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 А.Ю. Савченко
(Инициалы Фамилия) (личная подпись)

Руководитель канд. техн. наук, доцент А.В. Зотов
(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты канд. экон. наук, доцент О.М. Сярдова
(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

М.А. Кривова
(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2025

Аннотация

Представленная выпускная квалификационная работа посвящена разработке технологического процесса изготовления корпуса наладочного приспособления из высокопрочного чугуна ВЧ40.

Выбор чугуна типа ВЧ обусловлен высокими требованиями к прочности и жесткости корпуса приспособления. Физико-механические свойства и структурные особенности данного материала приводят к снижению обрабатываемости, что существенно затрудняет его обработку.

Объем выпуска корпуса определен в 10000 деталей в год. Это относит технологию изготовления корпуса к среднесерийному производству. С этим связан, а также из-за материала выбор заготовки в виде отливки.

Принятая технология соответствует типовой. Первоначально создаются чистовые технологические базы: плоскость и два установочных отверстия. Затем производится обработка по наружному контуру, преимущественно методами фрезерования. Для обработки внутренних поверхностей применяются расточные переходы и различные осевые инструменты. Для обеспечения высокой взаимной точности поверхностей используется концентрированная структура технологических операций, выполняемых за одну установку заготовки.

В связи с особой ответственностью первой операции, проведен подробный расчет и спроектировано станочное приспособление усовершенствованной конструкции. Использование сборной твердосплавной фрезы повышает производительность и обеспечивает экономический эффект при выполнении данной работы.

Все представленные технологические операции сопровождаются разработкой мер по охране труда и защите окружающей среды

Разработанная технологическая и конструкторская документация приведена в приложении.

Содержание

Введение 4
1 Анализ исходных данных 6
1.1 Общие сведения 6
1.2 Назначение и условия работы детали 7
1.3 Анализ требований к поверхностям детали 10
2 Технологическая часть 12
2.1 Определение типа производства 12
2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса 12
2.3 Выбор метода получения заготовки 13
2.4 Выбор методов обработки 15
2.5 Расчет припусков 18
2.6 Расчет режимов резания 21
2.7 Нормирование 24
3 Проектирование оснастки 27
3.1 Проектирование приспособления 27
3.2 Проектирование инструмента 31
4 Безопасность и экологичность работы 34
5 Экономическая эффективность работы 36
Заключение 39
Список используемой литературы и источников 40
Приложение А Технологические карты 43
Приложение Б Спецификация приспособления 49
Приложение В Спецификация фрезы 50

Введение

Эффективная технологическая подготовка производства (ТПП) играет критически важную роль в обеспечении конкурентоспособности машиностроительной продукции. Этот этап включает в себя разработку технологических процессов в виде определенных маршрутных и операционных карт, карт эскизов, наладок, управляющих программ. Он является неотъемлемой частью технической подготовки производства и предваряется конструкторским этапом. В качестве исходных данных для технолога выступает конструкторская документация. В данном случае по заданию это чертеж приспособления.

Затраты на проектирование технологических решений, особенно в условиях серийного производства, могут достигать значительной доли – до 50% от общей трудоемкости процесса изготовления. «При этом результативность предложенных технологических схем напрямую зависит от целого ряда факторов, включая общий технологический уровень развития машиностроительного производства, квалификацию персонала, а также наличие современного инструментального парка и соответствующего технологического оснащения.

Проектирование технологии обработки становится особенно трудоемким для деталей, характеризующихся сложной геометрической формой и наличием большого количества высокоточных поверхностей. Задача обеспечения соответствия детали техническим требованиям чертежа усугубляется, когда необходимо гарантировать точное взаимное расположение целых комплексов таких поверхностей. Корпус тисков является примером подобной детали» [14].

«Основная сложность при изготовлении корпуса тисков заключается в точной обработке основных отверстий и установочных плоскостей. Из-за высоких требований к точности размеров, взаимного расположения, а также формы отверстий, требуется применение специальных технологических

методов, таких как растачивание с повышенной точностью на больших вылетах инструмента, многостороннее фрезерование» [19]. Использование стандартного инструмента для достижения необходимых параметров, указанных в чертеже, требует учета переменных условий обработки и соответствующих корректировок в режимы резания по ходу траектории инструмента.

