.015 ПЗ

Лист

10

где n_i – количество поверхностей с одинаковыми значениями квалитетов;

$ИТА$ – соответствующий квалитет;

n – количество всех поверхностей;

$$A_{ср} = \frac{8*13+4*11+6*9+3*8+2*7}{23} \approx 10.4$$

$$Km = 1 - \frac{1}{10.4} = 0,9$$

Коэффициент качества обработки

$$K_{кач} = 1 - \frac{1}{B_{ср}}, \quad (3)$$

где $B_{ср}$ – среднее числовое значение параметра шероховатости

$$B_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i \cdot Ra}{n}, \quad (4)$$

где n_i – количество поверхностей с одинаковой шероховатостью;

Ra – параметр шероховатости, мкм;

n – количество всех поверхностей;

$$B_{ср} = \frac{5*2.5+13*3,2+3*6.3+2*12,5}{23} = 4.26$$

$$K_{кач} = 1 - \frac{1}{4.26} = 0,76$$

Коэффициент унификаций

$$K_{у.э} = \frac{Q_{у.э}}{Q_э}, \quad (5)$$

где $Q_э$ – число конструктивных элементов;

$Q_{у.э}$ – число унифицированных элементов.

$$K_{у.э} = \frac{17}{23} = 0,74, K_{у.э} > 0.6$$

Произведя качественную и количественную оценки можно сделать вывод, что деталь является технологичной по основным параметрам.

Подп. и дата
Взам.
Ине.
Подп. и дата
Ине.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

15.03.05.2018.015 ПЗ

Лист

12

2.2 Анализ действующего технологического процесса

В качестве исходного рассматриваем типовой техпроцесс изготовления детали, в котором присутствует 20 операций механической обработки, слесарная, 3 операции зачистки, 2 операции протирки, 4 контрольных операций, 2 загрузки, по одной операции маркировки и термообработки. При этом следует выяснить, правильно ли он составлен для выполнения требований чертежа и соблюдаются ли все требования технологического процесса.

2.2.1 Анализ документации действующего техпроцесса

Технологический процесс начинается с тщательного изучения и технологического контроля рабочих чертежей и технологической документации.

Применительно к деталям рабочие чертежи должны содержать все данные, необходимые для их изготовления: проекции, разрезы и сечения, обеспечивающие полное освоение конструктивных форм детали; размеры с указанием допускаемых отклонений; классы чистоты обрабатываемых поверхностей; допускаемые отклонения от правильных геометрических форм; допускаемые пространственные отклонения; материал, применяемый для изготовления детали, с указанием его марки; прочие технические требования, предъявляемые к детали и ее элементам (термообработка, твердость, покрытие, балансировка и т.п.)

Проведен анализ имеющейся технологической документации, а так же применяемого на операциях оборудования, инструмента и оснастки. Ниже приведен анализ карт технологической документации.

Чертеж содержит основных видов изображения детали, а также сечения и разрезы поверхностей необходимые для изображения скрытых частей излучателя. В чертеже проставлены необходимые размеры и предельные отклонения, шероховатость основных и вспомогательных поверхностей. Это дает возможность судить о величине детали и ее частей, а также точности изготовления детали.

Подп. и дата
Взам.
Ине.
Подп. и дата
Ине.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

15.03.05.2018.015 ПЗ

Лист

13

2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки

В базовом технологическом процессе применяется устаревшее оборудование, которое не позволяет обработать деталь за минимальное число установок, за счёт чего происходит постоянный съём деталей рабочими. Специальный режущий инструмент не применяется. Установка детали в приспособление требует большой точности и трудоёмкости. Нет ссылки на используемые приспособления. Так же стоит отметить, что применяемая оснастка увеличивает вероятность погрешностей при установке.

2.2.3 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного техпроцесса

При анализе чертежа детали видно, что предложенное конструкторское решение не оптимально по своему исполнению и потребует при изготовлении введения дополнительных переходов и установов. Некоторые размеры заданы некорректно, с точки зрения их выполнения и контроля.

Общая последовательность обработки в базовом технологическом процессе составлена правильно. Сначала обрабатываются технологические базовые поверхности, затем ведётся обработка основных и вспомогательных поверхностей. Технологические базы выбраны правильно, соблюдается принцип совмещения и постоянства баз. Однако в базовом технологическом процессе применяется устаревшее оборудование, установка детали в приспособление требует больших трудозатрат от рабочего.

Применение стандартизованных конструкций режущего инструмента и современного оборудования позволит увеличить скорости обработки, уменьшить основное и вспомогательное время.

При проведении анализа базового технологического процесса видно, что большее число операций можно сократить за счёт обработки на современном оборудовании.

2.3 Разработка проектного технологического процесса

Разработка проектного технологического процесса представляет собой изменение в сторону улучшения имеющегося процесса. Изменение

Подп. и дата
Взам.
Инв.
Подп. и дата
Инв.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

15.03.05.2018.015 ПЗ

Лист

14

оборудования на более современное, применение специальной оснастки и инструмента. Технологический процесс должен быть проведён с точки зрения обеспечения качества продукции.

2.3.1 Разработка маршрута проектного техпроцесса

В таблице 3 приведён проектный маршрут технологического процесса изготовления детали.

Таблица 3 – Разрабатываемый технологический процесс.

№ опр.	Наименование операции	Применяемое оборудование
005	Фрезерно-центровальная	фрезерный станок 6P13Ф3-37
010	Токарная	Токарный станок CRL-1640
015	Сверлильная с ЧПУ	Вертикально-сверлильном станке KSB 40
020	Протяжка	Полуавтомат протяжной вертикальный для внутреннего протягивания 7633
025	Термообработка	Станок для ТВЧ обработки ЭЛСИТ
030	Шлифование	Кругло шлифовальный станок MD1320B
035	Контроль	Стол контролера

2.3.2 Выбор оборудования для реализации техпроцесса

Главным очевидным преимуществом от использования токарных станков с ЧПУ является более высокий уровень автоматизации производства. Случаи вмешательства наладчика токарного станка с ЧПУ в процесс изготовления детали сведены к минимуму, достаточно визуального контроля оператора. Токарные станки с ЧПУ могут работать практически автономно, день за днем, выпуская продукцию с неизменно высоким качеством. При этом главной заботой станочника оператора станков с ЧПУ являются в основном подготовительно-заключительные операции: установка и снятие детали, наладка инструмента и т.д. В результате один работник может обслуживать сразу несколько токарных станков с ЧПУ.

Ине. Подп. и дата

Взам.

Ине.

Подп. и дата

Ине.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

15.03.05.2018.015 ПЗ

Лист

15

Вторым преимуществом токарных станков с ЧПУ является производственная гибкость. Это значит, что для ЧПУ обработки разных деталей нужно всего лишь заменить программу. А уже проверенная и отработанная программа для станков с ЧПУ может быть использована в любой момент и любое количество циклов.

Третьим очевидным плюсом токарных станков с ЧПУ является высокая точность и повторяемость ЧПУ обработки. По одной и той же программе вы сможете изготовить с требуемым качеством тысячи практически идентичных деталей. Ну и наконец, числовое программное управление ЧПУ позволяет обрабатывать такие детали, которые невозможно изготовить на обычном оборудовании.

Четвертым преимуществом токарных станков с ЧПУ перед универсальными токарными станками является более продолжительный срок наработки на отказ за счет введения в устройство токарного станка ЧПУ системы централизованной смазки направляющих, а также за счет наличия шарико-винтовых передач (ШВП). Автоматическая подача СОЖ в зону резания продлевает срок службы металлорежущего инструмента.

Стоит отметить, что сама методика работы по программе на токарных станках с ЧПУ позволяет более точно предсказывать время обработки некоторой партии деталей и соответственно более полно загружать токарное оборудование.

Токарные станки с ЧПУ стоят достаточно дорого и требуют больших затрат на установку и обслуживание, чем обычные станки. Тем не менее, их высокая производительность легко может перекрыть все затраты при грамотном использовании и соответствующих объемах производства.

На станках по программе можно производить токарную обработку в патроне: обточку, расточку, обработку конических и фасонных поверхностей, подрезку торцов, проточку канавок, нарезание резьбы резцом; обработку деталей типа крышек, фланцев, втулок, валиков, коротких осей, мелких корпусов, стаканов, полумуфт, обработку внутренних поверхностей центровым инструментом

Подп. и дата
Взам.
Ине.
Подп. и дата
Ине.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

15.03.05.2018.015 ПЗ

Для фрезерной операции применяем фрезерный станок 6P13Ф3-37

Фрезерный станок модели 6P13Ф3-37 оснащен устройством ЧПУ НЗЗ-2М, позволяющим вести обработку изделий в режиме программного управления одновременно по трем координатам: продольной и поперечной (перемещение стола и салазок с обрабатываемой деталью) и вертикальной (перемещение ползуна с инструментом).

Таблица 4 – Технические характеристики

Технические характеристики фрезерного станка	Параметр
Размеры рабочей поверхности стола (длина x ширина), мм	400 x 1600
Максимальная нагрузка на стол (по центру), кг	300
Наибольшее продольное перемещение стола (X), мм	1000
Наибольшее поперечное перемещение стола (Y), мм	400
Наибольшее вертикальное установочное перемещение стола, мм	420
Наибольшее вертикальное перемещение ползуна (Z), мм	250
Скорость быстрого перемещения стола и ползуна, мм/мин	4800
Расстояние от оси шпинделя до вертикальных направляющих станины, мм	500
Подача за один импульс, мм	0,01
Габариты станка, мм	3450 x 3970 x 2965
Масса станка, кг	4450



Рисунок 3 – Фрезерный станок с ЧПУ 6P13Ф3-37

Подп. и дата
Взам.
Инв.
Подп. и дата
Инв.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

15.03.05.2018.015 ПЗ

Лист

17

Для токарной операции применяем токарный станок CRL-1640.

Станок имеет систему ЧПУ Fanuc 0i-M-TC7.2" и моно-дисплей. Буквенно-цифровая клавиатура для редактирования программ. Интерфейс RS-232 для загрузки/выгрузки программ. Циклы, задаваемые пользователем, программирование в ISO или простым текстом. Возможно программирование циклов точения: подрезание торцов, продольного точения, фасонных поверхностей, конических поверхностей, нарезание резьбы и т.д. Работа в ручном режиме с помощью электронных маховиков.

Таблица 5 – Технические характеристики

Технические характеристики	Параметр
Расстояние между центрами, мм	890
Максимальный диаметр точения, мм	220
Максимальная длина точения, мм	750
Перемещение по оси X мм	205
Перемещение по оси Z мм	815
Ускоренное перемещение по оси X м/мин	7,5
Ускоренное перемещение по оси Z м/мин	10
Частота вращения главного шпинделя, об/мин	481 ÷ 3000
Размер патрона главного шпинделя, мм	200
Мощность двигателя главного шпинделя, кВт	5,5
Диаметр пиноли задней бабки, мм	58
Габариты, мм	2470x2030x2200
Масса, кг	2150



Рисунок 4– Токарный станок CRL-1640

Подп. и дата
 Взам.
 Инв.
 Подп. и дата
 Инв.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

15.03.05.2018.015 ПЗ

Лист

18

Обработку отверстий производим на вертикально-сверлильном станке KSB 40. Станок предназначен для сверления, развёртывания и нарезания резьбы в серийном производстве. Стабильная, жесткая на скручивание, прямоугольная конструкция из серого чугуна с широкими, закаленными, четырехугольными направляющими с антифрикционным покрытием, которое минимизирует трение. Мощный главный двигатель и коробка передач с ручным переключением обеспечивают высокий крутящий момент во всем диапазоне частоты вращения. Массивность конструкции станка обеспечивает плавность хода даже при высокой нагрузке. Большая рабочая зона и зажимная поверхность позволяют также обработку корпусов. Быстрое и точное позиционирование рабочего стола благодаря мощным серводвигателям и высокоточным ШВП. Автоматическая система центральной смазки сокращает износ деталей и упрощает техобслуживание станка. Простое составление рабочих программ на ЧПУ Siemens 802 S благодаря наглядным циклам, с графической поддержкой, для обработки отверстий, ряда отверстий, просверливания, развёртывания и глубокой обработки.

