

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Технология машиностроения
(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технологический процесс изготовления корпуса наладочного приспособления

Обучающийся

В.В. Тальцев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент Д.А. Расторгуев

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

канд. экон. наук, доцент Е.Г. Смышляева

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд. физ.-мат. наук, доцент Д.А. Романов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2024

Аннотация

В данной выпускной работе представлен технологический процесс изготовления корпуса. Разработка технологии изготовления данной детали из стали 40ХН содержит все этапы проектирования, предусмотренные стандартами. Анализ данных включает анализ служебного назначения и условий работы. С учетом назначения корпуса наладочного приспособления, особенностей условий его эксплуатации в приспособлении выявлено соответствие назначенных технических требований на чертеже эксплуатационным условиям. При анализе технологичности корпуса выявились особенности его конструкции, которые приводят к дополнительным затратам на позиционирование заготовки и усложняют приспособление для обработки. Материал сталь 40ХН определяет выбранный метод получения заготовки - штамповку. Определен тип производства для 15000 деталей в год – среднесерийный. Для данной конфигурации и материала наиболее подходящей оказалась штамповка на ГКШП. С учетом требований чертежа назначены припуски и выбраны допуски штамповки. С учетом типового процесса выбраны переходы. На основе недостатков типового технологического процесса решено выбрать многооперационный станок для повышения концентрации переходов, что позволило снизить время и повысить точность за счет сокращения переустановок. Выбор технологических баз обеспечивает снижение технологических допусков путем совмещения измерительной и технологической баз. Разработка технологического маршрута базируется на типовом процессе и отличается от него сокращением времени операций за счет выбора усовершенствованной конструкции режущего инструмента – резца. Затраты на переходы определяют технологическую себестоимость, определенную в последнем разделе. Она снижается в связи с повышением производительности за счет совершенствования конструкции инструмента.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	6
1.1 Служебное назначение детали.....	6
1.2 Анализ технологичности детали	8
1.3 Формулировка задач	10
2 Технологическая часть работы	11
2.1 Выбор типа производства.....	11
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	11
2.3 Выбор методов обработки поверхностей	13
2.4 Выбор технологических баз.....	14
2.5 Технологический маршрут.....	14
2.6 Расчет припусков	15
2.7 Выбор оснащения.....	17
2.8 Проектирование технологических операций	23
3 Расчет и проектирования технологического оснащения	28
3.1 Сбор исходных данных	28
3.2 Расчет усилия зажима	29
3.3 Расчет зажимного механизма.....	31
3.4 Расчет на точность	32
3.6 Описание приспособления	33
3.7 Расчет и проектирование режущего инструмента.....	35
4 Экологичность и безопасность проекта.....	37
5 Экономическая эффективность работы	41
Список используемых источников.....	45
Приложение А Технологические карты	49
Приложение Б Спецификация приспособления	52
Приложение В Спецификация инструмента	54

Введение

Общая точность технологической операции зависит от трех ее этапов. Любая технологическая операция включает в себя три последовательных этапа. Первый заключается в размерной наладке станка при условии обеспечения точности на настроенном оборудовании. Также на этом этапе выставляются режимы резания на коробке скоростей и подач.

Второй этап связан с базированием и закреплением заготовки в станочном приспособлении станка. В зависимости от точности и надежности закрепления находится эффективность выполнения технологической операции. Смещения заготовки будут приводить к потере точности на переходе, снижению качества обработанной поверхности из-за возможных вибраций. В крайнем случае, это может привести к вырыванию заготовки под действием силы резания. Поэтому правильно разработанная схема базирования и корректная реализация этой схемы за счет выбора станочного приспособления являются одним из ответственных этапов проектирования технологического процесса.

Третьим этапом является собственно процесс обработки, в ходе которого обеспечиваются необходимые показатели по точности размеров, расположению. Станочные приспособления, которые позиционируют заготовку при выполнении обработки, должны отличаться высокой точностью изготовления и сборки, повышенной жесткостью и вибрационной устойчивостью, надежностью и быстротой работы. Последние два пункта достигается во многом использованием механизированных приводов зажима. Исключение влияния субъективного фактора в виде ручного привода зажима повышает стабильность получаемых показателей обработки. Указанная совокупность эксплуатационных показателей приспособления во многом зависит от базовой детали приспособления, к которым относится его корпус. Он является базирующим для всех узлов и деталей механизма. Его жесткость и точность направляющих поверхностей определяет точность базирования и

закрепления заготовки. Поэтому в ходе технологического процесса изготовления необходимо обеспечить комплекс технических требований, определяющих взаимную ориентацию поверхностей под установку базирующих элементов приспособления. Это достигается за счет их совместной обработке на одном станке без переустановки заготовки. Данного эффекта можно достигнуть использованием современных автоматизированных многоцелевых станков. Их применение обеспечит концентрацию технологических переходов, а самое главное - за счет отсутствия дополнительных смещений заготовки при переустановке точность относительного расположения всех обработанных на установке поверхностей. Погрешность ориентации этих поверхностей будет определяться не точностью станка, которая в случае станка с ЧПУ может составлять не более 5 микрон.

«Целью работы является проектирование технологического процесса изготовления корпуса наладочного приспособления, которое используются в условиях серийного производства» [12]. Критерием эффективности спроектированного процесса являются более высокие экономические показатели по сравнению с базовой технологией. Это достигается путем совершенствования технологического процесса изготовления корпуса.

1 Анализ исходных данных

1.1 Служебное назначение детали

Корпус наладочного приспособления является базовой деталью. «Он служит для установки приспособления на станок и закрепление на нем, а также для относительного позиционирования деталей и узлов данного станочного приспособления между собой» [17].

Само приспособление базируется на шпиндель станка по установочному фланцу. Для этого у него есть базирующее отверстие небольшой длины. Для угловой фиксации служат ступенчатые отверстия.

По центру расположено направляющее отверстие для крепления крышки приспособления. По периметру находятся отверстия для прохождения направляющих, которые используются для фиксации заготовки.

Общий вид корпуса приведен на рисунке 1.

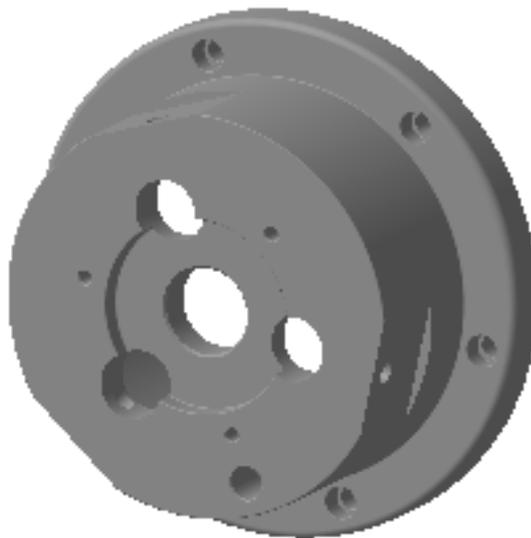


Рисунок 1 – Трех мерный вид корпуса наладочного приспособления

Система ступенчатых отверстий используется для точного позиционирования присоединяемой крышки на шпинделе станка, а набор радиальных резьбовых отверстий служит для фиксации направляющих в необходимом положении.

Приспособление работает в условиях значительных статических и динамических нагрузок, которые передаются через заготовку, установочные зажимные элементы приспособления на корпус. При этом он должен обеспечивать высокую жесткость для исключения деформации при обработке. Работает в условиях действия охлаждающей жидкости, стружки. Для исключения попадания грязи внутрь механизма должна быть обеспечена герметичность, которая достигается правильным выбором посадок для сопрягаемых поверхностей.

Схема обозначения поверхностей приведена на рисунке 2.

По назначению поверхности корпуса делятся на функциональные и свободные. Первые предназначены для выполнения какой-либо эксплуатационной задачи данной детали. Для обеспечения положения корпуса на станке используются отверстия 7, базовый торец 6, система крепежных отверстий под установочные винты 12, 13. Это будут основные конструкторские базы.

Для обеспечения положения присоединяемых деталей используется набор отверстий в верхней части корпуса. Это резьбовое отверстие 4, гладкие направляющие отверстия 17, отверстия под штифты 15 и 14, установочное отверстие 5 и система резьбовых радиальных отверстий 19.

Свое служебное назначение корпус выполняет тем же самым набором поверхностей. Поэтому они будут иметь двойную функцию, являясь вспомогательными конструкторскими базами и исполнительными поверхностями.

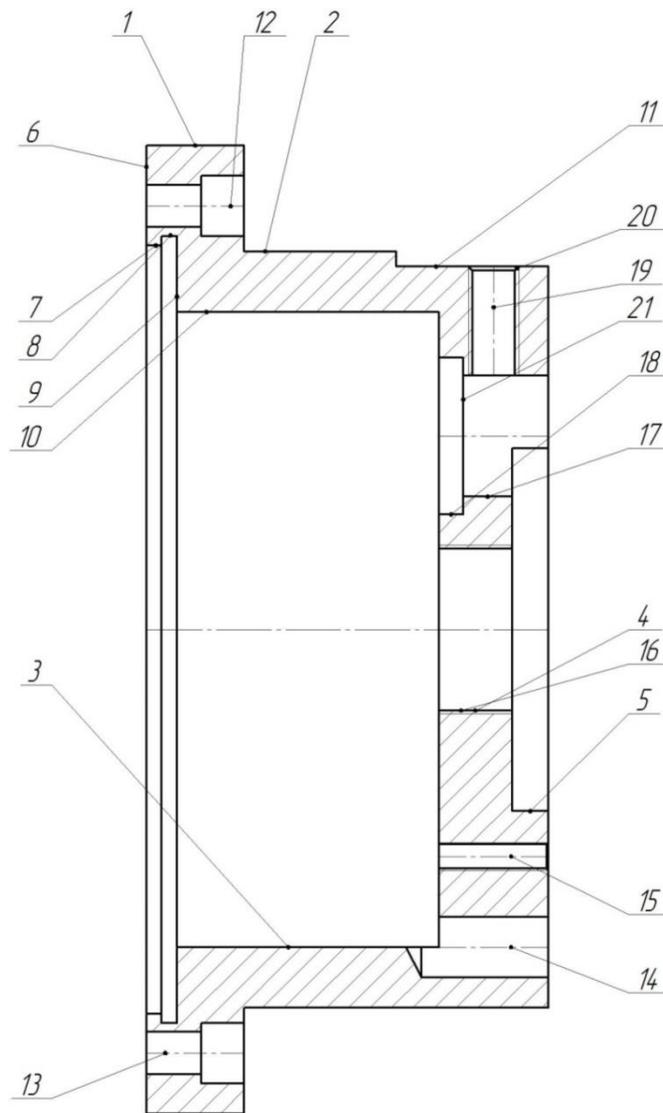


Рисунок 2 - Нумерация поверхностей

Все остальные поверхности, включая лыски 11, являются свободными. Соответствующие технические требования представлены на рабочем чертеже этой детали.