«В работе предлагается анализ и предложения по проектированию технологического процесса изготовления корпуса наладочного приспособления – тисков, с акцентом на проектирование специальной оснастки. Она будет представлять собой переналаживаемое приспособление, предназначенное для обеспечения точной и производительной обработки заготовки на первой операции технологического процесса. Особое внимание будет уделено обеспечению высокой точности и производительности при обработке основных отверстий корпуса» [12].

1 Анализ исходных данных

1.1 Общие сведения

Корпус является элементом станочного наладочного приспособления. Тип приспособления – односторонние тиски с подвижной губкой.

Наладочное приспособление – тиски зажимные с пневматическим приводом предназначены для закрепления валов (60-110 мм) на фрезерной операции.

Установочными элементами тисков является поверхность скольжения под подвижную губку и неподвижная губка, которая винтами крепится на корпусе.

Механизированный привод зажима включает в себя гидравлический цилиндр, который перемещает зубчатый шток. С одной стороны снизу он опирается на опорный валик для уменьшения прогиба штока. С другой стороны, сверху, он контактирует с зубчатой парой, которая передает крутящий момент на подвижную губку. На нижней стороне этой губки выполнена зубчатая рейка.

Шток скользит по направляющему отверстию крышки, которая вкручивается в боковую стенку корпуса тисков. Для герметизации рабочей зоны привода зажима используется герметизирующая крышка.

Для закрепления самих тисков на столе станка предусматриваются открытые пазы с фрезерованными уступами.

Материал для корпуса задан высокопрочный чугун ВЧ40, химический состав которого приведен на рисунке 1.

Предел прочности на сжатие: 400 МПа [7].

Относительное удлинение: 15 %. Твердость: НВ 150..200.

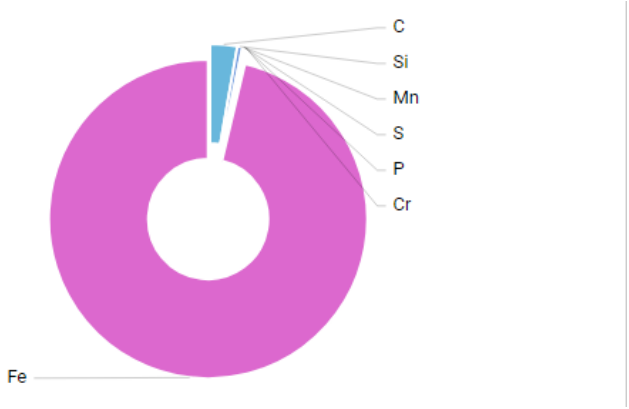


Рисунок 1 – Соотношение химических элементов ВЧ40

Относительное удлинение: 15 %. Твердость: НВ 150..200.

1.2 Назначение и условия работы детали

Корпус служит для базирования установочных элементов тисков и механизированного привода зажима.

Корпус имеет множество исполнительных поверхностей, выполняющих различные базирующие и направляющие функции, как для самого приспособления, так и заготовок, которые на нем закрепляются.

На рисунках 2 - 4 приведены эскизы корпуса с обозначенными поверхностями, которые имеют различное функциональное назначение.

Поверхность 1 является установочной плоскостью для всего приспособления и является и исполнительной и основной конструкторской базой. Поверхность 2 является, вместе со стенками боковыми 7 и 8 внутренние части корпуса, свободной. Поверхности 3 и 4 расположены на противоположных торцах и выполняют одинаковые функции по базированию крышек по прилегающим поверхностям. На них также расположены системы резьбовых крепежных отверстий 25, 26 для фиксации крышек.

Поверхности 5 и 6 являются промежуточными торцами под пневматический привод и используются для установки сальниковых уплотнений, являясь вспомогательными конструкторскими базами.