Таблица 6 – Технические характеристики

Технические характеристики	Параметры
Зажимная поверхность стола, мм	850x450
Ход пиноли, мм	250
Технологический ход стола, ось X, мм	600
Технологический ход стола, ось Y, мм	300
Скорость подачи по оси Z, мм/мин	1500
Диапазон частоты вращения, об/мин	315 - 1400
Мощность двигателя гл. шпинделя, кВт	3
Пропускная способность насоса СОЖ, л/мин	25
Габариты, мм	1850x1720x2500
Масса, кг	2000

Подп. и дата
Взам.
Ине.
Подп. и дата
Ине.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

15.03.05.2018.015 ПЗ

Лист

19



Рисунок 5 - Сверлильный станок с ЧПУ KSB 40 CNC

Для операции протягивания используем станок 7633 - Полуавтомат протяжной вертикальный для внутреннего протягивания.

Станки модели 7633 предназначены для обработки протягиванием сквозных отверстий различной конфигурации: круглых, шлицевых, прямоугольных со шпоночными пазами.

Таблица 7 – Технические характеристики

Технические характеристики	Параметр
Длина хода рабочих салазок, мм	250
Рабочая ширина стола, мм	120
Мощность, кВт	37
Габариты, мм	4825x1590x5070
Масса, кг	10690



Рисунок 6 -Полуавтомат протяжной вертикальный

Подп. и дата
 Взам.
 Инв.
 Подп. и дата
 Инв.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

15.03.05.2018.015 ПЗ

Лист

20

Для шлифовальной операции кругло-шлифовальный станок MD1320B.

Предназначен для шлифования наружных цилиндрических поверхностей и осевых торцевых поверхностей с классами точности IT6 и IT5. На этих станках заготовку устанавливают в центрах или в патроне и приводят во вращение навстречу шлифовальному кругу. Вместе со столом станка она может совершать возвратно-поступательное движение.

Шлифовальный круг в конце каждого (или двойного) хода стола получает поперечное перемещение на глубину резания. Продольное перемещение стола осуществляется бесступенчато гидравлической системой, также можно управлять и с помощью маховика.

Поперечная подача шлифовальной бабки совершается или автоматически гидравлической системой, или вручную маховиком. Быстрый подвод и отвод шлифовальной бабки управляются гидравлическим приводом. При поперечном и продольном перемещении оператор может выбрать с помощью маховика как чистовое, так и черновое шлифование.

Таблица 8 – Техническая характеристика

Техническая характеристика	Параметр
Диаметр обрабатываемой детали, мм	8-200
Длина обрабатываемой детали, мм	500/750
Высота центров, мм	125
Скорость вращения шпинделя, об/мин	1309
Скорость вращения заготовки, об/мин	45, 100, 210, 450
Мах перемещение шлифовального круга, мм	215
Мах продольное перемещение, мм	500 / 750
Мощность двигателя, кВт	15
Габариты, мм	2654x1575x1570
Вес, кг	3500/4000

Подп. и дата
Взам.
Ине.
Подп. и дата
Ине.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

15.03.05.2018.015 ПЗ

Лист

21



Рисунок 7 – Кругло-шлифовальный станок MD1320B

2.3.3 Выбор исходной заготовки

Заготовка изготовлена методом горячей объёмной штамповки на горизонтально-ковочной машине.

Степень сложности С1 (0.75).

Точность изготовления поковки – Т3.

Группа стали – М2 (массовая доля углерода свыше 0,09% до 0,32%).

Расчетная масса поковки:

$$M_{пр} = M_{д} K_p, \quad (6)$$

где $M_{пр}$ – расчетная масса поковки,

$M_{д}$ – масса детали 3,26 кг; K_p – расчетный коэффициент равен 2 получаем.

$$M_{пр} = 3,26 \cdot 2 = 6,52 \approx 7,0 \text{ кг.}$$

Исходный индекс поковки 11

Припуски назначаются по таблицам. На основании принятых припусков на размеры детали определяем расчётные размеры заготовки, учитывая дополнительные припуски: смещения поковки для точности Т3 равно 1,0 мм, изогнутость поковки 1,0 мм, отклонение межосевого расстояния 1,0 мм, радиус закругления 4 мм, величина остаточного слоя 0,9 мм.

Подп. и дата
Взам.
Инв.
Подп. и дата
Инв.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

15.03.05.2018.015 ПЗ

Расход материала на одну деталь с учётом всех потерь определяем по формуле:

$$K_{им} = \frac{M_{д}}{M_{пр}} \quad (7)$$

Расход материала на одну заготовку составит:

$$K_{им} = \frac{3,26}{7} = 0,46$$

Стоимость заготовки из проката определяется по формуле:

$$C_{зп} = C_M M_{пр} - (M_{пр} - M_{д}) C_{отх} \quad (8)$$

где C_M – стоимость металла, руб. за 1 кг;

$C_{отх}$ – стоимость отходов, руб. за 1 кг;

Стоимость штампованной заготовки

$$C_{зп} = 43,2 \cdot 6,52 - (6,52 - 3,26) \cdot 6 = 262,1, \text{ руб.}$$

Заготовка полученная методом горячей объёмной штамповки на ГКМ, достаточно экономична по использованию материала.

2.3.4. План операций и переходов проектного техпроцесса

Для изготовления детали «Вилка наружной полуоси» предлагаю следующий технологический процесс.

Таблица 9 – План операций и переходов проектного технологического процесса.

№ опр.	Наименование операции	Наименование переходов
005	Фрезерно-центровальная	Сверление отверстия в головке, центровка детали, фрезерование торцов в головке и на детали
010	Токарная	Обработка шейки, фаски, буртика
015	Сверлильная с ЧПУ	Рассверлить центральное отверстие, зенковать отверстие в шейке и фаску на шейке, Хонинговать отверстие в головке
020	Протяжная	Протянуть шлицы в шейке
025	Шлифование	Шлифовать шейку, торцы головки
030	Контроль	Контроль всех размеров

Подп. и дата
 Взам.
 Инв.
 Подп. и дата
 Инв.

Подробнее технологический процесс приведен в приложении В «Комплект документов на технологический процесс изготовления детали «Вилка».

2.3.5. Расчет режимов резания

Составной частью разработки технологического процесса является установление режимов резания на выполнение заданной работы. На основе технического нормирования определяют производственные мощности, потребность в оборудовании, инструментах и рабочей силе.

Режимные параметры выбираются таким образом, чтобы была обеспечена наибольшая производительность труда при наименьшей себестоимости, данной технологической операции. Эти условия удается выполнить при работе инструментом рациональной конструкции, выгоднейшей геометрии его, с максимальным использованием всех эксплуатационных возможностей станка.

Произведем расчет режимов резания для цилиндрической поверхности $\varnothing 72_{-0,12}^{+0,04}$ мм с шероховатостью $Ra=1,25$ мкм. Обработку производим на токарном станке CRL-1640. В качестве режущего инструмента используем токарный проходной отогнутый резец с пластиной из твердого сплава BK8 $\varphi=45^\circ$ ГОСТ 18877-73.

Расчет режимов резания включает в себя определение следующих элементов: скорость резания (V), число оборотов шпинделя станка (n), подача (S), глубина резания (t), сила резания (Pz) и эффективная мощность резания (N).

010 Токарная операция

Производим черновое точение цилиндрической поверхности $\varnothing 79$ мм.

Глубина резания:

$$t=2,465 \text{ мм ;}$$

Найдем подачу S , мм/об:

$$S=0,4-0,5 \text{ мм/об, принимаем } S=0,5 \text{ мм/об. [13, том 2, с.266, табл.11]}$$

Рассчитаем скорость резания V м/мин:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2} \cdot t^{0,4} \cdot S^{0,75}} * K_v, \quad (9)$$

где T -период стойкости инструмента, $T=60$ мин [13,с.134, табл.33]

C_v – коэффициент, зависящий от условий обработки, $C_v=350$ [13,с.269, табл.17]

Подп. и дата
Взам.
Ине.
Подп. и дата
Ине.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

15.03.05.2018.015 ПЗ

Лист

24

x, y, m – показатели степени, $x=0,15, y=0,35, m=0,20$ [13, с.269, табл.17]

K_v – общий поправочный коэффициент, представляющий собой произведение отдельных коэффициентов, каждый из которых отражает влияние определенного фактора на скорость резания.

$$K_v = K_{\mu v} * K_{nv} * K_{uv} * K_{\phi v} * K_{\phi lv} * K_{rv} * K_{qv} * K_{ov}, \quad (10)$$

где $K_{\mu v}$ – общий поправочный коэффициент, учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала

$$K_{\mu v} = K_r * \left(\frac{750}{\delta_B}\right)^n, \quad (11) \quad \text{с.261, табл.1}$$

где K_r – коэффициент для инструмента, $K_r=1$ [13, с.262, табл.2]

n – показатель степени, $n=1$ (с.262, табл.2)

$$K_{\mu v} = 1 * \left(\frac{750}{1000}\right)^1 = 0,75$$

где K_{nv} – поправочный коэффициент, учитывающий влияние состояния поверхности заготовки на скорость резания, $K_{nv}=0,8$ [13, с.263, табл.5]

K_{uv} – поправочный коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания, $K_{uv}=0,4$ [13, с.263, табл.6]

$K_{\phi v}, K_{\phi lv}, K_{rv}, K_{qv}$ – поправочные коэффициенты, учитывающие влияние параметров резца на скорость резания, $K_{\phi v}=1$ [13, с.271, табл.18]

$K_{\phi lv}, K_{rv}, K_{qv}$ – поправочные коэффициенты, не учитываются для инструмента из твердого сплава,

K_{ov} – поправочный коэффициент, учитывающий влияние вида обработки на скорость резания, $K_{ov}=1,04$ [13, с.271, табл.18]

$$K_v = 0,75 * 0,8 * 0,4 * 1 * 1,04 = 0,24$$

Рассчитаем скорость резания:

$$V = \frac{350}{60^{0,2} * 2,465^{0,15} * 0,5^{0,35}} * 0,24 = 41 \text{ м/мин}$$

Рассчитаем скорость вращения шпинделя n , об/мин:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} \quad (12)$$

$$n = \frac{1000 * 41}{3,14 * 79} = 165 \text{ об/мин}$$

Подп. и дата
Взам.
Инв.
Подп. и дата
Инв.