1.2 Анализ технологичности детали

Материал втулки сталь 40ХН (таблица 1) является низколегированной сталью. Содержание углерода обеспечивает высокие прочностные свойства по статическим нагрузкам, но хуже воспринимаются динамические нагрузки.

Таблица 1 - Химический состав стали, %

Углерод	Фосфор	Хром	Никель	Кремний	Сера
0,39-0,42	0-0,04	0,9-1,1	0,7-0,9	0,2-0,52	0-0,045

Механические характеристики стали 40ХН обеспечивают нормальную работу корпуса. Материал не дефицитный. Термообработка стандартная.

По своей конфигурации корпус является деталью типа диск фланцевой формы. Он имеет значительно более развитый диаметральный размер, чем линейный в осевом направлении. Поэтому необходимо рассматривать базовую технологию именно такой детали.

Установка предполагается в патроне. С учетом соотношения размеров возможно закрепление по наружной и внутренней поверхностям корпуса.

Деталь в целом симметричная. Поэтому можно обрабатывать по контуру на токарном оборудовании с вращением заготовки. Систему точных отверстий, расположение которых определяется относительно друг друга, необходимо выполнять или на сверлильном или на многооперационном станке. Последний вариант является предпочтительным, так как при обработке необходимо будет использовать большое количество разнообразных инструментов.

Доступ к обрабатываемым поверхностям обеспечивается как для инструмента, так и для контрольно-измерительных средств.

Конфигурация достаточно простая и поэтому можно использовать стандартное оборудование и оснащение. Все конструктивные элементы унифицированы и стандартизированы, что снижает затраты на режущий инструмент.

Конструктивными элементами, которые вносят дополнительные трудности в обработку, являются три лыски и получаемые на них резьбовые отверстия. Три поверхности необходимо выполнить строго под углом 120°,

при этом они точно расположены в угловом отношении относительно отверстий в передней плоскости корпуса. Это потребует определенных технологических решений с точки зрения базирования и закрепления детали на операции по их обработке. Заготовка исходная для данного корпуса может быть получена различными способами. Можно использовать прокат, отливку или штамповку. Отливка для данного материала может применяться, но в связи с невысокими литейными свойствами более предпочтительным является метод получения заготовки давлением. Заготовка будет также простая по конфигурации. Ее можно считать технологичной при условии, что на заготовительном этапе будет сформирована внутренняя полость. В противном случае, необходимо будет удалять в стружку большой объем материала.

По совокупности показателей корпус наладочного приспособления является деталью со средней технологичностью. Особое внимание обратим на обработку систем направляющих и крепежных отверстий.

1.3 Формулировка задач

«Задачи работы следующие:

- необходимо определить тип производства;
- выбрать метод получения заготовки, рассчитать припуски и спроектировать заготовку;
- разработать технологический маршрут, выбрать схемы базирования заготовки;
- выбрать средства технологического оснащения;
- разработать технологические операции;
- обеспечить охрану труда;
- обосновать усовершенствования технологии» [12].

Выводы по разделу

В первом разделе выполнен анализ исходных данных и сформулированы цель и задачи работы.

2 Технологическая часть работы

2.1 Выбор типа производства

Тип производства, с учетом массы корпуса патрона, для объема выпуска 15000 деталей в год является среднесерийным.

Это значит, что производственный участок для обработки этой детали будет соответствовать типовому техпроцессу изготовления детали типа диск, так как форма организации в серийном производстве является переменнопоточной. Это требует расстановки технологического оборудования в порядке выполнения технологического процесса изготовления деталей, для которых данный производственный участок предназначен.

«Оборудование универсальное, в основном система ЧПУ. Это необходимо для быстрой переналадки станков на обработку деталей другого типа. За счет концентрации переходов возможно сокращение непроизводственных затрат на транспортировку заготовок между операциями. Оснащение, включая режущий инструмент, универсальное и стандартизированное» [5].

В конструкторском разделе будет рассмотрено возможность совершенствования инструмента для сокращения основного и штучного времени.

Методика расчета стандартная, выполняется в соответствии с методическими указаниями, стандартами и справочниками. Подходы в расчетах включают аналитический и табличный способы.

2.2 Выбор метода получения заготовки

Так как корпус по форме простой, материал сталь 40ХН для серийного производства можно применить или литье или штамповку.

«Критерием выбора является сравнение себестоимостей заготовок, которые считаются по формуле:

$$S_{загi} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q_i \cdot k_{Ti} \cdot k_{ci} \cdot k_{Bi} \cdot k_{ni} \cdot k_{Mi} \right) - (Q_i - g) \cdot \frac{S_{омхi}}{1000}, \quad (1)$$

где C_i - базовая стоимость 1 т заготовок, руб.;

i – индексы операции: 1 – для литья, 2 – для штамповки;

k_T, k_c, k_B, k_n, k_M - коэффициенты, зависящие от класса точности,

группы сложности, массы, объема производства;

Q – масса заготовки, кг;

g - масса детали, кг;

$S_{омх}$ - цена 1 т отходов руб» [2].

Определяем массы заготовок приблизительно по коэффициенту использования материалов для литья 5,3 кг, для штамповки 5,6 кг (рисунок 3).

Подставив данные для отливки по ГОСТ 26645-85 и штамповки по ГОСТ 7505-89 соответственно, найдем коэффициенты [3]:

$$k_{T1} = 1,05; k_{c1} = 0,83; k_{B1} = 0,93; k_{M1} = 1,22; k_{n1} = 1;$$

$$k_{T2} = 1; k_{c2} = 1; k_{B2} = 0,87; k_{M2} = 1; k_{n2} = 1.$$

Тогда

$$S_{заг1} = \left(\frac{900}{1000} \cdot 5,6 \cdot 1,05 \cdot 0,83 \cdot 0,93 \cdot 1,22 \cdot 1 \right) - (5,6 - 3,3) \cdot \frac{56,5}{1000} = 4,85 \text{ руб.}$$

$$S_{заг2} = \left(\frac{760}{1000} \cdot 5,3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,87 \cdot 1 \cdot 1 \right) - (5,3 - 3,3) \cdot \frac{56,5}{1000} = 3,39 \text{ руб.}$$

По затратам выбираем заготовку корпуса наладочного приспособления из штамповки.

2.3 Выбор методов обработки поверхностей

Из-за требований условий эксплуатации и соответствующей твердости необходимо использовать термообработку. После лезвийного этапа вводим закалку с низким отпуском [4].

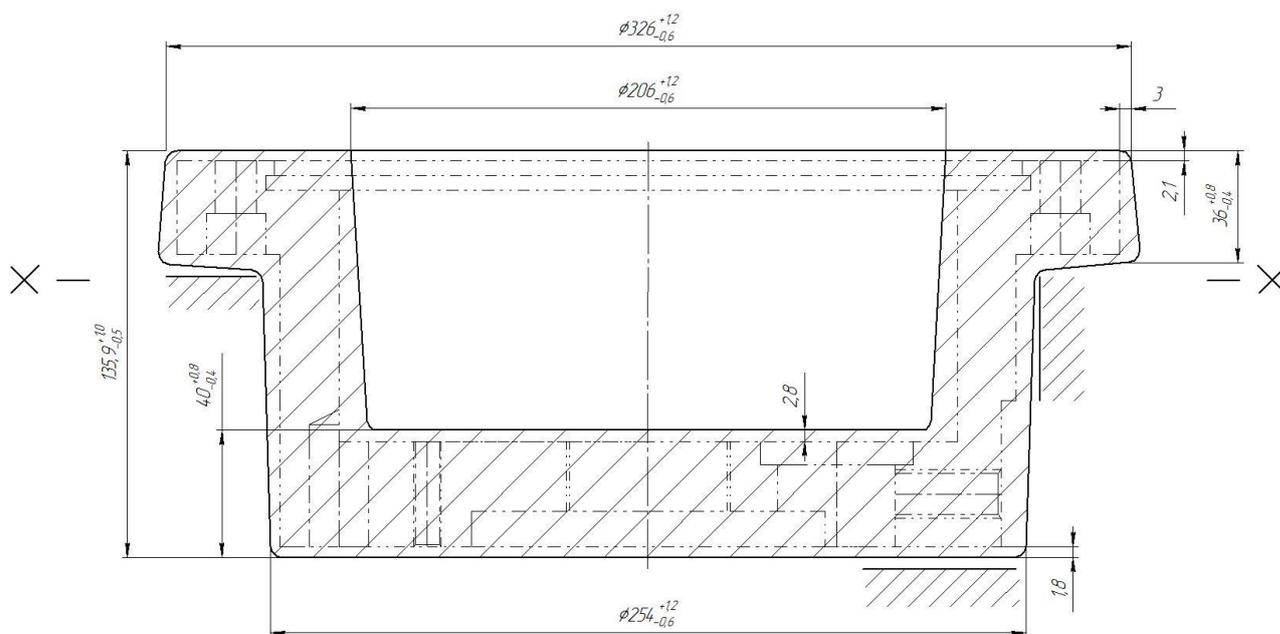


Рисунок 3 – Заготовка корпуса наладочного приспособления

Заготовка корпуса наладочного приспособления получается штамповкой на прессе. Для очистки применим пескоструйную обработку, поэтому сама заготовка будет чистой, очищенная от окалины.

В характеристиках штамповки вводится ограничение на смещение штампа 0,8 мм, и на облой не более 0,6 мм.

Группы поверхностей заготовки: цилиндрические точные наружные и отверстия. Последние будут большого диаметра – посадочное для корпуса и направляющие отверстия для штоков. Торец точный под установку один.

Используем для большого отверстия растачивание черновое, чистовое. После него выполняется точение канавки. Термообработка – закалка с отпуском. После этого проводится тонкое растачивание базового отверстия.

«Обработка отверстия сопровождается каждый раз обработкой прилегающего торца» [10].

«Для направляющих отверстий используется сверление, зенкерование, развертывание и окончательным переходом термообработка» [18].