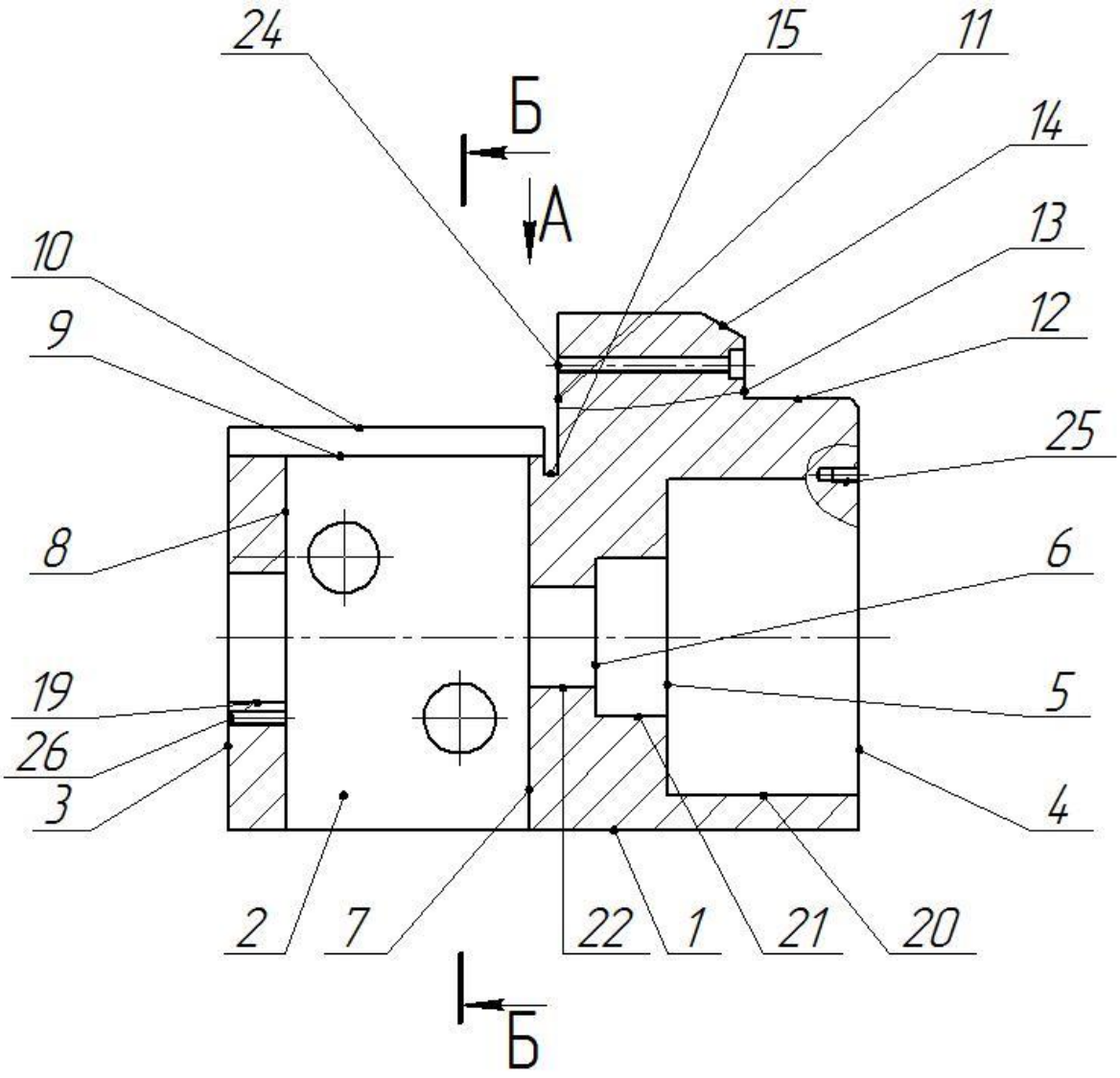


Рисунок 2 – Эскиз корпуса (основной вид)

Поверхность 9 являются исполнительной и используется для скольжения подвижный губки по ней. Относится и к исполнительным и к вспомогательным.

Поверхность 10 используется для установки направляющих планок и является вспомогательной конструкторской базой, так же как и поверхность

11 для установки неподвижных губко тисков. Для закрепления губок тисков используются отверстия 24. Вместе с отверстиями 26 и 25 они являются вспомогательными конструкторскими базами. Для установки опорных валиков под шток и для вращения зубчатого колеса используются вспомогательные конструкторские базы - отверстия 23.