Уточним частоту вращения шпинделя по паспорту станка и скорректируем ее до ближайшего значения в меньшую сторону, тогда примем $n=160$ об/мин. Найдем фактическую скорость резания V_m /мин:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad (13)$$

$$V_{\phi} = \frac{3.14 \cdot 79 \cdot 160}{1000} = 40 \text{ м/мин}$$

Определим силу резания P_z Н:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (14)$$

где C_p – коэффициент, учитывающий свойства обрабатываемого материала, материал режущей части резца, а также условия обработки, $C_p=300$ [13, с.275, табл.22]

x, y, n – показатели степени, $x=1, y=0,75, n=-0,15$ [13, с.273, табл.22]

K_p – общий поправочный коэффициент, численно равный произведению ряда коэффициентов, каждый из которых отражает влияние определенного фактора на силу резания:

$$K_p = K_{\mu p} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{r p}, \quad (15)$$

где $K_{\mu p}$ – поправочный коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала:

$$K_{\mu p} = \left(\frac{\delta_B}{750}\right)^n, \quad (\text{с.264, табл.9}) \quad (16)$$

где n – показатель степени, $n=0,75$ [13, с.264, табл.9]

$$K_{\mu p} = \left(\frac{1000}{750}\right)^{0,75} = 1,24$$

где $K_{\phi p}$ – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане резца,

$$K_{\phi p} = 1 \quad [13, \text{с.275, табл.23}]$$

$K_{\gamma p}$ – поправочный коэффициент, учитывающий передний угол резца,

$$K_{\gamma p} = 1 \quad [13, \text{с.275, табл.23}]$$

$K_{\lambda p}$ – поправочный коэффициент учитывающий угол наклона главного лезвия,

$$K_{\lambda p} = 1 \quad [13, \text{с.275, табл.23}]$$

$K_{r p}$ – поправочный коэффициент, учитывающий радиус при вершине резца, определяется для резцов из быстрорежущей стали, по этому его не учитываем.

Подп. и дата
Взам.
Ине.
Подп. и дата
Ине.

$$Kp = 1,24 * 1 * 1 * 1 = 1,24$$

Определим силу резания PzH:

$$Pz = 10 * 300 * 2,465^1 * 0,5^{0,75} * 40^{-0,15} = 2543 \text{ Н}$$

Определим мощность резания N кВт:

$$N = \frac{Pz * V}{60 * 1020} \quad (17)$$

$$N = \frac{2543 * 40}{60 * 1020} = 1,6 \text{ кВт}$$

Мощность резания не превышает мощности станка $1,6 < 7,5$ кВт, значит, все режимы резания на данную операцию установлены правильно и можно производить обработку.

Производим чистовое точение цилиндрической поверхности $\varnothing 74,07$.

Глубина резания:

$$t = 1 \text{ мм}$$

Найдем подачу S, мм/об:

$$S = 0,2 - 0,4 \text{ мм/об, принимаем } S = 0,3 \text{ мм/об. [13, с.268, табл.14]}$$

Рассчитаем скорость резания по формуле 9:

$$V = \frac{350}{60^{0,2} * 1^{0,15} * 0,3^{0,35}} * 0,24 = 57,53 \text{ м/мин,}$$

где $T = 60$ мин [13, с.134, табл.33]

$$Cv = 350 [13, с.269, табл.17]$$

$$x = 0,15, y = 0,35, m = 0,20 \text{ (с.269, табл.17)}$$

$$Kv = 0,24 \text{ [формула 18]}$$

Рассчитаем скорость вращения шпинделя по формуле:

$$n = \frac{1000 * 57,53}{3,14 * 74,07} = 247 \text{ об/мин}$$

Уточним частоту вращения шпинделя по паспорту станка и скорректируем ее в ближайшую сторону, тогда примем $n = 250$ об/мин.

Найдем фактическую скорость резания по формуле 13:

$$V_{\phi} = \frac{3,14 * 74,07 * 250}{1000} = 58,1 \text{ м/мин}$$

Определим силу резания по формуле 14:

$$Pz = 10 * 300 * 1^1 * 0,3^{0,75} * 58,1^{-0,15} = 661 \text{ Н,}$$

Подп. и дата
Взам.
Инв.
Подп. и дата
Инв.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

где $C_p=300$ [13,с.275, табл.22]

$x=1, y=0,75, n=-0.15$ [13,с.275, табл.22]

$K_p = 1,24$ [по формуле 23]

Определим мощность резания по формуле 17:

$$N = \frac{661 \cdot 58,1}{60 \cdot 1020} = 0,62 \text{ кВт}$$

Мощность резания не превышает мощности станка $0,62 < 7,5$ кВт, значит, все режимы резания на данную операцию установлены правильно и можно производить обработку.

Производим предварительное шлифование цилиндрической поверхности $\varnothing 72,07$.

Глубина резания:

$$t=0,02 \text{ мм [14, табл. 9]}$$

Скорость круга V_k , м/с:

$$V_k=30-35 \text{ м/с, принимаем } V_k=35 \text{ м/с. [14,с.301, табл.55]}$$

Скорость вращения заготовки V_z , м/мин:

$$V_z=12-25 \text{ м/мин, принимаем } V_z=20 \text{ м/мин [14,с.301, табл.55]}$$

Продольная подача S в долях ширины круга:

$$S= 0,3-0,7 \text{ принимаем } S=0,3 \text{ (с.301, табл.55)}$$

Определим эффективную мощность N кВт:

$$N = C_N \cdot V_z^r \cdot t^x \cdot S^y \cdot D^q, \quad (18)$$

где C_N – поправочный коэффициент, $C_N=1,3$ [14,с.303, табл.56]

r, x, y, q – показатели степени, $r=0,75, x=0,85, y=0,7, q=1$ [14,с.303, табл.56]

$$N = 1,3 \cdot 20^{0,75} \cdot 0,02^{0,85} \cdot 0,3^{0,7} \cdot 72,07^1 = 13,7 \text{ кВт}$$

Мощность резания не превышает мощности станка $13,7 < 15$ кВт, значит, все режимы резания на данную операцию установлены правильно и можно производить обработку.

Производим чистовое шлифование цилиндрической поверхности $\varnothing 72,03$.

Глубина резания:

$$t=0,015 \text{ мм (из таблицы 9)}$$

Скорость круга V_k , м/с:

$$V_k=30-35 \text{ м/с, принимаем } V_k=35 \text{ м/с. [14,с.301, табл.55]}$$

Подп. и дата
Взам.
Ине.
Подп. и дата
Ине.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

15.03.05.2018.015 ПЗ

Лист

28

Скорость вращения заготовки V_3 , м/мин:

$V_3=15-55$ м/мин, принимаем $V_3=30$ м/мин [14,с.301, табл.55]

Продольная подача S в долях ширины круга:

$S= 0,3-0,7$ принимаем $S=0,3$ (с.301, табл.55)

Определим эффективную мощность по формуле 26:

$$N= 1,3*30^{0,75}*0,015^{0,85}*0,3^{0,7}*72,03 = 6,06 \text{ кВт},$$

где C_N – поправочный коэффициент, $C_N=1,3$ (с.303, табл.56)

r,x,y,q – показатели степени, $r=0,75$, $x=0,85$, $y=0,7$, $q=1$ [14,с.303, табл.56]

Мощность резания не превышает мощности станка $14<155$ кВт, значит, все режимы резания на данную операцию установлены правильно и можно производить обработку.

На остальные поверхности режимы резания назначаем табличным методом и заносим в операционные карты комплекта технологической документации.

2.3.6. Расчет потребного количества оборудования

2.3.6.1 Определение типа производства

В зависимости от годовой программы выпуска существует три типа производств: единичное, серийное и массовое.

Единичное производство характеризуется выпуском широкой номенклатуры изделий, но в малых количествах. Применяется универсальное оборудование, расположенное по видам обработки, универсальные приспособления большой стоимости.

У серийного производства ограниченная номенклатура, которая периодически повторяется. Характеризуется специализированными универсальными станками, расположенными в порядке обработки. Детали более точные и более дешёвые.

Массовое производство выпускает одну и ту же продукцию в больших объемах длительное время. Характеризуется станками-автоматами, так как снабжены манипуляторами роботами для съёма детали и установки заготовки, низкой себестоимостью.

Подп. и дата
Взам.
Инв.
Подп. и дата
Инв.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

15.03.05.2018.015 ПЗ

Лист

29

Тип производства определяется в зависимости от массы детали и программы ее выпуска по таблице 1.

Таблица 10 – Типы производства

Производство	Число обрабатываемых деталей в год		
	m > 50 кг.	От 50 до 1 кг.	m < 1 кг.
Единичное	до 5 шт.	до 10 шт.	до 100 шт.
Серийное	5 - 1000	10 – 5000	100 - 50000
Массовое	более 1000	более 5000	более 50000

При массе детали 3,26кг и годовой программе выпуска N = 35000 шт тип производства определяем, как серийное.

Для серийного производства определяем объем партии запуска по формуле:

$$n = \frac{N \cdot f}{D}, \quad (19)$$

где N- годовая программа, шт/год; N = 3500 шт;

f – количество рабочих дней, для незавершенного производства; f = 5;

D- количество рабочих дней в году(при 5 дневной рабочей недели составляет 247 дней).

$$n = \frac{35000 \cdot 5}{247} = 71 \text{ деталь.}$$

2.3.6.2 Расчет такта поточной линии

На прерывно-поточных линиях с поштучной передачей изделий выпуск (запуск) каждого предмета труда (детали) осуществляется через один и тот же интервал времени, называемый тактом линии.

Такт линии $t_с$ должен быть строго согласован с производственной программой и рассчитывается по формуле :

$$t_с = \frac{F_д \cdot 60}{N} \text{ мин/шт} \quad (20)$$

где $F_д$ - действительный фонд времени оборудования, ч

$$F_д = F_{ном} k_p \quad (21)$$

$F_{ном}$ - номинальный фонд времени, ч;

Ине. Подп. и дата

Ине.	Подп. и дата	Ине.	Взам.	Подп. и дата
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

k_p - коэффициент, учитывающий простой оборудования при ремонте (берется в пределах $k_{об} = 0.92...0.97$ [8];

$N_{вып}$ - программа выпуска, шт.

$$N_{зап} = N_{вып} \cdot \left(1 + \frac{\alpha}{100}\right) \quad (22)$$

$$N_{зап} = 35000 \cdot \left(1 + \frac{1.5}{100}\right) = 35525 \text{ шт}$$

где $\alpha=1.5$ % - коэффициент технологических потерь в производстве.

Принимаем: режим работы в 1 смену по 8 часов; $k_p=0,94$ [8].

Номинальный фонд времени в часах получаем 247 рабочих дней по 8 часов

$$F_{ном} = 247 \cdot 8 = 1976 \text{ ч.}$$

Действительный фонд времени оборудования, с учетом коэффициента k_p

$$F_{д} = 1976 \cdot 0,94 \approx 1857 \text{ ч.}$$

Такт линии

$$t_{г} = \frac{1857 \cdot 60}{35525} = 3,14 \text{ мин/шт}$$

Для выполнения операций, длительность которых превышает установленный такт, применяют дополнительное оборудование.

При непрерывном потоке передача с позиции на позицию осуществляется непрерывно в принудительном порядке, что обеспечивает параллельное выполнение всех операций на технологической линии.