Для резьбовых отверстий после сверления, рассверливания выполняется нарезание резьбы.

Для лысок используется фрезерование концевыми фрезами последовательно с поворотом заготовки на 120°.

Для ступенчатых отверстий используем после сверления переход цекование [11].

Предусматривается моечная и контрольная операции.

2.4 Выбор технологических баз

Для базирования используются попеременно отверстие со стороны фланца с прилегающим большим торцом и наружная цилиндрическая поверхность с передней плоской поверхностью [10].

Тип базирования получается как для диска – установочная по плоскости и двойная опорная база по цилиндрической поверхности.

2.5 Технологический маршрут

При разработке технологического маршрута учитываем типовой техпроцесс, как базовый [9].

После заготовительной операции обработка ведется на вертикальном токарном центре KVT 60. Обработка отверстий и лысок на обрабатывающем центре VDLS-850 H-CNC. После термообработки выполняется тонкое растачивание базового отверстия с подрезкой торца.

Точность по операциям равна для 005 токарной 11 и 9 квалитет и шероховатостью 6,3 мкм и 2,5 мкм для черновой и чистовой обработки.

Для многоцелевой операции точность доходит до 6 квалитета и шероховатость 1,25 мкм [8].

Тонкая обработка отверстия после закалки обеспечит 7 квалитет и шероховатость 1,25 мкм.

Отверстия обрабатываем на многоцелевом станке VDLS-850 H-CNC. Отверстие базовое окончательно на внутришлифовальном станке 3K229B.

2.6 Расчет припусков

Аналитический расчет выполняется для посадочного отверстия диаметром 254 мм. Допуск равен 0,052 мм.

Погрешность установки заготовки корпуса в патроне последовательно уменьшается по переходам с 0,2 мм. Далее до 0,05 мм и окончательно до 0,007 мм.

«Величина припуска для поверхности тела вращения рассчитывается по формуле:

$$2 \cdot Z_{min} = 2 (R_z \cdot T + (\rho_o^2 + \varepsilon_y^2)0,5), \quad (2)$$

где R_z – высота микронеровностей поверхности, оставшихся при выполнении предшествующего технологического перехода, мкм;

T – глубина дефектного слоя, оставшихся при выполнении предшествующего технологического перехода, мкм;

ρ_o – суммарные отклонения расположения, возникающие на предшествующем технологическом переходе, мкм;

ε_y – величина погрешностей установки заготовки при выполняемом технологическом переходе, мкм» [18].

«Для штамповки массой от 4,0 до 10,0 кг, - $R_z = 200$ мкм, $T = 200$ мкм» [13].

«Суммарные отклонения расположения:

$$\rho_o = \sqrt{\rho_{o.m.}^2 + \rho_{деф}^2}, \quad (3)$$

где $\rho_{o.m.}$ – величина смещения штампа, мкм.

$\rho_{деф}$ – величина коробления заготовки, мм» [16].

Учитываем смещение штампа 0,8 мм. Для черновой обработки размер равен 253,57 мм с допуском 0,25 мм.

Для полукривой обработки растачиванием размер 253,57 мм с допуском 0,12 мм. Для чистовой обработки 253,9 мм с допуском 0,08 мм.

Окончательная внутришлифовальная обработка 254 мм с конструкторским допуском 0,054 мм.

На остальные поверхности припуски и допуски назначаем таблично [11]. «Класс точности размеров Т4, степень сложности С1 и группа материала М2. В таблице 2 допуски и по первому ряду припусков величины припусков» [13].

Таблица 2 - Припуски и допуски на обработку

Размер, мм	Допуск, мм	Припуск, мм
Диаметр 320	+1,2 -0,6	3,0/6,0
Диаметр 250	+1,2 -0,6	2,0/4,0
Диаметр 210	+1,2 -0,6	2,0/4,0
Длина 132	+1,0 -0,5	2,0/4,0
Диаметр 52	+0,8 -0,4	2,0/4,0
Длина 32	+0,8 -0,4	2,0/4,0

Остальные технические требования по ГОСТ 7505-89. Представлены на чертеже штамповки.

2.7 Выбор оснащения

Для токарной операции используем вертикальный токарный станок с ЧПУ KVT 60 (рисунок 4). Он имеет компактные размеры. Обороты от 50 до 2000 об/мин. Повторяемость системы ЧПУ 0,008 мм. Мощность 18,5 кВт.



Рисунок 4 – Станок вертикальный токарный станок с ЧПУ KVT 60

Он оснащен 8-ми позиционной головкой револьверной головкой (рисунок 5).

Также станок оснащается системой очистки смазки (рисунок 7), термостабилизации.

На станках используется патрон трех кулачковый самоцентрирующий рычажный ГОСТ 2675-80.

Отверстие обрабатываем сборным сверлом со смещенными пластинами T5K10 диаметром 48 мм. Инструмент для токарных переходов резец подрезной ГОСТ 18877-73 с сечением державки 25x25 мм, углом в плане 93°, материалом T5K10.

Для растачивания используется резец расточный ГОСТ 18877-73 с сечением державки 25x25 мм, углом в плане 93°, материалом Т5К10.

Для многооперационной используется станок вертикальный фрезерный обрабатывающий центр серии VDLS-850 H-CNC (рисунок 7). Он имеет габариты по длине 2496 мм и ширине 2530 мм. Обороты до 12000 об/мин. Мощность 15 кВт.

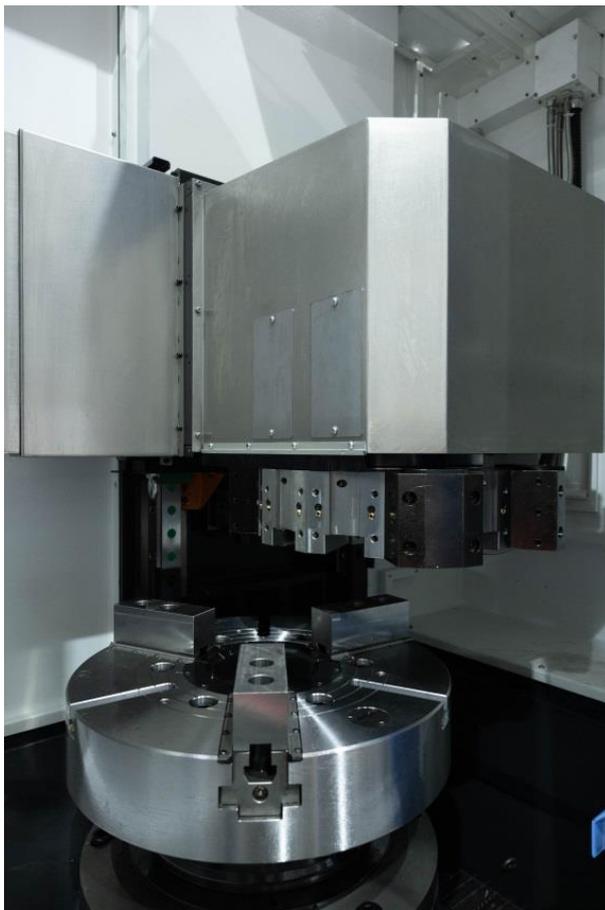


Рисунок 5 – Револьверная головка токарного станка с ЧПУ KVT 60



Рисунок 6 – Система смазки



Рисунок 7 – Станок обрабатывающий центр серии VDLS-850 H-CNC

«В стандартной комплектации установлена 24-х позиционная система смены инструмента (рисунок 8), которая обеспечивает смену инструмента за 2-2,5 секунды. Перед сменой инструмента в принудительном порядке производится обдув конуса шпинделя» [25].

«Автоматическая импульсная система смазки обеспечивает централизованную своевременную смазку по основным движущимся элементам – направляющим и ШВП, что сокращает их износ в разы.

Станок оснащен системой подачи СОЖ (рисунок 9). На станке установлены три сопла, которые обеспечивают подачу СОЖ непосредственно в зону резания с разных сторон» [24].

«Полностью закрытая рабочая зона станка с защитными телескопическими кожухами по осям X/Y/Z обеспечивает надежность и защиту от протекания СОЖ (рисунок 10)» [26].

Схема переходов на станке показана на рисунке 11.



Рисунок 8 – 24-х позиционная система смены инструмента



Рисунок 9 – Система подачи СОЖ

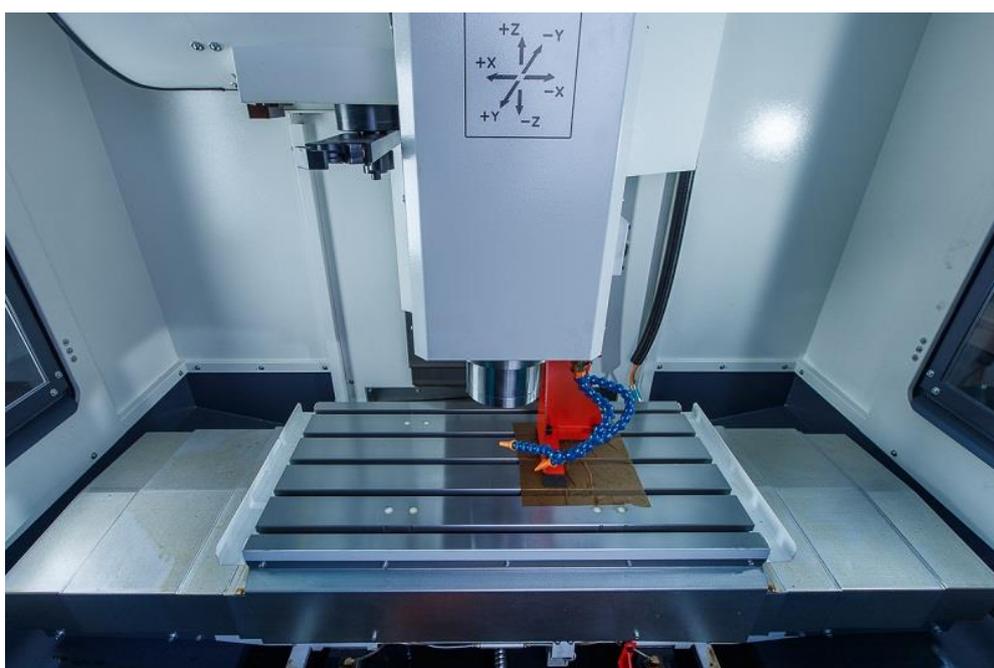


Рисунок 10 – Автоматическая импульсная система смазки



Рисунок 11 – Схема переходов на станке

Инструментальное обеспечение для обрабатывающего центра следующее.