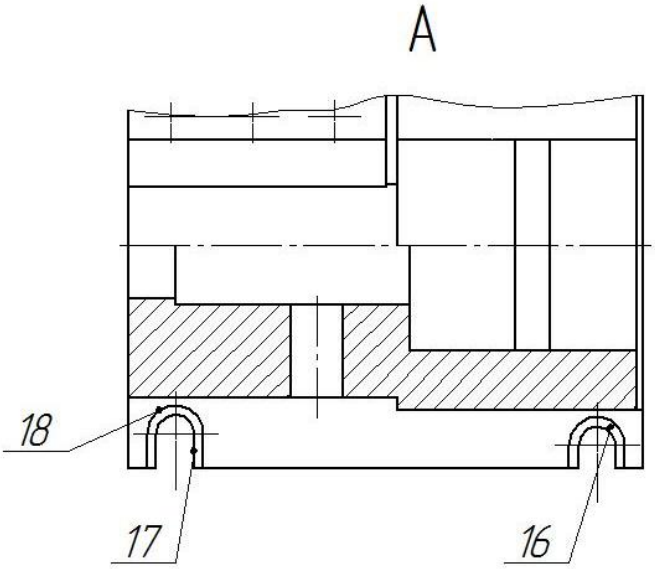


Рисунок 3 – Эскиз корпуса (вид А)

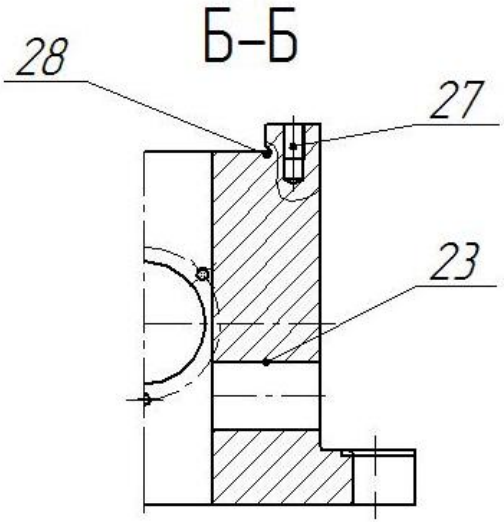


Рисунок 4 – Эскиз корпуса (сечение Б-Б)

Для фиксации самого приспособления также используются проушины с вырезами 16, 17 и 18.

Остальные поверхности являются или не рабочими и свободными, или являются технологическими элементами, такими, как канавки 15 и 28 под выход фрезерного инструмента.

1.3 Анализ требований к поверхностям детали

Функциональное назначение каждой поверхности корпуса определяет требования к точности, шероховатости и допускам расположения и формы.

Поверхности группируются по трем уровням точности. Повышенная точность по 7 квалитету требуется для направляющих отверстий. По 9 квалитету выполняют направляющие для подвижной губки, отверстия под крышки.

Остальные поверхности имеют 12 квалитет.

Шероховатость Ra 1,25 назначается для отверстий, Ra 2,5 – под направляющие плоскости. Остальные поверхности имеют Ra 50 (не обрабатываются).

Технологичность оценивается качественно и количественно. Качественная оценка, основанная на производственном опыте, предшествует количественной и может определяться экспертным опросом. Выбор показателей технологичности базируется на требованиях ГОСТ 14.201-83.

Технологичность конструкции — комплексное понятие, которое связано с оценкой трудностей как при механообработке, так и при обслуживании и ремонте.

Конструкция корпуса имеет сложную конфигурацию внешней поверхности. Эта форма обеспечивается на заготовительном этапе методом литья.

Для надлежащего выполнения своего служебного назначения, как базовой детали тисков, ответственные поверхности корпуса имеют строго

заданные требования по точности размеров, пространственному расположению (параллельность, перпендикулярность, соосность), форме, так и по другим отклонениям.