2.3.6.3 Расчетное количество станков

Расчетное количество станков определяется как отношение штучного времени на данной операции $T_{шт}$ к такту выпуска t_B :

$$m_p = \frac{T_{шт}}{t_B} \quad (23)$$

В серийном производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени $T_{ш-к}$, значение которого было определено при расчетах режимов резания и технических норм времени и представлено в таблице 11.

Подп. и дата
Взам.
Ине.
Подп. и дата
Ине.

Таблица 11– Расчетное количество станков.

№ опер.	Наименование операции	Расчетное количество оборудования	Принятое количество оборудования, шт.
005	Фрезерно-центровальная	$m_p = \frac{10,096}{3,14} = 3,2$	4
010	Токарная	$m_p = \frac{2,819}{3,14} = 0,89$	1
015	Сверлильная с ЧПУ	$m_p = \frac{7,48}{3,14} = 2,4$	3
020	Протяжная	$m_p = \frac{1,477}{3,14} = 0,47$	1
025	Шлифование	$m_p = \frac{3,671}{3,14} = 1,16$	2

2.3.6.4 Использование оборудования по времени

Правильный выбор оборудования определяет его рациональное использование во времени. При выборе станков для разработанного технологического процесса этот фактор должен учитываться таким образом, чтобы исключить их простои, т.е. нужно выбирать станки по производительности. С этой целью определяют наряду с другими технико-экономическими показателями критерии, показывающие степень использования каждого станка в отдельности и всех вместе по разработанному технологическому процессу.

Для каждого станка должны быть посчитаны коэффициенты загрузки и коэффициенты использования станка по основному времени.

Коэффициент загрузки станка η_z определяется как отношение расчетного количества станков m_p , к принятому (фактическому) числу станков m_n (принимая по 1 станку на каждую операцию):

$$\eta_z = \frac{m_p}{m_n} \quad (24)$$

Подп. и дата
Взм.
Ине.
Подп. и дата
Ине.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

Таблица 12 – Коэффициент загрузки станков

№ опер.	Операции:	Модель станка	Коэффициент загрузки, %:
005	Фрезерно-центровальная	6P13Ф3-37	$\eta_{31} = (3,2/4) \times 100 = 25\%$
010	Токарная	CRL-1640	$\eta_{32} = (0,89/1) \times 100 = 89\%$
015	Сверлильная с ЧПУ	KSB 40	$\eta_{33} = (2,4/3) \times 100 = 80\%$
020	Протяжка	7633	$\eta_{34} = (0,7/1) \times 100 = 70\%$
025	Шлифование	MD1320B	$\eta_{35} = (1,16/2) \times 100 = 58\%$

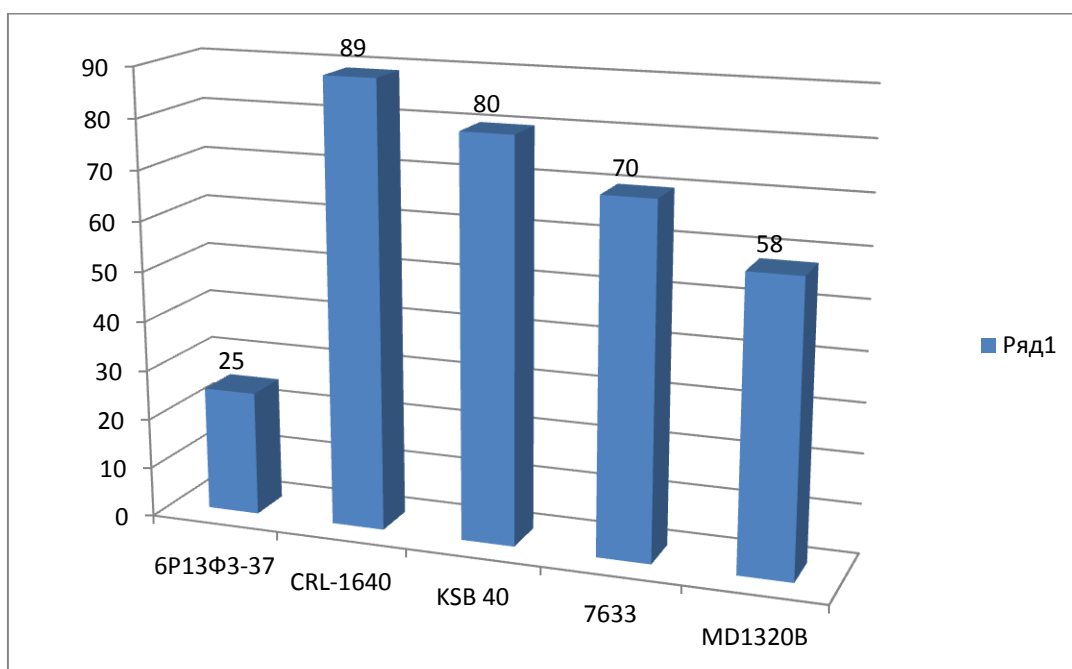


Рисунок 8 - График загрузки оборудования

2.3.6.5 Использование оборудования по основному времени

Коэффициент использования оборудования по основному времени (технологическому) η_o свидетельствует о доле машинного времени в общем времени работы станка. Он определяется как отношение основного времени к штучно-калькуляционному времени (для серийного производства):

$$\eta_o = \frac{T_o}{T_{ук}} \quad (25)$$

Подп. и дата
Взам.
Ине.
Подп. и дата
Ине.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

Таблица 13 – Коэффициент использования станков по основному времени

№ опер.	Операции:	Коэффициент загрузки, %:
005	6P13Ф3-37	$\eta_{31} = (7,24/10,096) \times 100 = 72\%$
010	CRL-1640	$\eta_{32} = (1,43/2,819) \times 100 = 51\%$
015	KSB 40	$\eta_{33} = (5,77/7,48) \times 100 = 77\%$
020	7633	$\eta_{34} = (0,55/1,477) \times 100 = 37\%$
025	MD1320B	$\eta_{35} = (1,91/3,671) \times 100 = 52\%$

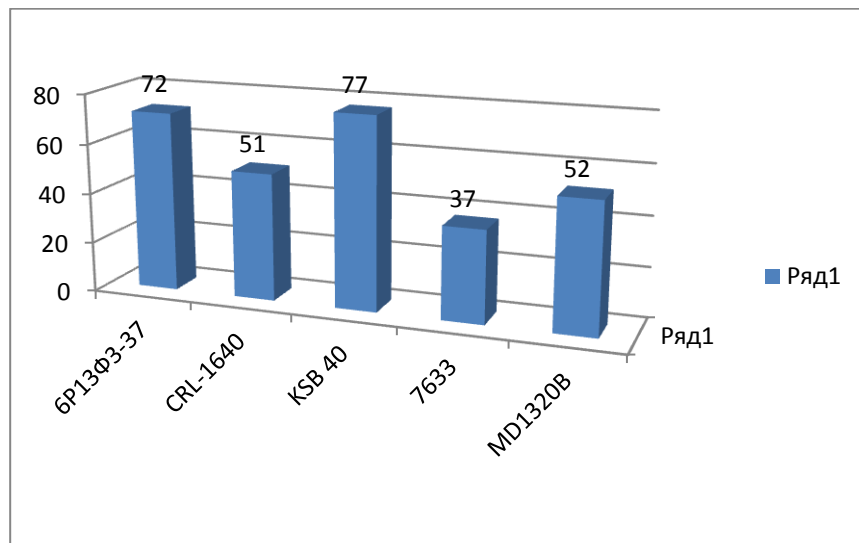


Рисунок 9 - График использования оборудования по основному времени

2.36.6 Потребная дозагрузка оборудования

Средний коэффициент загрузки оборудования определяется по формуле:

$$K_{з\text{ ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{zi}}{n} \quad (26)$$

где n – общее количество станков

$$K_{з\text{ ср}} = \frac{4 \cdot 0,25 + 1 \cdot 0,89 + 3 \cdot 0,8 + 1 \cdot 0,7 + 2 \cdot 0,58}{11} = 0,56$$

Если значение $K_{з\text{ ср}} < 0,75$, следует выполнить мероприятия для обеспечения полной загрузки оборудования. В таких случаях предусматривается обработка на основном технологическом оборудовании деталями, входящими в номенклатуру

Ине. Подп. и дата

Ине. Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

детали-представителя по заданию, со сходными операциями механической обработки.

2.4. Описание планировки участка

Основные способы размещения оборудования

Организация подразделений в производственные участки и соответствующее размещение оборудования определяются основными характеристиками производственного потока.

Состав производственных отделений и участков механических цехов определяется характером изготавливаемых изделий, технологическим процессом, объемом и организацией производства.

На плане цеха помимо основного производственного участка по изготовлению деталей располагают ряд вспомогательных отделений:

- склад заготовок;
- контрольное отделение;
- ремонтный участок;
- заточной участок;
- служба энергетика;
- склад готовой продукции.

Также проектируемый цех содержит необходимые технологические проезды и проходы, грузоподъемные механизмы.

2.4.1 Определение количества вспомогательного оборудования.

Количество заточных станков составляет от 4 до 6% от количества основного оборудования:

$$C_{\text{зат}} = 6\% \cdot C_{\text{пр}} \quad (27)$$

$$C_{\text{зат}} = 11 \cdot 0,06 = 0,66, \text{ принимаем } C_{\text{зат}} = 1$$

Количество станков ремонтного отделения составляют от 2,6 до 4,3% от количества основного оборудования:

$$C_{\text{зат}} = 4,3\% \cdot C_{\text{пр}} \quad (28)$$

$$C_{\text{рем}} = 0,043 \cdot 11 = 0,47, \text{ принимаем } C_{\text{зат}} = 1$$

Подп. и дата
Взам.
Инв.
Подп. и дата
Инв.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

15.03.05.2018.015 ПЗ

Лист

35

Таблица 14 – Потребное количество оборудования участка

Наименование оборудования	Количество станков, шт.
6P13Ф3-37	4
CRL-1640	1
KSB 40	3
7633	1
MD1320B	2
Ремонтное отделение	1
Заточное отделение	1
Итого:	13

Таблица 15 – Количество основных производственных рабочих

Профессии рабочих	Количество рабочих
Фрезеровщик	4
Токарь	1
Сверловщик	3
Фрезеровщик универсал	1
Шлифовщик	2
Слесарь	2
Итого:	13

Таблица 16 – Количество вспомогательных рабочих

Профессия вспомогательных рабочих	Количество
Наладчики	1
Слесари по ремонту оборудования	1
Контролеры	2
Автокарщики	1
Итого:	5

Подп. и дата
 Взам.
 Инв.
 Подп. и дата
 Инв.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

15.03.05.2018.015 ПЗ

Лист

36

2.4.2 Расчет площади участка механической обработки

Производственную площадь участка по обработке комплекта деталей определяем из удельной площади станка f_{Ci} и числа станков. В удельную площадь включаются площадь станка, площадь необходимая для рабочего, проходов и проездов, m^2 (для укрупненного расчета удельная площадь станка равна $14 m^2$):

$$F_{пр} = \sum_{Ci}^m n_{Ci} \cdot f_{Ci} \quad (29)$$

где: n_{Ci} – общее количество станков, шт.;

f_{Ci} – удельная площадь станка, m^2 ; $f_{Ci} = 14 m^2$ (это состоит из $6 m^2$ удельная площадь станка, $8 m^2$ – удельная площадь на проходы и проезды)

$$F_{пр} = 13 \cdot 14 = 182 (m^2)$$

Площадь вспомогательных отделений для механических цехов:

$$F_{в} = F_{з} + F_{р} \quad (30)$$

где $F_{з}$, $F_{р}$ – площади вспомогательных отделений заточного и ремонтно-механического, m^2 .