Для фрезерования лысок специальная концевая фреза с винтовыми пластинами диаметром 30 мм. Обработка отверстий ведется следующим инструментом: «сверло спиральное диаметром 9,8 ГОСТ 4010-77, зенкер диаметром 10 ГОСТ 12489-71, развертка диаметром 10 ГОСТ 1672-80, метчик машинный М10-Н6 ОСТ 2-452-1-74, сверло спиральное диаметром 9,8 ГОСТ 4010-77, сверло спиральное диаметром 12 ГОСТ 4010-77, зенкер диаметром 10 ГОСТ 12489-71, развертка диаметром 10 ГОСТ 1672-80, метчик машинный М10-Н6 ОСТ 2-452-1-74, сверло спиральное диаметром 11,8 ГОСТ 4010-77, сверло спиральное диаметром 14 ГОСТ 4010-77, метчик М12-Н6 ОСТ 2-452-1-74» [18].

Инструментальный материал для всей оснастки быстрорежущий сплав Р6М5.

Выбор средств контроля определяется серийным типом производства, видом поверхностей. Универсальные измерительные средства : штангенциркуль ШЦ-125-Т-0,05 ГОСТ 166-80, образцы шероховатости ГОСТ

9378-75, штангенциркуль ШЦ-150-Т-0,05 ГОСТ 166-80, шаблоны фасочные, образцы шероховатости ГОСТ 9378-75, микрометр дуговой МК-150-0,01 ГОСТ 6507-78, микрометрический нутрометр НМ-75-0,01 ГОСТ 10-75., калибр – пробка ГОСТ 14810-69, резьбовые шаблоны М10-БН, М12-6Н, штангенциркуль ШЦ-125-Т-0,05 ГОСТ 166-80, микрометрический глубиномер ГМ-50-0,01 ГОСТ 7470-67.

На шлифовании используется круг ПП200х63х120 37АФ40 N 1 7V.

2.8 Проектирование технологических операций

Структура токарной 005 операции состоит из двух последовательных установов.

Установ А на котором выполняются черновое точение по установочному фланцу, сверление отверстия и растачивание главного отверстия; точение внутренней плоской поверхности; расточка базового отверстия и проточки под выход инструмента; растачивание чистовое отверстия. Установ Б: те же переходы, а также точение чистовое плоских поверхностей; расточка ступенчатого отверстия.

Схема переходов по обработке подробнее представлены в технологическом маршруте в приложении А в таблице А.1 и на листе графической части в наладке.

«Подача черновая и для наружной обработки и по растачиванию принимается 0,3 мм/об, а чистовая 0,15 мм/об. Находим значение скорости резания:

$$v = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot s^y}} \cdot K_v, \quad (4)$$

где C_v, x, y, m - показатели степени и коэффициент» [20].

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv}, \quad (5)$$

«где

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v}, \quad (6)$$

где σ_B - предел прочности, данной стали, МПа.

K_r – коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости.

n_v – показатель степени» [17].

$$K_{MV} = \left(\frac{190}{120}\right)^{1,25} = 1,78.$$

«Остальные коэффициенты K_{nv} при черновой обработке 0,8, а при чистовой 1; K_{iv} при черновой 1, а при чистовой 0,83; $C_v = 292$, $x = 0,15$, $y = 0,20$, $m = 0,20$ » [16].

После расчета получается черновая скорость $v_1 = 137$ мм/мин и чистовая скорость $v_2 = 174$ мм/мин.

«Найдем силу резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot v^n \cdot K_p, \text{ Н} \quad (7)$$

где $C_p = 92$, $x = 1$, $y = 0,75$, $n = 0$ – коэффициенты и показатели степени;

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (8)$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n, \quad (9)$$

где $K_{\varphi p} = 1$, $K_{\gamma p} = 1,1$, $K_{\lambda p} = 1$, $K_{rp} = 1$ » [19].

$$K_{mp} = \left(\frac{120}{190}\right)^{0,4} = 0,832.$$

Для черновой и чистовой обработки $P_{z1} = 856$ Н и $P_{z2} = 270$ Н.

«Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт.} \quad (10)$$

После подстановки значений соответствующие значения $N_1 = 1,9$ кВт и $N_2 = 0,75$ кВт» [14].

«Определение операционного времени:

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{тех} + T_{орг} + T_{отд}, \quad (11)$$

где T_o - основное время, мин;

T_v - вспомогательное время, мин;

$T_{тех}$ - время обслуживания, мин;

$T_{орг}$ - время организационного обслуживания, мин;

$T_{отд}$ - время на перерыв и отдых, мин» [14].

«Вспомогательное время:

$$T_v = T_{ус} + T_{зо} + T_{уп} + T_{из}, \quad (12)$$

где $T_{ус}$ - время на установку и снятие детали, мин;

$T_{зо}$ - время на закрепление и открепление корпуса наладочного приспособления, мин;

$T_{уп}$ - время на приемы управления, мин;

$T_{из}$ - время на измерение, мин» [16].

«Время установки и снятия с учетом размеров и массы составит 0,15 мин.

Время управления станком составит 0,08 мин, но так как используется последовательно семь инструментов. Умножаем получившиеся значение на 7 и получаем $T_{уп} = 0,24$ мин» [11].

Измерение проводим для наружной поверхности, длины фланца и диаметра базовой поверхности. Для каждого из замеров $T_{из}$ установ А

составит 0,08 мин, для установка Б 0,16 мин и для установка В 0,17 мин.
Суммарно $T_B = 1,62$ мин.

Операция 005 токарная, установки А и Б.

«Находим основное время:

$$T_o = T_{\text{черн}} + T_{\text{чист}} \quad (13)$$

$$T_i = \frac{l_{\text{р.х.}}}{s_o \cdot n}, \quad (14)$$

Длина переходов складывается из длины обрабатываемых поверхностей при продольной подаче и при подрезке торца.

$$T_{\text{черн}} = \frac{132+150+150}{0,3 \cdot 136} + \frac{85}{0,3 \cdot 210} = 11,9 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{чист}} = \frac{132+150+150}{0,15 \cdot 173} + \frac{85}{0,15 \cdot 266} = 18,8 \text{ мин.}$$

Суммарное время $T_o = 30,7$ мин.

«Оперативное время по первой операции:

$$T_{\text{оп}} = T_B + T_o \text{ мин.} \quad (15)$$

$T_{\text{оп}} = 32,32$ мин.

Время обслуживания:

$$T_{\text{тех}} = \frac{T_{\text{оп}} \cdot t_{\text{см}}}{240}, \quad (16)$$

Организационное время:

$$T_{\text{орг}} = \frac{T_{\text{оп}} \cdot 2}{100} \text{ мин} \quad (17)$$

Перерыв и отдых:

$$T_{\text{отд}} = \frac{T_{\text{оп}} \cdot 6}{100} \text{ мин.} \quad (18)$$

Для 010 многооперационной режимы резания и нормы времени сведены в таблице А.1 и таблице А.2 приложения А.

Окончательно принимаем $T_{\text{тех}} = 0,08$ мин, $T_{\text{оп}} = 32,32$ мин, $T_{\text{орг}} = 0,64$ мин, $T_{\text{отд}} = 1,9$ мин. Суммарное время составит

$$T_{\text{шт}} = 32,32 + 0,08 + 0,64 + 1,9 = 34,9 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт-к}} = 34,9 + 40/708 = 35 \text{ мин.}$$

Средства контроля для данной операции выбираем аналогично токарной операции из [6].

Выводы по разделу

В разделе приведен выбор и проектирование штамповки корпуса, выполнено проектирование технологического процесса

3 Расчет и проектирования технологического оснащения

3.1 Сбор исходных данных

Для проведения обработки на токарной операции необходимо выполнить базирование и фиксацию заготовки корпуса наладочного приспособления. На данной операции выполняются черновые технологические переходы, в том числе по наружному контуру. С учетом значительных силовых нагрузок, так как глубина резания составляет полтора миллиметра на сторону при подаче 0,3 мм наоборот при диаметре 320 мм возникает значительный крутящий момент.

Выполним проектирование приспособления для токарной операции. Операционный эскиз показан на рисунке 12.

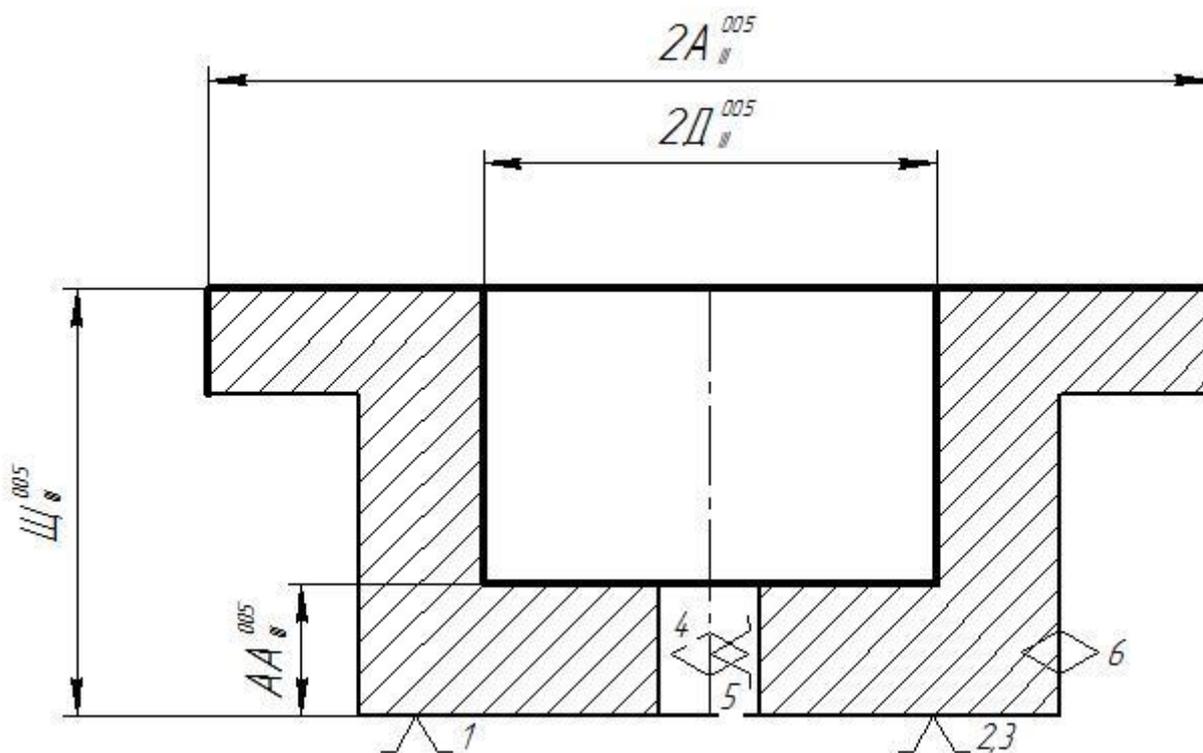


Рисунок 12 – Операционный эскиз

Все данные по операции в разделе 2.