С учетом материала и размеров обеспечение таких требования на металлорежущих станках будет представлять собой проблему. Эта связано с затруднением доступа режущего инструмента к поверхностям заготовки. Из-за конструктивных особенностей необходимо постоянно будет кантовать заготовку, для того чтобы можно было обеспечить доступ инструмента с разных сторон. Для исключения зарезания режущего инструмента предусматриваются канавки под выход фрез, которые необходимо формировать специальными технологическими переходами, что требует дополнительных расходов, как по инструменту, так и по времени.

Конструктивные параметры стандартизированы по соответствующим ГОСТам. Резьбовые элементы унифицированы. Система соосных отверстий имеет доступ с разных сторон. Поэтому при их обработке необходимо поворачивать заготовку на 180°.

Материал чугун является мало пластичным и требует определенного твердого сплава при назначении режущего инструмента, что ограничивает технологические возможности обработки для конкретного производства.

Размеры и масса заготовки относительно небольшие. Но масса 30 килограмм требует значительных физических усилий для манипуляции с заготовкой в рабочей зоне станка. «Поэтому будет рассматриваться возможность установки манипулятора, что приводит к дополнительным расходам на обработку» [18]. Исходя из выше перечисленного, делается заключение о том, что корпус не достаточно технологичный.

Выводы по разделу

В разделе на основе анализа работы корпуса тисков сформулированы требования и проведен анализ технологичности.

2 Технологическая часть

2.1 Определение типа производства

«Тип производства определяется номенклатурой (корпусные детали), регулярностью и стабильностью (каждые 24 дня в течении года) и объемом выпуска изделий (10000 деталей в год)» [19]. Согласно ГОСТ 14.004-83 это соответствует среднесерийному производству.

Для запуска сериями найдем их объем:

$$n = \frac{Nb}{254}, \tag{1}$$

где N – 10000 деталей в год;

b – периодичность, дни.

$$n = \frac{10000 \cdot 12}{254} = 472 \text{ дет.}$$

На участке используется соответствующий набор технологического оборудования.

2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса

«В среднесерийном производстве применяются два типа станков: универсальные и специализированные.

Технологический процесс разделен на заготовительный этап, механическую обработку, включающую операции термообработки и контроля.

Отдельные механические операции закреплены за определенными типами станками в соответствии с базовым техпроцессом.

Квалификация рабочих в среднем высокая.

Используются специализированные и специальные приспособления, а также стандартный режущий и измерительный инструмент.

Технологическая документация разрабатывается детально (операционные карты с картами эскизов), применяются технически обоснованные нормы времени (табличные и статистические)» [21].

2.3 Выбор метода получения заготовки

«Процессы получения заготовок из чугуна относятся к области литья.

Выбор должен быть метода, подходящего для среднесерийного производства. Сочетание максимальной производительности, минимальной трудоемкости, обеспечение снижения себестоимости и повышения качества достигается для заданного типа производства или литьем в землю или в оболочковые формы» [12].

Чтобы ориентировочно найти массу отливки используем коэффициент использования материала $К_М$:

$$K_M = \frac{m}{M}, \tag{2}$$

где m – масса детали, кг;

M – масса заготовки, кг.

По справочным данным для литья в землю для деталей средней сложности коэффициент равен 0,8. С учетом этого

$$M = \frac{m}{K_M.}, \tag{3}$$

$M = \frac{30,8}{0,85} = 36,3.$

«Технологические затраты с учетом механической обработки

$$C_T = C_{ЗАГ} \cdot Q + C_{MEX}(M - m) - C_{OTX}(M - m), \quad (4)$$

где $C_{ЗАГ}$ - стоимость отливки, руб/кг;

C_{MEX} - удельная стоимость снятия припуска, руб/кг;

C_{OTX} - цена стружки, руб./кг» [16].

«Удельная стоимость снятия припуска:

$$C_{MEX} = C_C + E_H \cdot C_K, \quad (5)$$

где C_c - текущие затраты, руб./кг;

$C_к$ - капитальные затраты, руб./кг;

E_H - коэффициент эффективности капитальных вложений, E_H=0,15» [17].

Для литья в землю:

$$C_{ЗАГ} = C_{ШТ} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_П, \quad (6)$$

«где $C_{ШТ}$ – базовая стоимость отливок в землю заготовок, руб.;

h_T, h_C, h_B, h_M, $h_П$ - коэффициенты, зависящие от класса точности, массы, группы сложности, марки материала и объема производства заготовок» [16].