Площадь каждого из этих отделений определяется так же, как и для производственных участков по числу станков. Количество заточного и ремонтного оборудования было определено выше, когда определяли вспомогательное оборудование.

Удельная площадь станков в заточном отделении составляет $8 m^2$, в ремонтно-механическом – $8 m^2$.

$$F_{з} = 1 \cdot 8 = 8 (m^2)$$

$$F_{р} = 1 \cdot 8 = 8 (m^2)$$

$$F_{в} = 8 + 8 = 16 (m^2)$$

Площадь обслуживающих отделений цеха

$$F_{об} = F_{с.з.} + F_{с.г.} + F_{к} + F_{ик} \quad (31)$$

где: $F_{с.з.}$, $F_{с.г.}$, $F_{к}$, $F_{ик}$ – площади соответственно склада заготовок, склада готовых изделий, контрольного отделения, инструментально-раздаточной кладовой.

Подп. и дата
Взам.
Инв.
Подп. и дата
Инв.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

15.03.05.2018.015 ПЗ

Лист

37

Площадь контрольного отделения F_k определяется от численности контролеров и площади рабочего места контролера, m^2 . Площадь для одного контролера принимается равной $5m^2$.

$$F_k = \frac{n_k}{S} \cdot 5, \quad (32)$$

где: n_k – число контролеров в цехе;

S – число смен работы участка.

$$F_k = \frac{2}{1} \cdot 5 = 10 (m^2).$$

Площадь инструментально-раздаточной кладовой, m^2 :

$$F_{ИРК} = F_c \sum_{c=1}^m n_c + 15 \quad (33)$$

где: F_c – площадь кладовой приходящийся на один станок ($F_c = 0,5m^2$);

$15 m^2$ – дополнительная площадь по мелкому ремонту инструментов и приспособлений.

$$F_{ИРК} = 0,5 \cdot 11 + 15 = 20,5 (m^2)$$

Площадь склада заготовок определяется по формуле, m^2 :

$$F_{СЗ} = \frac{Q \cdot t}{D \cdot q \cdot k} \quad (34)$$

где: Q – общая масса заготовок за год, т;

t – число дней на которое принимается запас, $t=12$;

D – число рабочих дней в году;

q – допустимая нагрузка на пол, $q=4т/м^2$;

K – коэффициент использования площади склада, $K = 0,3$.

Масса заготовки составляет: $m = 7,0(кг)$.

$$Q = m \cdot N \quad (35)$$

$$F_{СЗ} = \frac{7 \cdot 35000 \cdot 12}{247 \cdot 4 \cdot 0,3} = 992(m^2)$$

Площадь склада готовых изделий, m^2 :

$$F_{сг} = \frac{Q \cdot t}{D \cdot q \cdot k} \quad (36)$$

Подп. и дата
Взам.
Ине.
Подп. и дата
Ине.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

где: q – допустимая нагрузка на пол, $q = 2,5 \text{ т/м}^2$;

k – коэффициент использования площади склада, $t = 15$ дней.

$$F_{\text{сг}} = \frac{3.26 \cdot 35000 \cdot 15}{247 \cdot 2,5 \cdot 0,3} = 924 (\text{м}^2)$$

Площадь бытовых помещений $F_{\text{б}}$, определяется исходя из числа основных и вспомогательных рабочих, работающих в одну смену, м^2 .

Норматив площади на одного человека – $0,7 \text{ м}^2$.

$$F_{\text{б}} = (13+5) \cdot 0,7 = 12,6 (\text{м}^2)$$

Общая площадь участка $F_{\text{о}}$, м^2 .

Таблица 17 – Общая площадь участка

Вид площади	Площадь, м^2
Производственная:	182
Вспомогательная:	
а) заточного отделения	8
б) ремонтно-механического	8
Обслуживающих отделений:	
а) склада заготовок	992
б) склада готовой продукции	924
в) контрольного отделения	10
г) инструментально-раздаточной кладовой	12,6
Бытовые помещения	14
Итого:	2150,6

Участок механического цеха – это производственное подразделение, обеспечивающее выполнение программы выпуска одного или нескольких наименований деталей в номенклатуре цеха. Участки на основе технологического процесса изготовления базовых деталей оснащают рабочими местами.

Ине.
Ине.
Подп. и дата
Взам.
Подп. и дата
Ине.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

15.03.05.2018.015 ПЗ

Лист

39

- комплектом приспособлений и принадлежностей технологической оснастки оборудования (например, патроны, тиски, универсальные и специальные зажимные приспособления, оправки, державки, ключи и т.д.);

- комплектом постоянно применяемых режущих и измерительных инструментов;

- решеткой под ноги рабочему.

Рабочие места станочников спланированы таким образом, чтобы обеспечить безопасность работающих, максимальное удобство в работе, возможность выполнения ремонта, а также быстрой эвакуации рабочих в экстремальных случаях.

Для обеспечения пожарной безопасности на территории цеха располагаются противопожарный щит, ящик с песком, огнетушители.

Ине.	Подп. и дата	Ине.	Взам.	Подп. и дата	Подп. и дата	Лист

15.03.05.2018.015 ПЗ

3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Проектирование станочного приспособления

3.1.1 Виды приспособлений и область применения

Специальные приспособления создаются для определенной детали или операции. На станках широко применяются цанговые, кулачковые и мембранные патроны, консольные оправки различных конструкций и т. д.

При выборе конструкции приспособления следует обращать внимание на быстродействие приспособления (сокращение вспомогательного времени), надежность закрепления обрабатываемой заготовки, легкость обслуживания, точность изготовления детали в приспособлении (жесткость приспособления).

3.1.2 Наименование и основание для разработки

Приспособление, специализированное универсально-безналадочное с гидроприводом предназначено для базирования и крепления заготовок коротких валов при фрезеровании поверхности на вертикально-фрезерном станке с ЧПУ 6Р13Ф3-37.

Приспособление содержит корпус, к которому с помощью болтов жестко прикреплена призма. По бокам призмы расположены прихват, к которому с помощью винта прикреплен прижим. На нижней части корпуса закрепляются направляющие шпонки, с помощью которых приспособление базируется на столе станка, размеры которого изображены на рисунке 10.

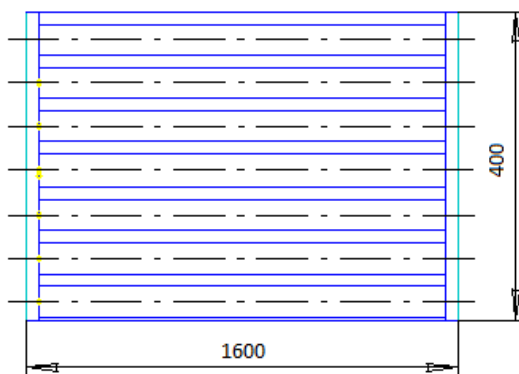


Рисунок10-Размеры стола станка

На столе имеются Т-образные пазы, размеры которых представлены на рисунке 11.

Подп. и дата
Взам.
Инв.
Подп. и дата
Инв.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

15.03.05.2018.015 ПЗ

Лист

42

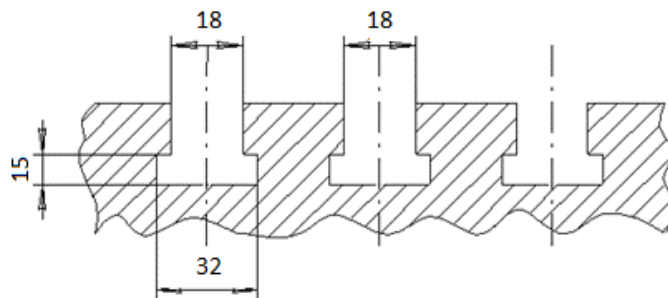


Рисунок 11-Размеры пазов в столе станка

Приспособление, рисунок 11, работает следующим образом. Заготовку устанавливают на призму и крепят прихватом. При подаче масла под давлением в полость гидроцилиндра, поршень вместе со штоком движется влево, давит на прихват, который прижимает с необходимым усилием заготовку к призме.

Усилие крепления на прихват передается от штока-поршня гидроцилиндра через проушину и ось. Таким образом, осуществляется зажим заготовки. Для разжима давление масла уменьшается, толкатель отходит назад, тянет за собой прихват и отжимает вал.

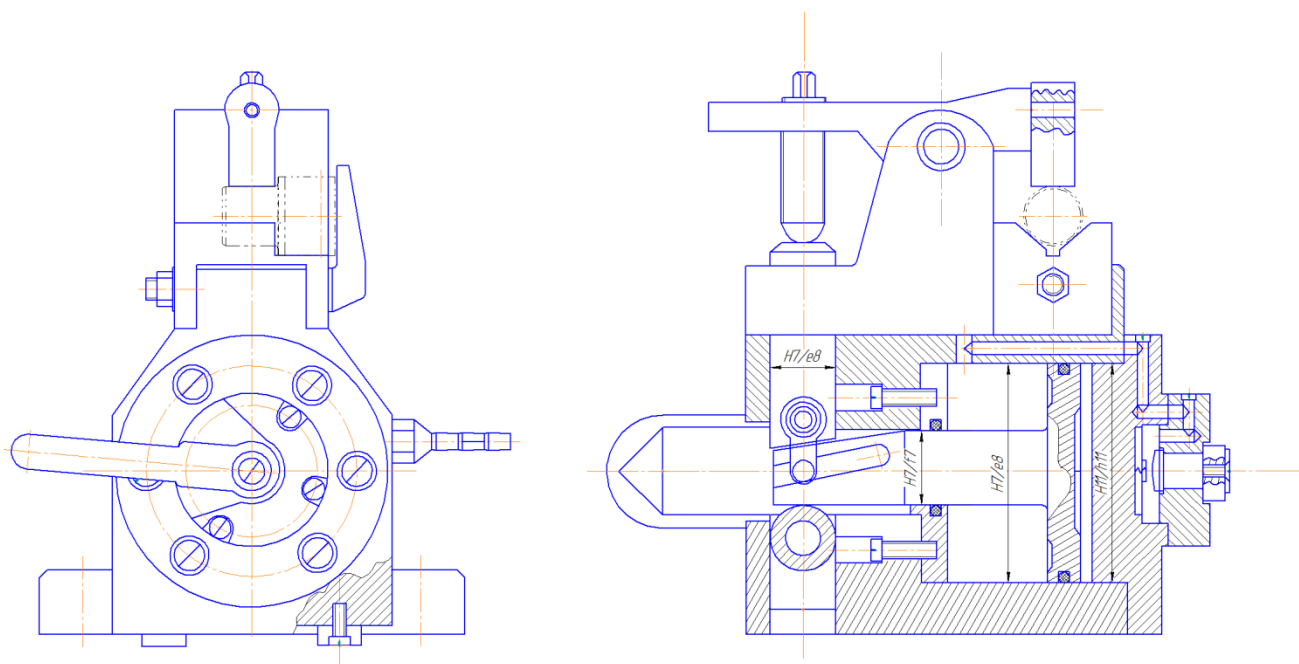


Рисунок 12–Приспособление для фрезерования

3.1.3 Расчет и проектирование станочного приспособления

Для закрепления заготовки используется зажимной механизм. В зажимных механизмах обычно применяются пневматические, гидравлические и смешанные типы приводов.