3.2 Расчет усилия зажима

Для расчета усилия зажима схема на рисунке 13.

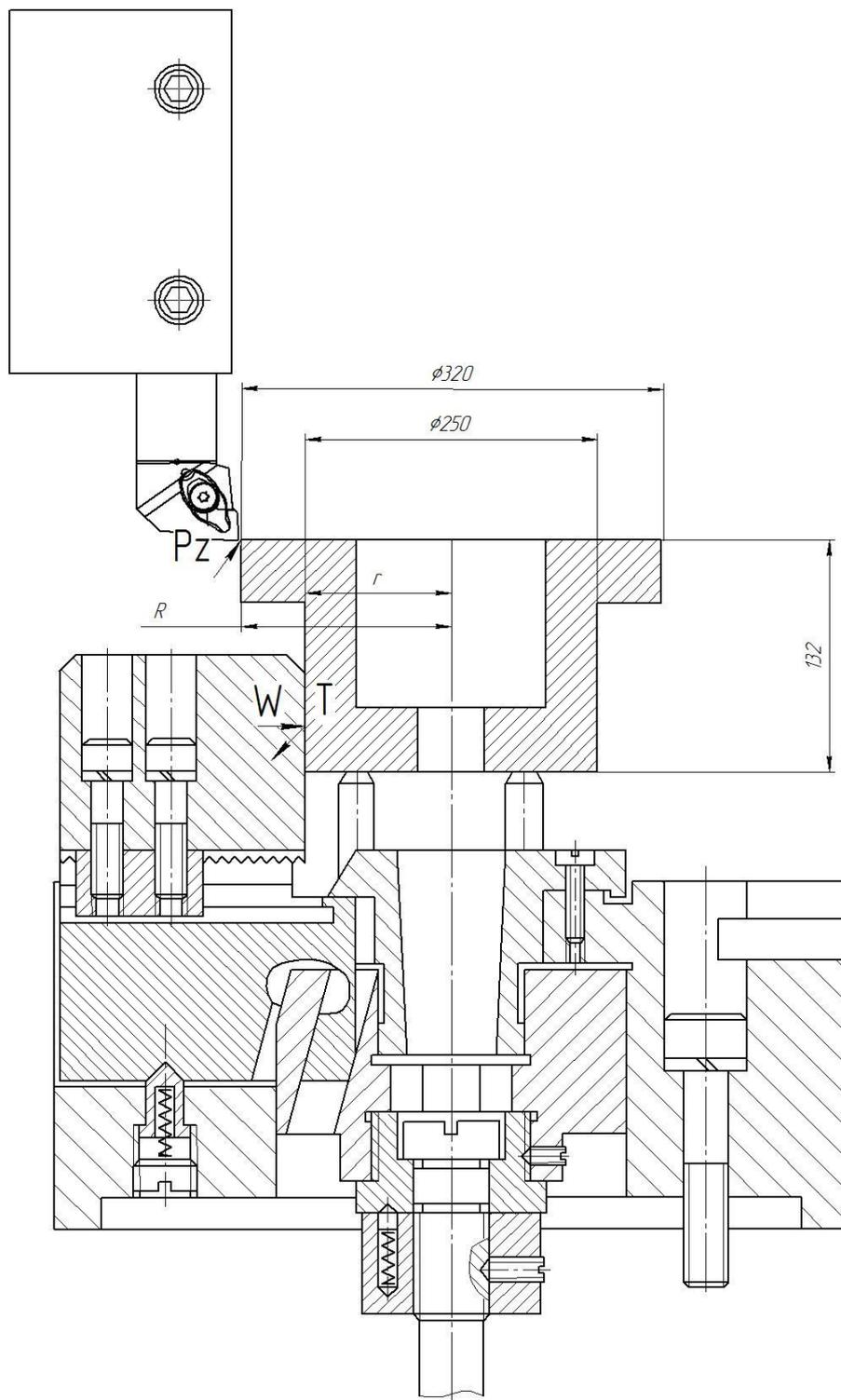


Рисунок 13 - Схема закрепления заготовки

Возникает задача по обоснованному выбору конструкции патрона, которая обеспечила бы необходимую силу зажима заготовки. Для этого определяем силовые нагрузки в виде тангенциальной составляющей силы резания. Технологический переход - обтачивать начерно с усилием $P_{z_1} = 856 \text{ Н}$. Эта сила стремится повернуть заготовку корпуса в кулачках зажимного приспособления. Сила трения стремится противодействовать этому моменту.

Для закрепления используем патрон с тремя кулачками.

Чтобы вывести минимально необходимую силу зажима W составляем уравнение статического равновесия, где для обеспечения безопасности введен коэффициент безопасности.

$$K \cdot M_{кр} = M_{тр} , \quad (19)$$

где

$$M_{сп} = 3T_1 d_1 = 3fW_1 d_1 . \quad (20)$$

«Коэффициент

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 \quad (21)$$

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

$K_1 = 1,2$ - коэффициент, учитывающий увеличение момента резания из-за неравномерности припуска;

$K_2 = 1,2$ - коэффициент, учитывающий износ инструмента при черновой обработке;

$K_3 = 1,3$ - коэффициент, учитывающий прерывистость резания» [15].

«Для расчета коэффициента учитывается характер обработки, износ режущего инструмента, состояние обрабатываемой поверхности, тип зажимного механизма» [14].

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 2,81$$

Выражая из (21) усилие зажима, получаем:

$$W_1 = \frac{K \cdot M_{KP}}{3f \cdot d_1} \quad (22)$$

Подставляя найденные значения в (20), находим силу закрепления заготовки одним кулачком патрона

$$W_1 = \frac{2,81 \cdot 141}{3 \cdot 0,15 \cdot 0,254} = 3472H$$

После подстановки всех составляющих получаем силу закрепления, которую необходимо увеличить из-за потерь на трение кулачков в корпусе патрона. Это составляющая определяется размерами кулачков и характером посадки.

3.3 Расчет зажимного механизма

Тип зажимного механизма патрона принимаем клиновой. «С учетом конструктивных параметров угла наклона клина передаточное отношение приведет к снижению необходимого усилия Q на приводе по отношению к расчетному

$$Q = W \frac{\operatorname{tg}(\alpha_1 + \varphi_1) + \operatorname{tg} \cdot \varphi_2}{1 - \operatorname{tg}(\alpha_1 + \varphi_1) \operatorname{tg} \cdot \varphi_3}, \quad (23)$$

где $\alpha_1 = 10^\circ$ - угол наклона клина;

φ_1 - угол трения на наклонной плоскости клина;

φ_2 - угол трения на горизонтальной плоскости;

φ_3 - угол трения в направляющей плунжера» [13].

$$\varphi_i = \operatorname{arctg} f_i, \quad (24)$$

где f – коэффициент трения на соответствующей плоскости [21].

При $f_1 = f_2 = f_3 = 0,1$ углы трения все одинаковые $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3 = 5^\circ 42'$.

Подставляя данные в (22), получаем

$$Q = 3472 \cdot \frac{\operatorname{tg}(10^\circ + 5^\circ 42') + \operatorname{tg} 5^\circ 42'}{1 - \operatorname{tg}(10^\circ + 5^\circ 42') \operatorname{tg} 5^\circ 42'} = 976 \text{ Н}.$$

Для создания силы закрепления используется исходная сила, создаваемая приводом зажима. Она передается через тягу, которая проходит через шпиндель станка. Для того, чтобы привод не мешался в рабочей зоне, привод в виде муфты установлен на выходной конец шпинделя [22]. После подстановки рабочего давления среды и учета потери на трение получаем размер поршня

$$D_{II} = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P_B}}, \quad (25)$$

где Q – исходное усилие на штоке;

P_B – давление воздуха.

$$D_{II} = 1,13 \sqrt{\frac{976}{0,4}} = 55 \text{ мм}.$$

Принимаем $D_{II} = 80 \text{ мм}$.

3.4 Расчет на точность

«Погрешность приспособления находят как

$$\varepsilon_{np} \leq T - K_T \sqrt{(K_{T1} \cdot \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_4^2 + \varepsilon_{н.ч.}^2 + (K_{T2} \omega)^2}, \quad (26)$$

где $T=0,25$ мм – допуск на операционный размер;

$K_T=1$ – коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения;

$K_{T1} = 0,8$ - коэффициент, учитывающий уменьшение погрешности базирования при работе на настроенных станках;

ε_{δ} - погрешность базирования в направлении операционного размера ($\varepsilon_{\delta} = 0$, так как измерительная база используется в качестве технологической);

ε_{γ} - погрешность закрепления в направлении операционного размера;

ε_{γ} - погрешность установки приспособления на рабочем органе станка;

K_{T2} - коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от приспособления, равный 0,6;

ω - экономическая точность точения, что для 12 качества составит 0,12 мм» [15].

Точность складывается из величины зазоров в сопряжении Т - образного клина, а также неточности изготовления направляющих кулачков? а также базирующих элементов для сменных кулачков [23].

Суммарная погрешность установки не должна превышать трети допуска на точность обрабатываемых поверхностей. Для чистовой обработки она составит 0,08 мм. Это составляет для допустимой погрешности 0,026 мм.

Если учесть в размерной цепи, которая приводит к формированию погрешности центрирования пять составляющих звеньев, то на каждую придется около 5 мкм.

3.6 Описание приспособления

Приспособление предназначено для базирования и закрепления корпуса наладочного приспособления при точении, сверлении и растачивании отверстий на вертикальном токарном станке [24].