$C_{ЗАГ} = 54{,}6 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}05 \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}95 \cdot 1 = 65{,}9$ руб.

$C_T = 65{,}9 \cdot 36{,}3 + 10{,}5(36{,}3 - 30{,}8) - 1{,}4(36{,}3 - 38) = 2442$ руб.

Для изготовления корпусов может применяться способ литья в землю, который основан на применении стержней, которые сформируют внутреннюю полость заготовки.

Степень точности размеров принимаем 12. Степень коробления 11. С учетом выбранных параметров выбираются припуски и допуски.

2.4 Выбор методов обработки

Перед разработкой маршрута обработки детали намечаются отдельные технологические переходы, выполнимые для каждой отдельной поверхности. Затем они объединяются на одной операции с учетом технологических возможностей станков.

При обработке относительно тяжелых заготовок (масса 30 кг) необходимо сократить число их переустановок.

На этом этапе устанавливается тип станков и другого оборудования, их характеристики и размеры, которые уточняются при детализации технологических операций. Разработка маршрута ориентируется на типовые процессы обработки деталей данного типа.

Типовой технологический процесс изготовления корпусной детали включает в себя после заготовительного этапа подготовку чистовых технологических баз. С учетом формы корпуса использование базовых отверстий исключается (их нет), также как и установка по трем плоскостям (затратно).

Для базирования применим пазы в проушинах. Для этого необходимо выполнить высоко точное фрезерование последовательно на двух проходах для обеспечения 7 квалитета точности пазов. Для установочной плоскости 1 требуется последовательная обработка торцовым фрезерованием (черновым и чистовым).

Для базового технологического процесса это выполняется на универсальном фрезерном станке. После этого заготовка переворачивается и устанавливается по базовым пазам, которые имитируют роль базовых отверстий. Дальнейшая обработка проходит на сменяющихся станках из группы вертикально-фрезерных, вертикально-сверлильных и расточных.

Для проекта выбирается фрезерный обрабатывающий центр IRONMAC IMV-10.55. Его характеристики для проектирования следующие [16]. Размер

рабочего стола: 1000 х 550. Мощность: 22,5 кВт. Габариты 2250х2300 мм. Обороты 10000 об/мин.

Такая компоновка обеспечит обработку по двух кратное фрезерование и много переходную обработку осевым инструментом.

Базовая фреза модель 01.2.0200.000-02 диаметром 160 мм, с количеством зубьев z=10 из пластин Р6М5 по ТУ 2-035-874-82 (рисунок 5).

Для фрезерования пазов применяется концевая фреза 2229-0406 диаметром 16 мм, z=6 из Т15К6 ГОСТ 20535-75 (рисунок 6).

Рисунок 5 – Торцовая фреза 01.2.0200.000-02

Отверстия по пальцы для чистового базирования делаем последовательно сверлением, зенкерованием и развертыванием. Инструмент, соответственно, сверло 2302-1042 диаметр 8,5 мм, Р18 ГОСТ 20696-75; зенкер 2320-2505 диаметр 9,8 мм из ВК8 ГОСТ 21544-76 и развертка 2363-2051 диаметром 10 мм из ВК6 ГОСТ 28321-89.