Подп. и дата
Взам.
Инв.
Подп. и дата
Инв.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

Пневматический привод при своей простоте и удобстве эксплуатации имеет ряд недостатков: во-первых, воздух сжимаем и при переменных нагрузках пневмо-привод не обеспечит достаточной жёсткости закрепления. Во-вторых, данный вид привода развивает меньшее усилие, нежели гидропривод; и в третьих, из-за мгновенного срабатывания пневмо-привода прижим будет резко ударять по детали, что отрицательно скажется и на заготовке, и на зажимном механизме, и на условиях труда рабочего. Соответственно, в нашем приспособлении применим гидравлический привод.

Необходимую силу крепления Q заготовки определяем по уравнению:

$$Q = \sqrt{Q_{P_z}^2 + Q_{P_x}^2} \quad (37)$$

где, Q_{P_z} – необходимая сила крепления заготовки при учете силы резания P_z , создающая момент резания;

Q_{P_x} – необходимая сила закрепления заготовки при учете силы резания P_x , смещающая заготовку в направлении подачи.

Силу Q_{P_z} и Q_{P_x} определяем из условия статического равновесия заготовки, находящейся под действием моментов от сил P_z, P_x, F и F_1 .

$$-\frac{P_z d}{2} + \frac{(2F + 2F_1)d}{2} = 0; \quad -P_x + 2(F + F_1) = 0$$

Так как $F = \left(\frac{Q}{2}\right) \operatorname{tg} \varphi$; $F_1 = R \operatorname{tg} \varphi_1$; $R = \frac{Q}{2}$; $\operatorname{tg} \varphi = f$; $\operatorname{tg} \varphi_1 = f_1$, то с учетом коэффициента запаса

$$Q_{P_z} = \frac{K_3 P_z}{(f + f_1)} \quad (38)$$

Аналогично получаем

$$Q_{P_x} = \frac{K_3 P_x}{f + f_1} \quad (39)$$

Полная сила крепления заготовки:

$$Q = \sqrt{Q_{P_z}^2 + Q_{P_x}^2} = \sqrt{\left(\frac{K_3 P_z}{(f + f_1)}\right)^2 + \left(\frac{K_3 P_x}{f + f_1}\right)^2} \quad (40)$$

Подп. и дата					
	Взам.				
Инв.					
Подп. и дата					
Инв.					
15.03.05.2018.015 ПЗ					Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	44

Принимаем $f = f_1 = 0,16$ – коэффициенты трения в местах контакта заготовки с опорами и зажимным механизмом соответственно.

В свою очередь коэффициент запаса, учитывающий нестабильность силовых воздействий на заготовку, находим по формуле:

$$K_3 = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6 \quad (41)$$

где, $K_0 = 1,5$ – гарантированный коэффициент запаса [9];

$K_1 = 1$ – коэффициент, учитывающий вид технологической базы [9];

$K_2 = 1,3$ – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента [9];

$K_3 = 1,2$ – коэффициент, учитывающий прерывистость резания [9];

$K_4 = 1$ – коэффициент, характеризующий постоянство силы развиваемой зажимным механизмом [9];

$K_5 = 1$ – коэффициент, характеризующий эргономику зажимного механизма [9];

$K_6 = 1$ – коэффициент, характеризующий установку заготовки [9].

$$K_3 = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,34$$

Так как в результате расчета $K_3 < 2,5$, то принимаем $K_3 = 2,5$.

$$Q_{P_z} = \frac{2,5 \cdot 52}{0,32} = 406,25 \text{ Н}$$

$$Q_{P_x} = \frac{2,5 \cdot 28,6}{0,32} = 223,44 \text{ Н}$$

$$Q = \sqrt{406,25^2 + 223,44^2} = 463,64 \text{ Н}$$

Из условия статического равновесия прихватов $\frac{Q}{2} = P l_1 / l_2$.

Сила P силового цилиндра, необходимая для закрепления заготовки, равна $P = 0,25 \pi D^2 \rho \eta$, тогда диаметр поршня цилиндра D может быть рассчитан по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{2 Q l_2}{\pi \eta \rho l_1}} \quad (42)$$

Решая это уравнение относительно D , получаем:

Подп. и дата
Взам.
Инв.
Подп. и дата
Инв.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

$$D = \sqrt{\frac{4Ql_2}{\pi\eta\rho l_1}} \quad (43)$$

где ρ – рабочее давление масла, принимаемое в расчетах равным 1 МПа;

$\eta = 0,9$ – КПД.

Определяем диаметр поршня гидроцилиндра:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 463,64 \cdot 87,5}{3,14 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 125}} = 122 \text{ мм}$$

В качестве привода фрезерного приспособления выбираем гидроцилиндр по ГОСТ19899-74 с диаметром поршня 125 мм.

Т.к. действительная сила зажима $P = 0,25\pi D^2 \rho \eta = 11039 \text{ Н}$ превышает необходимую силу крепления $Q = 463,64 \text{ Н}$ заготовки, то расчет выполнен верно.

3.1.4 Расчет приспособления на точность

Требуемую точность приспособления можно определить решением размерной цепи системы: заготовка – приспособление – станок – инструмент. При этом выявляется роль приспособления в достижении заданной точности выполняемого на заготовке размера, то есть замыкающего звена размерной цепи.

Для этого производят деление допуска, ограничивающего отклонения от выполняемого размера, на части, одна из которых выделяется для приспособления.

Однако специальные приспособления проектируются чаще всего до запуска новых изделий в производстве, когда нет возможности уточнения целого ряда вопросов обрабатываемости примененных в изделии материалов, вида используемого оборудования и т.д. Поэтому параметры точности приспособлений чаще всего определяются по справочникам.

Цель расчета на точность заключается в определении требуемой точности изготовления приспособления по выбранному параметру и заданий допусков размеров деталей и элементов приспособления.

Расчеты включают следующие этапы:

Ине.	Подп. и дата							
	Взам.							
	Ине.							
	Подп. и дата							
15.03.05.2018.015 ПЗ								Лист
								46
	Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат			

- выбор одного или нескольких параметров приспособления, которые оказывают влияние на положение и точность обработки заготовки;
- принятие порядка расчета и выбор расчетных факторов;
- определение требуемой точности изготовления приспособления по выбранным параметрам;
- распределение допусков изготовления приспособления на допуски размеров деталей, являющихся звеньями размерных цепей;
- внесение в ТУ сборочного чертежа приспособления пункта об обеспечении точности приспособления.

Выбор расчетных параметров осуществляется в результате анализа принятых схем базирования и закрепления заготовки и приспособления, а также точности обеспечиваемых обработкой размеров.

Приспособление рассчитывается на точность по одному параметру в случае, если при обработке заготовки размеры выполняются в одном направлении; по нескольким параметрам, если на заготовке выполняются размеры в нескольких направлениях. В нашем случае фрезерование прямой поверхности длиной 60 мм.

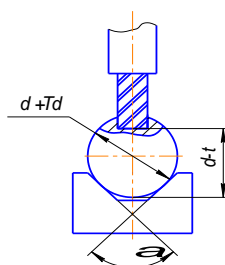


Рисунок 13 – Схема фрезерования

Заданная точность обрабатываемой детали будет обеспечена, если суммарная погрешность обработки меньше допуска на получаемый размер на 10-15%, то есть должно соблюдаться следующее условие.

Рассчитываем зажимное приспособление для операции фрезерования 005в размер 60 мм на глубину 3 мм на вертикально-фрезерном станке с ЧПУ 6Р13Ф3-37 в условиях серийного производства.

Подп. и дата
Взам.
Инв.
Подп. и дата
Инв.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

15.03.05.2018.015 ПЗ

Лист

47

$$\varepsilon_6 = 0,5 \cdot 0,1 \cdot \left(\frac{1}{\sin 45^\circ} - 1 \right) = 0,021 \text{ мм}$$

Величину ε_3 рассчитываем по формуле:

$$\varepsilon_3 = \frac{0,1 \cdot C_M \cdot \Delta W}{\sin \alpha} \quad (45)$$

где, C_M – поправочный коэффициент, учитывающий вид материала заготовки, для стали $C_M = 0,026$.

ΔW – непостоянство силы зажима определяем, используя формулу 26:

$$\Delta W = 0,2 \cdot W_3 = 0,2 \cdot 15 = 3 \quad (46)$$

$$\varepsilon_3 = \frac{0,1 \cdot 0,026 \cdot 3}{\sin 45^\circ} = 0,011 \text{ мм}$$

Учитывая, что $\Delta B = 0,05$ мм определяем погрешность $\varepsilon_{y.э.}$ по формуле 27:

$$\varepsilon_{y.э.} = \frac{\Delta B}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{0,05}{\operatorname{tg} 45^\circ} = 0,05 \text{ мм} \quad (47)$$

Погрешность износа установочного элемента рассчитываем по формуле 28:

$$\varepsilon_{и} = I_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot \frac{N_\Phi}{N} \quad (48)$$

где, I_0 – средний износ установочного элемента при базовом числе установок $N = 100000$; [9] $I_0 = 115$ мкм; [9]

K_1 – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки, $K_1 = 0,97$; [9]

K_2 – коэффициент, учитывающий вид оборудования, $K_2 = 1$; [9]

K_3 – коэффициент, учитывающий условия обработки, $K_3 = 0,94$; [9]

K_4 – коэффициент, учитывающий число установок заготовки N_Φ , отличающееся от принятого N , $K_4 = 2,4$. [9]

$$\varepsilon_{и} = 115 \cdot 0,97 \cdot 1 \cdot 0,94 \cdot 2,4 \cdot 0,1 = 25,17 \text{ мкм} \approx 0,025 \text{ мм}$$

Определяем погрешность:

$$\varepsilon_{\text{пр}}^{d-t} = 0,2 - 1 \cdot \sqrt{(0,8 \cdot 0,021)^2 + 0,011^2 + 0,05^2 + 0,025^2 + (0,6 \cdot 0,09)^2} = 0,12$$

Так как $\varepsilon_{\text{пр}}^{d-t} < T_{d-t}$, т.е. $0,12 < 0,2$ – спроектированное приспособление обеспечивает требуемую точность получения заданного размера.

Подп. и дата
Взам.
Инв.
Подп. и дата
Инв.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

3.2. Проектирование режущего инструмента

Корни Hoffmann Group уходят в прошлое к 1919 году. Уже тогда качество и профессиональные консультации были самыми важными критериями. Компания не только видит в каждом плоскогубцах, каждом гаечном ключе, каждом режущем диске и каждой фрезе средство для достижения цели, но и думает о том, чтобы наши клиенты достигали наилучших результатов работы. Богатое традициями семейное предприятие, которое высоко ценит устойчивое развитие, последовательность и стабильность.

Сверлильный и фрезерный инструмент HOLEX с усиленной сердцевиной и специальной подточкой для обеспечения высокой точности центрирования, цветовая маркировка для универсального использования.