Приспособление состоит из корпуса 7, внутри которого перемещается клин 8. Он при помощи резьбовой втулки 11 через резьбовую поверхность соединяется со штоком 6. При двух сторонней фиксации штока гайкой 9 происходит силовое замыкание. При этом гайка 9 ориентируется в угловом направлении относительно резьбовой втулки 11 при помощи подпружиненного фиксатора 33 и окончательно закрепляется на штоке 6 при помощи радиального винта 25. В сопряжение с клином 8 входит постоянный кулачок 13. В радиальном направлении он фиксируется при помощи поджимного пальца 12, который подпружинивается при помощи пружины 31, сила сжатия которой регулируется винтом 26. В зацепление по Т-образному пазу с постоянными кулачками 14 входят направляющие шпонки 14, на которых по рифленой поверхности устанавливаются сменные кулачки 15. Весь этот комплект фиксируется при помощи винтов 28.

Внутренняя часть патрона закрывается крышкой 16, закрепленной на корпусе патрона 7 винтами 27. Сам корпус патрона на шпинделе станка закрепляется винтами 29. Силовой привод устанавливается на левой части шпинделя при помощи резьбовой поверхности, которая имеется на фланце 4. На него же по центрирующей выточке установлена муфта 1, которая закрепляется винтами 23. Для фиксации штока 6 используется шток привода 5 и фиксирующая гайка 3 с радиальным винтом 31. От поворота клин 8 в корпусе патрона фиксируется подпружиненным упором 18, пружиной 32 и фиксирующей вставкой 17.

Патрон работает следующим образом. После закрепления на шпинделе станка заготовка устанавливается в разжатые кулачки и кладется на опорную поверхность сменных кулачков 15. После подачи давления происходит перемещение штока 6 вместе с клином 8. Постоянные кулачки 13 со сменными кулачками 15 перемещаются к центру, производя фиксацию заготовки.

Разжим происходит в обратном направлении.

3.7 Расчет и проектирование режущего инструмента

Обработка корпуса наладочного приспособления отличается большой протяженностью обрабатываемых поверхностей. Причем данные поверхности конструктивно относятся к разным типам. Имеется высокоточный установочный торец с большой площадью. Есть отверстие большого диаметра и большой же глубины, что требует при его обработке инструмента со значительным вылетом. Одна часть резца работает точением и имеет геометрию контурного резца. При повороте державки вокруг своей оси на 180° работать начинает режущая часть для чистовой обработки (рисунок 14).

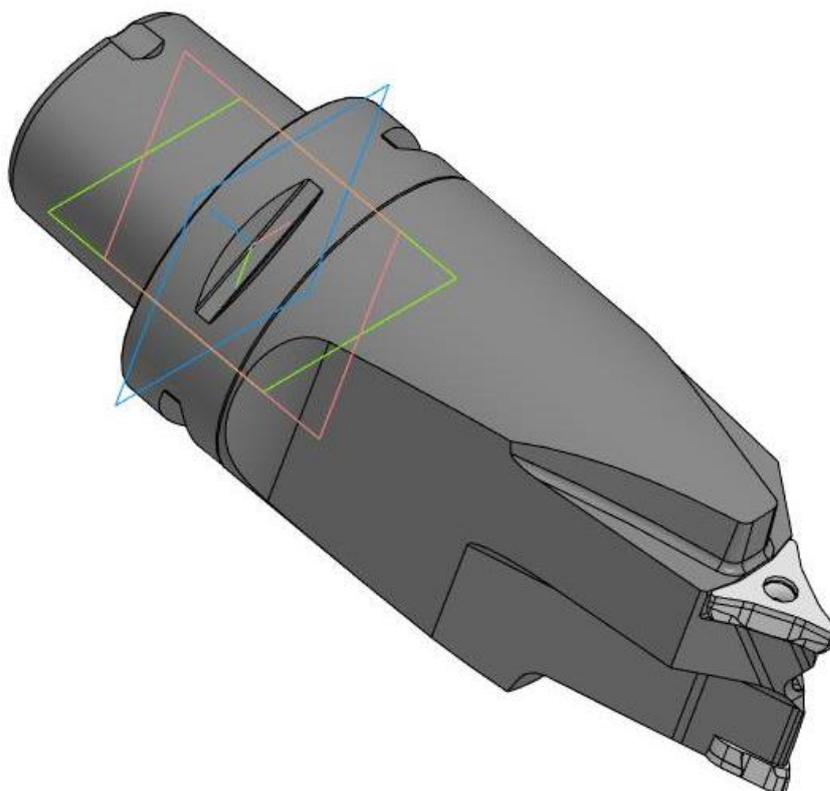


Рисунок 14 – Схема комбинированного инструмента

Учитывая тип заготовки – штамповку, у которой припуск значительный, перепад большой, необходимо предусмотреть для инструмента высокую жесткость державки.

Существуют современные конструкции токарного инструмента, которыми можно проводить обработку как наружной, так и внутренней поверхности. Причем за счет конструктивных особенностей в виде корпуса значительного размера по диаметру, возможности наращивания его вылета за счет промежуточных вставок опять же большого размера, даже на значительных режимах обработки деформация будет минимальная.

Изменение режима работы такого инструмента обеспечивается поворотом его державки на 180° . Это может привести к значительному сокращению номенклатуры режущего инструмента и упрощению технологической наладки на операции.

Использование одного и того же инструмента для черновой и чистовой обработки будет способствовать повышению точности их относительного расположения, так как изменение положения инструмента в ходе его смены не будет влиять на точность обработки.

При проектировании необходимо учесть два момента.

Первый - это способ крепления режущие пластины. Механическое крепление обеспечивается винтовым зажимом. Выбор формы и материала пластины определяется характером обработки. Второй момент касается закрепления самого инструмента в рабочем органе, которым является суппортная головка. Механизм крепления автоматизированный, так как смена инструмента возможно на станке при помощи манипулятора по управляющей программе. Замена режущих пластин может происходить оперативно непосредственно на самом станке. Взаимозаменяемая настройка обеспечивает заданный уровень точности по диаметру и осевым размерам.

Выводы по разделу

Спроектирован патрон и выбран комбинированный инструмент для токарной операции.

4 Экологичность и безопасность проекта

В разделе предлагаются мероприятия по анализу вредных и опасных факторов для технологического процесса изготовления корпуса наладочного приспособления. С учетом выявленных факторов разработаны мероприятия для снижения их влияния. Также рассмотрены вопросы обеспечения экологичности.

Заготовка корпуса наладочного приспособления из стали 40ХН получается штамповкой на прессе. Для очистки применяется пескоструйная обработка.

После заготовительного этапа обработка ведется на вертикальном токарном центре KVT 60. Обработка отверстий и лысок на обрабатывающем центре VDLS-850 H-CNC. После термообработки выполняется тонкое растачивание базового отверстия с подрезкой торца.

Особенностью технологического процесса является концентрация переходов на токарной операции по обработке наружного контура заготовки корпуса наладочного приспособления. На многоцелевой операции происходит обработка плоских поверхностей и отверстий различного назначения.

Инструментами являются стандартные сборные токарные резцы. Для контурного обтачивания используется резец с ромбической пластиной T5K10 и T15K6.

На фрезерной операции используется концевая фреза большого размера для обработки лыски. Вторым инструментом является дисковый модульный инструмент - сборная фреза.

Закрепление заготовок осуществляется с использованием механизированного привода зажима.

После термообработки, которая происходит в специализированном цехе, заготовка корпуса обрабатывается на шлифовальной операции.

Инструментами являются шлифовальные круги, структура которых выбрана в технологическом разделе. При обработке эти круги правятся алмазным инструментом.

Все технологические операции со снятием припуска ведутся с использованием универсальной синтетической СОЖ "Акрил Экол-3". Используется масло для обслуживания поверхностей трения станочного оборудования. Ветошь используется для протирки, уборки грязи и стружки. Нейтральные чистящие средства используются для мойки. Они состоят из поверхностно-активных веществ и водорастворимых компонентов для обеспечения высокой моющей способности.

Опасные и вредные производственные факторы для данного технологического процесса определяются условиями работы на выбранных металлорежущих станках.

Везде будет существовать опасность механических травм. Процесс лезвийной обработки сопровождается образованием сливной стружки. Все режущие инструменты имеют острые кромки. Обработка осуществляется при помощи вращения заготовки и/или инструмента, при этом ее закрепление происходит за счет механизированного привода. Все эти подвижные части могут привести к физическим травмам.

Поражающим фактором является пыль и загрязнение воздуха в рабочей зоне с последствиями для органов дыхания и слизистых оболочек.

Возможно поражения электрическим током, так как оборудование является высоковольтным.

Есть опасность химического или токсичного поражения, так как используется СОЖ и масло при высоких температурах заготовки, стружки, инструмента.

Процесс обработки сопровождается шумом и вибрациями, так как скорости резания достаточно большие и из-за этого приходится использовать высокие обороты шпинделя. Это может привести к снижению слуха, а при действии вибрации к нарушениям работы нервной и эндокринной систем.

На всех операциях присутствует операционный контроль, что приводит к напряжению анализаторов (зрения). Повторяющийся режим работы может привести к психофизиологическим нагрузкам.

Для снижения вредного и опасного влияния этих факторов необходимо предусмотреть защитные меры. Такой комплексной мерой является использование средств индивидуальной защиты, которые включают в себя использование специальной одежды и защитной обуви, использование защитных перчаток, очков, беруш.

«Для защиты от поражения электрическим током необходимо использовать изолирующие коврики. Кроме этого, для исключения опасности поражения данным фактором необходимо обслуживание и своевременный ремонт электрооборудования. Должны быть предусмотрены защитные автоматические отключающие устройства - предохранители» [15].

Для защиты от механических повреждений вращающиеся заготовки и инструмент должны быть изолированы при помощи рабочих экранов, которые закрывают рабочую зону станка. Это дополнительно помогает также избежать разбрызгивания СОЖ и выхода токсичных испарений. Для дополнительной защиты каждое рабочее место оборудуется местной вытяжкой.

Для очистки воздуха система подачи и циркуляции воздуха должна быть оборудована фильтрующими устройствами. Для выхода воздуха также необходимо ставить очистные фильтрующие устройства для обеспечения соответствия нормам чистоты окружающего воздуха. Шум и вибрации исключаются своевременным обслуживанием и ремонтом оборудования. Необходимо исключать обработку заготовок не соответствующих входным требованиям по точности, особенно допускам расположения. Вращающийся инструмент должен быть отрегулирован и отбалансирован. При любых признаках резкого увеличения амплитуды вибраций необходимо прекращает обработку, так как это может быть связано с поломкой режущего инструмента или элементов станка.