Зажимные приспособления HOLEX быстро зажимают любые материалы и обеспечивают надежный захват.

Измерительный инструмент HOLEX обеспечивает точные измерения «на лету» с помощью большого четкого контрастного дисплея, прочного металлического корпуса, с прецизионно отшлифованными измерительными поверхностями.

Функциональный и надежный Ручной инструмент HOLEX – пример эргономичности и надежности.

Строжайшая точность шлифовального и режущего инструмента HOLEX позволяет проводить стабильную обработку компонентов с высокой точностью. Имеются отдельные полоски для мягкого резания и адаптации к криволинейным поверхностям

Доступность и надежность являются, самыми точными критериями, характеризующими продукцию HOLEX. За счет качества – которое является всегда основным критерием Hoffmann Group - это 9000 наименований инструмента, которые созданы для успешной работы в соответствии с высокими стандартами.

Подп. и дата
Взам.
Инв.
Подп. и дата
Инв.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

15.03.05.2018.015 ПЗ

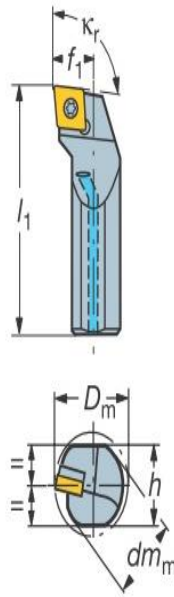
Лист

50


Токарная обработка наружной поверхности

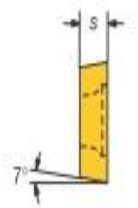
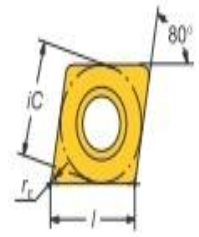
A16R-SCLCR 06

Токарная
оправка Coromant
Capto®
А – стальная
оправка с
внутренним
подводом СОЖ;
16 – диаметр
оправки;
R – длина резца
(200мм);
S – закрепление
пластин винтом;
C – форма
пластины (80°);
L – тип державки
(главный угол в
плане 95°);
C – задний угол
пластины (C=7°);
R – исполнение
(R-правое
исполнение);
06 – длина
режущей кромки.
 $dm_m=16$ $D_m=20$
 $f_1=11$ $l_1=200$
 $h=15$



CCMT 06 02 04

Пластина с
задними
углами CoroTurn
107;
C – форма
пластины (80°);
C – задний угол
пластины (7°);
M – Допуски на
s и iC/iW (±0,13
и ±0,05);
T – тип
пластины

06 – размер
пластины;
02 – толщина
пластины
(s=2,38);
04 – Радиус при
вершине
(04=0,4мм).



Ине. Подп. и дата Инв. Взам. Подп. и дата Ине.

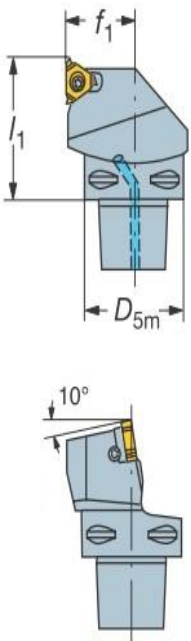
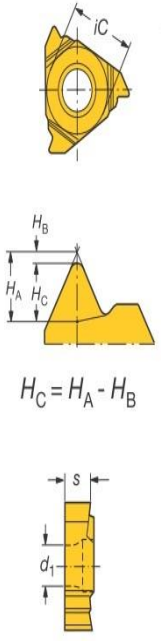
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

15.03.05.2018.015 ПЗ

Лист

52

Продолжение таблицы 18

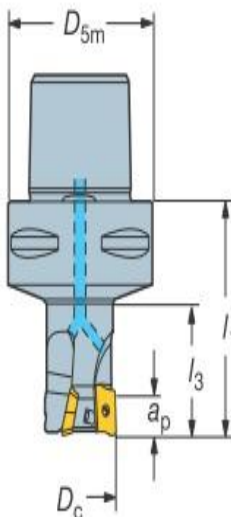
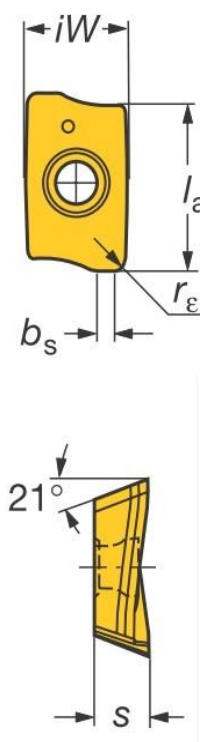
Вид обработки	Маркировка РИ	Эскиз РИ	Маркировка пластины	Эскиз пластины
Обработка фасонной поверхности	<p>C3-R166.4FG-22040-16 С – CoromantCapto; 3 – размер соединения; R – правое исполнение; 166.4 – быстросъемным винтом через отверстие; FG – наружная резьба; 22 – размер f_1; 040 – длина l_1; 16 – длина режущей кромки.</p> <p>$D_{5m}=32$ $f_1=22$ $l_1=40$ $iC=9,525$</p>		<p>R166.0G-16MM01-150 R – правое исполнение; 166.0 – резьбовая пластина T-MaxU-Lock; G – пластина для наружной резьбы; 16 – длина пластины ($iC=9,525$); MM0 – профиль резьбы (метрический 60°); 1 – число зубьев на режущей кромке; - состояние режущей кромки (округленная); 150 – шаг резьбы умноженный на 100. $H_A=1,12$ $H_B=0,22$ $iC=9,525$ $d_1=4,4$ $s=3,97$</p>	 <p>$H_C = H_A - H_B$</p>

Ине.	Подп. и дата	Ине.	Взам.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

15.03.05.2018.015 ПЗ

Продолжение таблицы 18

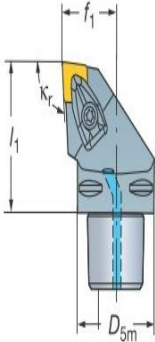

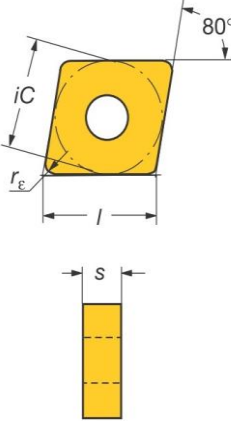
Вид обработки	Маркировка РИ	Эскиз РИ	Маркировка пластины	Эскиз пластины
Подрезка торца	<p>R390-016C3-11L050 Фрезы Coromill; R – правое исполнение; 390 – Coromill 390; 016 – рабочий диаметр фрезы; C3 – Coromant Capto (размер соединения 32 мм); 11 – размер пластины; M – нормальный шаг; 050 – размер (50 мм). $D_c=20$ $D_{5m}=C3$ $a_{pmax}=10$ $l_1=50$ $l_3=25$ $z=2$</p>		<p>R390-11 T3 08E-NL Пластины для фрез Coromill; R – правое исполнение; 390 – Coromill 390; 11 – ширина пластины; T3 – толщина пластины ($s=3,97$); 08 – радиус при вершине (0,8 мм); E – наивысшая острота режущей кромки и точность; N – область применения по ISO; L – низкие усилия резания. $l_a=11$ $iW=6,8$ $b_s=1,5$ $r_\epsilon=0,8$</p>	

Ине.	Подп. и дата	Ине.	Взам.	Подп. и дата
------	--------------	------	-------	--------------

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

15.03.05.2018.015 ПЗ

Продолжение таблицы 18

Вид обра ботк и	Маркировка РИ	Эскиз РИ	Маркировка пластины	Эскиз пластины
Токарная обработка	<p>C3-DCLNR-22040-09 С – CoromantCapto; 3 – размер соединения; D – прижим повышенной жесткости; С – форма пластины (80°); L – тип державки (95°); N – задний угол (0°); R – правое исполнение; 22 – размер f_1; 040 – длина l_1; 09 – длина режущей кромки.</p> <p>$D_{5m}=32$ $f_1=22$ $l_1=40$</p>		<p>CNMG 09 03 08 С – форма пластины (80°); N – задний угол пластины (0°); M – Допуски на s и iC/iW ($\pm 0,13$ и $\pm 0,05$); G – тип пластины</p>  <p>09 – размер пластины; 03 – толщина пластины ($s=3,18$); 08 – Радиус при вершине (08=0,8мм).</p>	

Ине.	Подп. и дата
Ине.	Подп. и дата
Ине.	Подп. и дата
Ине.	Подп. и дата
Ине.	Подп. и дата
Ине.	Подп. и дата
Ине.	Подп. и дата
Ине.	Подп. и дата
Ине.	Подп. и дата
Ине.	Подп. и дата

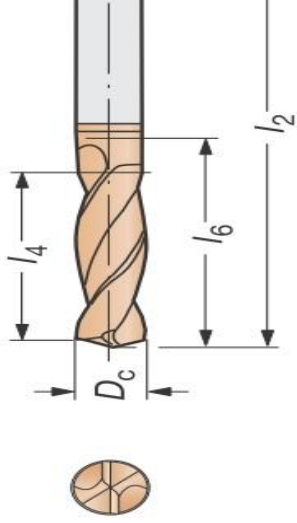
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

15.03.05.2018.015 ПЗ

Лист

55

Продолжение таблицы 18

Вид обраб отки	Маркировка РИ	Эскиз РИ
<p>Расверливание отверстий</p>	<p>R840-4800-100-A0B</p> <p>R840 – CoroDrill Delta-C; 4800 – диаметр сверла в сотых долях мм; А – цилиндрический хвостовик; 0 – без внутреннего подвода СОЖ.</p> <p>$dm_m=48l_2=150$ $l_4=100l_6=110$ $D_C=48$</p>	

Ине.	Подп. и дата	Ине.	Подп. и дата	Взам.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

15.03.05.2018.015 ПЗ

3.3. Описание работы контрольного приспособления.

Для контроля перпендикулярности торцов в размере 01 мм зависимости внутренней поверхности вилки спроектировано контрольно-измерительное приспособление.