Шум снижается за счет использования шумопоглощающих покрытий в рабочей зоне непосредственно на оборудовании, а также на несущих конструкциях. Психофизиологические нагрузки снижаются соответствующим режимом работы и отдыха, температурным режимом в рабочей зоне, очисткой воздуха, а также обеспечением норм освещенности. Она достигается выбором совмещенной общей и местной систем световых источников.

Цех по обработке относится к категории В по пожарной безопасности. «Возможно возникновение пожара из-за искрения электрического оборудования, возгорания промасленной ветоши. Необходимо оснастить участок системами пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения» [12]. Для тушения необходимо использовать или пенный или углекислотный состав тушащих средств, так как возможно горение масел. Персонал должен быть обучен правилам поведения в случае возникновения пожара, ознакомлен с планом эвакуации, обучен работе со средствами первичного пожаротушения (огнетушитель, песок), которыми должен быть оснащен каждый соответствующий участок. Кроме этого необходимо проводить плановые мероприятия по проверке знаний работников по охране труда и действий в случае чрезвычайной ситуации.

Для обеспечения экологических норм необходимо обеспечить очистку воздушных, водных и твердых составляющих отходов. Для воздушной очистки используется система вентиляции и фильтрующие устройства. Для очистки жидких отходов необходимо использовать водные очистные сооружения с комплексной очисткой. Твердые отходы необходимо вывозить на полигон, кроме тех, которые можно использовать для повторного использования в рамках ресурсосберегающих технологий.

Выводы по разделу

Выполнен анализ вредных факторов для технологического процесса изготовления корпуса наладочного приспособления. С учетом проектирования техпроцесса предусмотрены комплекс мероприятий по обеспечению охраны труда экологичность.

5 Экономическая эффективность работы

Задача раздела – провести вычисления и анализ всех технико-экономических показателей сравниваемых технологий, с целью определения экономического эффекта от разработанных изменений.

Для осуществления задуманного, нужно применить информацию, которая представлена в предыдущих разделах. Она касается только модернизации и оптимизации технологии изготовления детали «Корпус наладочного приспособления». Результат существенной перестройки технологии и ее итог, представлены на рисунке 15.



Рисунок 15 – Результат существенной перестройки технологии и ее итог

Слева, на рисунке 15, представлен измененный инструмент, который предложено использовать вместо двух контурных резцов Т5К10 и Т15К6. Справа, итог по трудоемкости выполнения измененной операции технологии изготовления детали «Корпус наладочного приспособления».

Для определения экономического эффекта, первым пунктом необходимо определить капитальные вложения в модернизацию процесса или выражаясь научными терминами – необходимую сумму инвестиций. Чтобы определить сумму инвестиций применим специальную «методику расчета капитальных вложений (инвестиций) по сравниваемым вариантам технологического процесса» [7]. Изменения технологии затрачивают только такие инструмент и оснастку. Поэтому сумма инвестиций будет учитывать «затраты на проектирование ($K_{ПР}$), инструмент ($K_{И}$) и корректировку управляющей программы ($K_{У.ПР}$)» [7]. Числовое значение перечисленных показателей и общая сумма инвестиций, представлены на рисунке 16.



Рисунок 16 – Общая сумма инвестиций и входящих в ее затрат, руб.

Детализация рисунка 16, позволяет сделать вывод о том, что самыми крупными тратами является корректировка управляющей программы, ее доля в общей сумме инвестиций составляет 75,1 %. Самыми наименьшими вложениями для предприятия будут траты, связанные с проектированием, так как их доля составит 6,89 %.

Вслед за проведенными расчетами возникает необходимость подсчитать технологическую себестоимость. Она определяется по методике «расчет технологической себестоимости изменяющихся по вариантам операций» [7]. Значение технологической себестоимости и, влияющих на ее величину, показателей, отображены на рисунке 17.

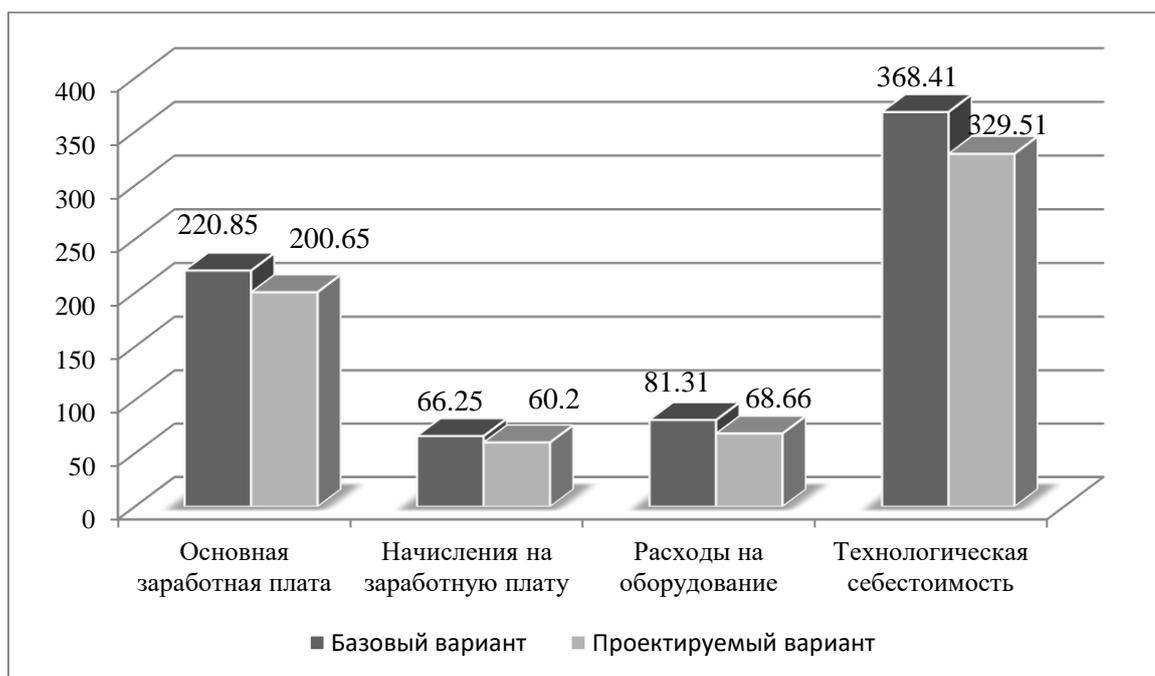


Рисунок 17 – Значение технологической себестоимости и, влияющих на ее величину показателей, руб.

Как следует из диаграммы (рисунок 17), максимально полная зависимость значения технологической себестоимости обеспечивается основной заработной платой. Ее долевая величина составляет около 60 % в обоих представленных вариантах.

После установления значения технологической себестоимости, следует выяснить значения ряда показателей. К таким показателям относятся: «чистая прибыль, срок окупаемости, общий дисконтируемый доход, индекс доходности и интегральный экономический эффект» [7]. Чтобы их рассчитать, используется «методика расчета показателей экономической эффективности

проектируемого варианта технологического процесса» [7]. Значения перечисленных показателей представлены на рисунке 18.

Показатели экономической эффективности
<ul style="list-style-type: none">• Чистая прибыль - 1352880 руб.;• Срок окупаемости - 1 год;• Общий дисконтируемый доход - 840032,04 руб.• Индекс доходности - 1,17 руб./руб.;• Интегральный экономический эффект - 124358,85 руб.

Рисунок 18 – Значения показателей экономической эффективности

Вследствие экономических расчетов была показана польза внедрения предложенной модернизации технологии изготовления детали «Корпус наладочного приспособления».

Вывод по разделу

Спроектированный процесс можно считать эффективным, так как в результате его внедрения будет получен интегральный экономический эффект в размере 124358,85 рублей.

Список используемых источников

1. Антонюк В.Е. Конструктору станочных приспособлений : справ. пособие / В. Е. Антонюк. - Минск : Беларусь, 1991. - 400 с. : ил. - 5-50. - Текст : непосредственный.
2. Бушуев В.В. Практика конструирования машин : справочник / В. В. Бушуев. - Москва : Машиностроение, 2006. - 448 с. : ил. - (Библиотека конструктора). - Прил.: с. 440-448. - Библиогр.: с. 438-439. - ISBN 5-217-03341-X : 500-00. - Текст : непосредственный.
3. Васильев, В.И. Резание материалов : учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 2 / В. И. Васильев, А. В. Негодин. - Томск : Изд-во Томского гос. архитектурно-строительного ун-та, 2018. - 306 с.
4. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы "Безопасность и экологичность технического объекта" : электрон. учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, М.И. Фесина ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Управление промышленной и экологической безопасностью" . - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 41 с. - Прил.: с. 31-41. - Библиогр.: с. 26-30. - Режим доступа: Репозиторий ТГУ. - ISBN 978-5-8259-1370-4. - Текст : электронный.
5. Горохов В.А. Проектирование и расчет приспособлений : учебник для вузов / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 301 с. : ил. - Прил.: с. 252-297. - Библиогр.: с. 298-299. - ISBN 978-5-94178-181-2 : 329-60. - Текст : непосредственный.
6. Зубарев, Ю.М. Введение в инженерную деятельность : Машиностроение : учеб. пособие / Ю. М. Зубарев. - Изд. 4-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 232 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - URL: <https://e.lanbook.com/book/195437> (дата обращения: 25.11.2022).
7. Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов

специальностей 120100 / Н.В. Зубкова, – Тольятти : ТГУ, 2015. - 46 с.

8. Зырянов В.А. Расположение режущих твердосплавных пластин в сборном исходном контуре производящей рейки для червячных фрез / В.А. Зырянов Е.В., Артамонов, В.В. Киреев // В сборнике: Современные технологии: проблемы и перспективы. Сборник статей всероссийской научно-практической конференции для аспирантов, студентов и молодых учёных. Главный редактор О.В. Мухина. 2019. С. 24-28.

9. Инженерные основы современных технологий : средства технол. оснащения машиностр. пр-ва : учеб. для студентов вузов, обуч. по направлениям подготовки "Менеджмент", "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / Ю. М. Передрей, В. В. Волков, В. Б. Моисеев, А. Г. Схиртладзе. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. - 199 с.

10. Зубарев Ю.М. Специальные методы обработки заготовок в машиностроении : учеб. пособие для студентов машиностр. вузов / Ю. М. Зубарев. - Гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 400 с. : ил. - (Учебник для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 392-395. - ISBN 978-5-8114-1856-5 : 1091-00. - Текст : непосредственный.

11. Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова, – Тольятти : ТГУ, 2015. - 46 с.

12. Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. - 782 с.

13. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке : учебное пособие / В. М. Кишуров, М. В. Кишуров, П. П. Черников, Н. В. Юрасова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 216 с. — ISBN 978-5-8114-4521-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121986> (дата обращения: 17.05.2020)

14. Обработка металлов резанием [Текст] : справочник технолога / А. А. Панов [и др.] ; под общ. ред. А. А. Панова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2004. - 784 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Прил.: с. 764-779. - Предм. указ.: с. 780-784. - ISBN 5-94275-049-1 : 1242-91. - 1000-00.

15. Проектирование технологических процессов в машиностроении : учеб. пособие для вузов / И. П. Филонов, Г. Я. Беляев, Л. М. Кожуро [и др.] ; под общ. ред. И. П. Филонова. - Москва : УП "Технопринт", 2003. - 909 с.

16. Проектирование металлообрабатывающих инструментов : учеб. пособие / А. Г. Схиртладзе, В. А. Гречишников, С. Н. Григорьев, И. А. Коротков. - Изд. 2-е стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 256 с. : ил. - (Учебник для вузов. Специальная литература). - URL: <https://e.lanbook.com/book/64341> (дата обращения: 10.02.2020)

17. Скрябин, В.А. Инструментальное обеспечение технологических процессов : учебник для вузов. В 2 кн. Кн. 1 / В. А. Скрябин, А. Г. Схиртладзе, А. Е. Зверовщиков. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2021. - 293, [1] с.

18. Расторгуев Д.А. Разработка плана изготовления деталей машин [Текст] : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с. : ил. - Библиогр.: с. 50. - 28-58.

19. Расторгуев Д.А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 140 с. : ил. - Библиогр.: с. 55-56. - Прил. : с. 57-140. - ISBN 978-5-8259-0817-5 : 1-00.

20. 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. : ил. - Библиогр.: с. 31-34. - ISBN 978-5-8259-1145-8.

21. Расчет режимов резания при точении и фрезеровании [Текст] : метод. пособие к курс. работе по дисциплине "Технол. процессы машиностроит. пр-ва" для заоч. формы обучения спец. 12 01 00, 12 02 00, 15 01 00, 150200 / ТГУ ; Каф. "Технология машиностроения". - Тольятти : ТГУ, 2002. - 59 с. : ил.
22. Режущий инструмент [Текст] : учеб. для вузов / Д. В. Кожевников [и др.] ; под ред. С. В. Кирсанова. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2004. - 511 с. : ил. - Библиогр.: с. 510-511. - ISBN 5-217-03250-2 : 312-00.
23. Режимы резания металлов : справочник / Ю. В. Барановский [и др.] ; под ред. А. Д. Корчемкина. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : НИИТавтопром, 1995. - 456 с.
24. Строителев В.Н. Методы и средства измерений, испытаний и
25. Grote K.-H., Antonsson E.K. Springer Handbook of Mechanical Engineering / K.-H Grote, E.K. Antonsson – New York : Springer Science - Business Media, 2008.
26. Nee A. Y. Handbook of Manufacturing Engineering and Technology / A. Y. C. Nee – London : Springer Reference, 2015.

Приложение А

Технологические карты

Таблица А.1 - Маршрутная карта

Дробл.	Взв.	Полл.											Листов	Лист		
			ТГУ													
			Корпус патрона													
Н.контр.																
М 01			Ст 35 ГОСТ1412-85													
М 02			Код	ЕВ	МД	ЕН	Н расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД	МЗ				
			02	166	33		0,76	24	φ326*135	1	4,3					
А			Цех	Уч	РМ	Опер.	Код, наименование операции						Обозначение документа			
Б			Код, наименование оборудования						Обозначение документа							
А 03			XX	XX	XX	000	Заготовительная									
Б 04			Штамповка на ГШП													
Б 05																
Т 06			XX	XX	XX	005	4112 Токарная									
Т 07			38114 Токарный КВТ 60													
Т 08			396110 Патрон самоцентрирующий ГОСТ 2675-80													
А 09			392104 Резец подрезной Т15К6 ГОСТ18877-73; Головка расточная Т15К6; Головка расточная Т5К10													
Б 10			392104 Резец расточной Т15К6 ГОСТ 18877-73.													
Т 11			393311 Штангенциркуль ШИ-150 Т-0,05 ГОСТ 166-80													
Т 12																
13			XX	XX	XX	010	4101 Многочелевая									
14			381887 Многочелевой станок VDLS-850 H-CNC													
А 15			396181 Оправка кулачковая; 396151 Стал поворотный;													
Б 2			391807 Фрезер парочевая φ30 Р6М5; 392642 Зенкер φ10 Р6М5 ГОСТ12489-71;391720 φ10 ГОСТ1672-80;391330 Мелшеч М10-Н60СГ2-452-1-74.													
УК			393410 Микрометр МК150-001 ГОСТ 6507-78; 393450 Микрометрический нутромер НМ-75-010 ГОСТ 10-75													

Контракт № 21 Челябинск Версия © 2022 ООО "АКОН-Системы проектирования" Россия. Все права защищены.
НЕ ДЛЯ КОММЕРЧЕСКОГО ЦЕЛЕВОЗДАНИЯ

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Цифл. Взам. Подп.	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа											
					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тцз	Тшт	Насосх
К	М	Наименование детали, сборочной единицы или материала			СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тцз	Тшт	Насосх
Б 01	XX	XX	XX	015	4101 Многоцелевая											
T02	381887				многоцелевой станок VDLS-850 H-SNC	2	17845	22	1P	1	1	1	1	0,38	1	158
03	396181				Оправка кулачковая; 396151 Стол поварольный;											
04	392642				Зенкер ϕ 9,8,10 Р6М5 ГОСТ12489-71;391720 ϕ 10 ГОСТ1672-80;391330 Метчик М10-Н60СТ2-452-1-74;метр МК150-0,01 ГОСТ 6507-78											
А 05																
Б 06	XX	XX	XX	020	4101 Внутршлифовальная		ИОТ	22	1P	1	1	1	1	0,2	0,79	
Т 07	361482				Внутршлифовальный п/а ЗК229В	2	17845	22	1P	1	1	1	1	0,2	0,79	
08	396181				Оправка кулачковая											
09	392302				Шлифовальный круг ПП200х63х120 37АГ40 N 1 7V											
А 10	393450				Микрометрический циркуль НМ -75-0,01 ГОСТ 10-75											
А 11																
Б 12	XX	XX	XX	030	5861 Маечная											
Т 13																
Р14																
А 15																
А 16	XX	XX	XX	040	6120 Контрольная											
Б 17																
МК																

Продолжение Приложения А

Таблица А.2 – Операционная карта

Кафедра ОТМТ		Разработчик Проверил		Технолог		С.М.Доб.		И.М.Мин	
Материал		Удельный		Н.К.Соловьев		С.М.Доб.		И.М.Мин	
Ст 35 ГОСТ 1412-79		№ пер.		3		392104		1	
Назначение обработки		Твердость		4		392104		1	
Тактовый КВТ 60		HB 180		5		392104		1	
381884		30,7		6		392104		1	
Время расчётное		Тсум		30,7					
Обозначение ИОТ		Т6		16					
		Т6пр							
		Кол-во		35					
		Тип		Произв					

Приложение Б

Спецификация приспособления

Таблица Б.1 – Спецификация приспособления

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание			
<i>Документация</i>									
A1			24.ВКР.ОТМП.62.75.00.000.СБ	Сборочный чертеж					
<i>Сборочные единицы</i>									
	1		24.ВКР.ОТМП.62.75.01.000.СБ	Муфта	1				
<i>Детали</i>									
	2		24.ВКР.ОТМП.62.75.00.002.	Винт	1				
	3		24.ВКР.ОТМП.62.75.00.003.	Штифт	1				
	4		24.ВКР.ОТМП.62.75.00.004.	Фланец	1				
	5		24.ВКР.ОТМП.62.75.00.005.	Втулка	1				
	6		24.ВКР.ОТМП.62.75.00.006.	Тяга	1				
	6		24.ВКР.ОТМП.62.75.00.007.	Корпус	1				
	8		24.ВКР.ОТМП.62.75.00.008.	Центровик	1				
	9		24.ВКР.ОТМП.62.75.00.009.	Гайка	1				
	10		24.ВКР.ОТМП.62.75.00.010.	Штифт	1				
	10		24.ВКР.ОТМП.62.75.00.011.	Гайка	1				
	12		24.ВКР.ОТМП.62.75.00.012.	Штифт	3				
	13		24.ВКР.ОТМП.62.75.00.013.	Кулачок постоянный	3				
	14		24.ВКР.ОТМП.62.75.00.014.	Шпонка	3				
	15		24.ВКР.ОТМП.62.75.00.015.	Кулачок сменный	3				
24.ВКР.ОТМП.62.75.00.000.СП									
Изм.		Лист		№ док-м.		Подп.		Дата	
Разраб.		Тальцев							
Проб.		Расторгуев							
Нконтр.		Расторгуев							
Утв.		Логинюв							
Патрон							Лит. Лист Листов		
Патрон							Д 1 1 2		
Патрон							ТГУ, ИМ, гр. ТМбд-1901бс		

Приложение В

Спецификация инструмента

Таблица В.1 – Спецификация инструмента

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Листы примен.	
				<u>Документация</u>				
A1			24.ВКР.ОТМП.62.70.00.000.СБ	Сборочный чертеж. Сборочный чертеж				
				<u>Детали</u>				
		1	24.ВКР.ОТМП.62.70.00.001	Корпус	1			
		2	24.ВКР.ОТМП.62.70.00.002	Пластина черновая	1			
		3	24.ВКР.ОТМП.62.70.00.003	Пластина чистовая	1			
		4	24.ВКР.ОТМП.62.7000.004	Прихват верхний	1			
		5	24.ВКР.ОТМП.62.70.00.005	Прихват нижний	1			
		6	24.ВКР.ОТМП.62.70.00.006	Винт	1			
24.ВКР.ОТМП.62.70.00.000.СП								
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				
Разраб.		Тальцев В.В.						
Пров.		Рассторгцев Д.А.						
Н.контр.		Рассторгцев Д.А.						
Утв.		Логинов Н.Ю.						
					Резец много функциональный		Лит. Лист Листов 1	
					ТГУ, ИМ ТМбд-1901бс			