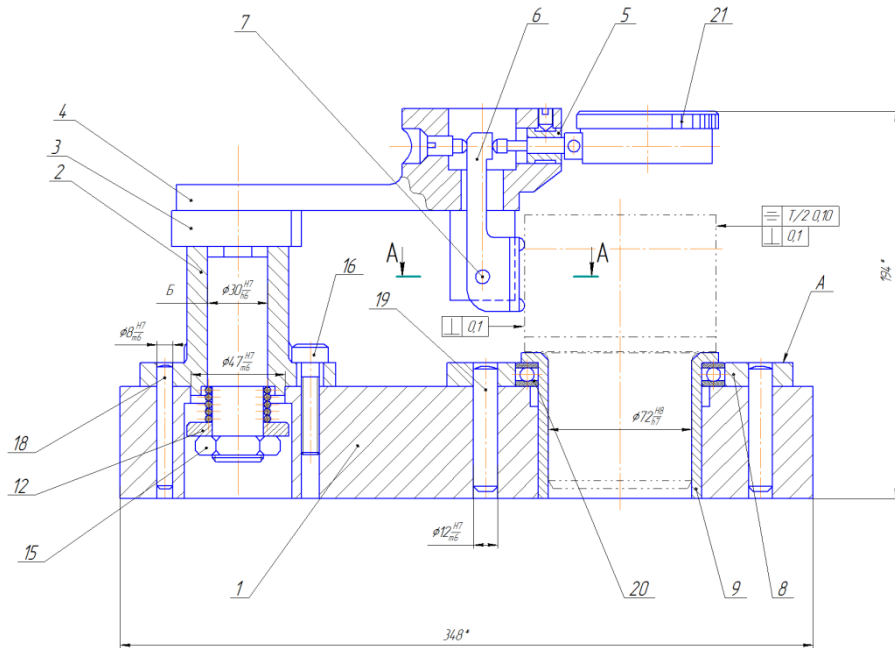


Рисунок 15 – Контрольное приспособление

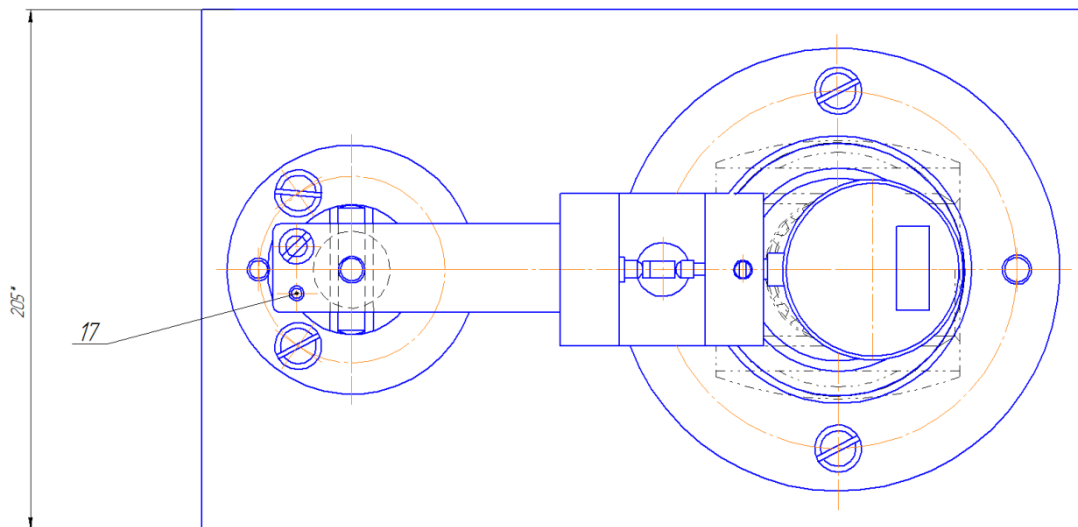


Рисунок 16 – Контрольно-измерительное приспособление (вид сверху)

Приспособление представляет собой индикаторную стойку. Деталь закрепляется во втулке по $\varnothing 72$ Н8 по скользящей посадке. Втулка, в свою

Подп. и дата
Взам.
Инв.
Подп. и дата
Инв.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

15.03.05.2018.015 ПЗ

Лист

57

очередь, установлена в кольцо через подшипник, что дает возможность детали вращаться вокруг своей оси.

Контрольные показания снимаются с индикатора посредством перемещения рычага, возникающего при вращении детали.

Заменяя рычаг на различные индикаторные вставки, возможен контроль радиального биения элементов детали.

3.3.1 Расчет контрольно-измерительного приспособления

3.3.1.1 Расчет калибра скобы для размера $\varnothing 72_{-0,12}^{-0,04}$

Согласно чертежу предельные размеры контролируемого размера $\varnothing 72_{-0,12}^{-0,04}$ равны:

Верхнее отклонение $es = -0,04\text{мм}$

Нижнее отклонение $is = -0,12\text{ мм}$

Определим предельные размеры контролируемого вала:

$$D_{\text{макс}} = D + es \quad (49)$$

$$D_{\text{макс}} = 71,96\text{мм}$$

$$D_{\text{мин}} = D + is \quad (50)$$

$$D_{\text{мин}} = 71,88\text{мм}$$

По ГОСТ 24853-81 в таблице допусков и отклонений калибров для 9 качества допусков изделий и в интервале размеров свыше 50 до 80 мм находим данные для определения размеров калибра:

$$Z_1 = 13 \text{ мкм}, N_1 = 8 \text{ мкм}, N_p = 3 \text{ мкм}, Y_1 = 0 \text{ мкм}$$

Определим предельный исполнительный размер проходной стороны калибра-скобы:

$$PR_{\text{исп}} = D_{\text{макс}} - Z_1 \pm \frac{N_1}{2} \quad (51)$$

$$PR_{\text{исп}} = 71,96 - 0,013 = 71,947 \pm 0,004 \text{мм}$$

Исполнительный размер проходной стороны калибра-скобы, который ставится на чертеже: $\varnothing 71,947^{+0,008} \text{ мм}$.

Определим предельный исполнительный размер непроходной стороны калибра-скобы:

Подп. и дата
Взам.
Ине.
Подп. и дата
Ине.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

$$HE_{исп} = D_{мин} = \pm \frac{H_1}{2} \quad (52)$$

$$HE_{исп} = 71,88 \pm 0,004 \text{ мм}$$

Исполнительный размер непроходной стороны калибра-скобы, который ставится на чертеже: $\varnothing 71,88^{+0,008}$ мм.

Определим предельный размер изношенной калибра-скобы:

$$PR_{изн} = D_{макс} = + Y_1 \quad (53)$$

$$PR_{изн} = 71,96 + 0 = 71,96 \text{ мм}$$

Определим контрольный размер проходного калибра-скобы:

$$K - PR_{исп} = D_{макс} - Z_1 \pm \frac{H_p}{2} \quad (54)$$

$$K - PR_{исп} = 71,96 - 0,013 = 71,947 \pm 0,0015 \text{ мм}$$

Определим контрольный размер непроходного калибра-скобы:

$$K - PR_{исп} = D_{мин} \pm \frac{H_p}{2} \quad (55)$$

$$K - PR_{исп} = 71,88 \pm 0,0015 \text{ мм}$$

Определим наибольший размер для контр калибра:

$$K - I_{исп} = D_{макс} - Y_1 \pm \frac{H_p}{2} \quad (56)$$

$$K - I_{изм} = 71,96 - 0 = 71,96 \pm 0,0015 \text{ мм}$$

3.3.1.2 Расчет калибра пробки для размера $\varnothing 60_0^{+0,05}$

Согласно чертежу предельные размеры контролируемого размера $\varnothing 60_0^{+0,05}$ равны:

Верхнее отклонение $es = +0,05 \text{ мм}$

Нижнее отклонение $is = 0 \text{ мм}$

Определим предельные размеры контролируемого отверстия:

$$D_{макс} = D + es \quad (57)$$

$$D_{макс} = 60,05 \text{ мм}$$

$$D_{мин} = D + is \quad (58)$$

$$D_{мин} = 60,0 \text{ мм}$$

Подп. и дата
Взам.
Ине.
Подп. и дата
Ине.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

15.03.05.2018.015 ПЗ

Лист

59

По ГОСТ 24853-81 в таблице допусков и отклонений калибров для 6 качества допусков изделий и в интервале размеров свыше 50 до 80 мм находим данные для определения размеров калибра:

$$Z = 7 \text{ мкм}, H = 5 \text{ мкм}, Y = 5 \text{ мкм}$$

Определим предельный исполнительный размер проходной стороны калибра-пробки:

$$PR_{\text{исп}} = D_{\text{мин}} + Z \pm \frac{H}{2} \quad (59)$$

$$PR_{\text{исп}} = 60 + 0,007 = 60,007 \pm 0,0025 \text{ мм}$$

Исполнительный размер проходной стороны калибра-пробки, который ставится на чертеже: $\varnothing 60,007^{+0,005} \text{ мм}$.

Определим предельный исполнительный размер непроходной стороны калибра-пробки:

$$HE_{\text{исп}} = D_{\text{макс}} \pm \frac{H}{2} \quad (60)$$

$$HE_{\text{исп}} = 60,005 \pm 0,0025 \text{ мм}$$

Исполнительный размер непроходной стороны калибра-пробки, который ставится на чертеже: $\varnothing 60,005^{+0,005} \text{ мм}$.

Определим предельный размер изношенной калибр-пробки:

$$PR_{\text{изн}} = D_{\text{макс}} - Y \quad (61)$$

$$PR_{\text{изн}} = 60,005 - 0,005 = 59,995 \text{ мм}$$

Подп. и дата
Взам.
Инв.
Подп. и дата
Инв.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

15.03.05.2018.015 ПЗ

Лист

60

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломной работе произведен анализ текущего технологического процесса, применяемого оборудования и оснастки, выделены его недостатки и внесены предложения по проектному технологическому процессу. Был разработан технологический процесс механической обработки детали, произведен анализ технологичности детали, разработана маршрутная и операционная технологии, рассчитано и спроектировано специальное приспособление, подобран современный режущий инструмент и спроектировано контрольное приспособление. В дипломной работе спроектирован специальный участок механической обработки для данной детали. Достигнуто увеличение коэффициента использования материала за счет нового способа получения заготовки; уменьшено штучное время, благодаря концентрации операций на обрабатывающих центрах с ЧПУ и автоматической смене режущего инструмента.

Ине.	Подп. и дата	Ине.	Взам.	Подп. и дата	15.03.05.2018.015 ПЗ	Лист						
							Ине.	Подп. и дата	Лист			
										Ине.	Подп. и дата	Лист
Ине.	Подп. и дата	Ине.	Взам.	Подп. и дата	15.03.05.2018.015 ПЗ	61						
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат								

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1 Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1986. – 652 с., ил.

2 Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Изд. 4-е, перераб. и доп. Кн. 1. – М.: Машиностроение, 1994. – 416 с., ил.

3 Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. Т. 2. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1999. – 559 с., ил.

4 Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 464 с., ил.

5 Гончаренко Г.Т. Чтение и детализовка сборочных чертежей. – М.: Машгиз, 2000. – 64 с., ил.

6 Гузенков П.Г. Краткий справочник к расчетам деталей машин. – М.: Высш. шк., 1964. – 324 с., ил.

7 Данилевский В.В. Справочник технолога-машиностроителя. – М.: Высш. шк., 1992. – 648 с., ил.

8 Егоров М.Е. Основы проектирования машиностроительных заводов. – М.: Машгиз, 2001. – 480 с., ил.

9 Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1993. – 277 с., ил.

10 Лакирев С.Г. Обработка отверстий: Справочник. – М.: Машиностроение, 1994. – 208 с., ил.

11 Машиностроительное черчение: Учебное пособие для вузов. Под ред. канд. техн. наук Г.П. Вяткина. – М.: Машиностроение, 2002. – 304 с., ил.

12 Справочник конструктора-инструментальщика: Под общ. ред. В.И. Баранчикова. – 2004 – 456с.

13 Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т 1: Под общ. ред. А.Г. Косиловой. – М.: Машгиз, 1997. – 660 с., ил.

14 Справочник технолога- машиностроителя. В 2-х т. Т 2: Под общ. ред. А.Н. Малова. – М.: Машгиз, 1997. – 584 с., ил.

Подп. и дата
Взам.
Ине.
Подп. и дата
Ине.

						15.03.05.2018.015 ПЗ	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат			62