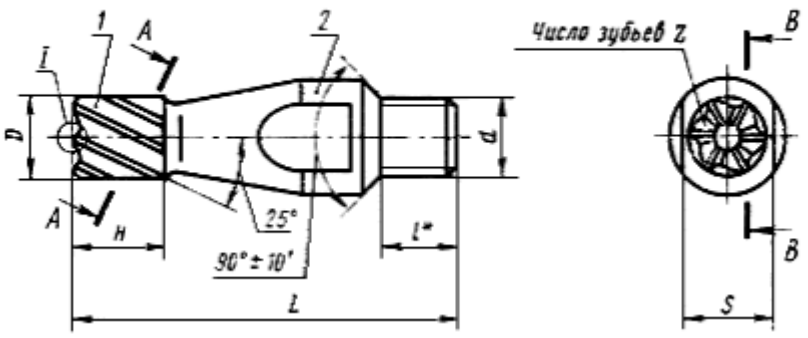


Рисунок 6 - Фреза 2229-0406

С учетом требований по точности обработка будет в себя включать две группы фрезерных операций (черновую и чистовую), две группы расточных операции, причем финишное растачивание будет выполняться отдельно на координатно-расточном станке, и группа сверлильных операций. При этом для доступа к отверстиям по вертикали и горизонтали требуется или кантование заготовки на 90° или использование последовательно двух типов станков: горизонтально- и вертикально-сверлильных. Это делает данный технологический процесс затратным. Он включает много технологических операций, что приводит к дополнительным установкам заготовки и повышенной погрешности обработки по допускам расположении.

Для снижения влияния этого недостатка необходимо обеспечивать принцип концентрации переходов, что предусматривает использование высоко скоростных обрабатывающих центров с магазином инструментов. Это дает возможность реализации технологического процесса последовательно на двух операциях. Первая будет предназначена для обеспечения старых технологических баз, а на второй операции будет проводиться обработка последовательно всех остальных поверхностей.

Для точных поверхностей обработка включает, по крайней мере, по два перехода: черновой и чистовой. Для 7 квалитета маршрут состоит из трех

переходов на станке 2706П. Обработка резьбовых отверстий типовая: сверление, цекование и нарезание резьбы или развертывание на станке IRONMAC IMV-10.55.

Для упрощения структуры операций второй этап можно разбить на две операции, на которых один станок будет иметь вертикальное расположение шпинделя другой - горизонтальное.

2.5 Расчет припусков

Для расчета операционных припусков необходимо знать состав переходов, параметры качества поверхностного слоя (высота микронеровностей, толщина дефектного слоя), погрешности формы и расположения заготовки, а также погрешности установки.

Для 7 квалитета маршрут состоит из трех переходов. Учтем отклонения связанные как с заготовкой, так и с базированием

$$\rho = \sqrt{\rho_{кор}^{\ 2} + \rho_{см}^{\ 2}}\ ; \qquad (7)$$

где $\rho_{см}$ – смещение полуформ опоки, мкм;

$\rho_{кор}$ - литейная деформация по сечениям.

Коробление

$$\rho_{кор} = \Delta к \cdot \sqrt{L^2 + H^2}\ , \qquad (8)$$

где $\Delta к$ - удельное коробление по отверстию, мкм/мм;

L - длина детали, мм;

H – ширина детали, мм.

$$\rho_{кор} = 2{,}5 \cdot \sqrt{220^2 + 200^2} = 743\,\text{мкм}.$$

«Погрешность установки связано с зазорами на установочных пальцах

$$\varepsilon_{у.черн} = S_{\min} + \delta_1 + \delta_2, \qquad (9)$$

где $S_{\min}$ - минимальный зазор между пальцем и деталью, мкм,

δ_1, δ_2 - смещение осей пальцев, мкм» [15].

$S_{\min}$ равно 12 мкм, δ_1, δ_2 = 120 мкм.

$\varepsilon_{.черн} = 12 + 120 + 120 = 252 мкм.$

С учетом обработки на одном установе после перехода

$\varepsilon_{у.чист} = 0{,}05 \cdot \varepsilon_{.черн} = 0{,}05 \cdot 252 = 12{,}6 мкм.$

«Минимальный припуск для плоскости

$$Z_{\min} = Rz_{i-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_y. \qquad (10)$$

где R_{Zi} - шероховатость, мкм;

Т – глубина дефектного слоя, мкм;

ρ - пространственные отклонения, мкм;

$\varepsilon_у$ – погрешность установки, мкм» [11].

Припуск по переходам на плоскость 2,3 мм для чернового фрезерования. Размер будет 144,1 мм с допуском 0,72 мм.

Чистовой переход на 0,7 мм по размеру 143,4 мм с допуском 0,1 мм.

Перед расчетом припусков выполнен эскиз заготовки со схемой установки и указанием поверхностей для расчета или назначения припусков. Схема переходов показана на рисунке 7. После расчета создается эскиз с нормативными размерами, предельными отклонениями, припусками и допусками, а также схема их расположения, показанная на наладке (рисунок 8).

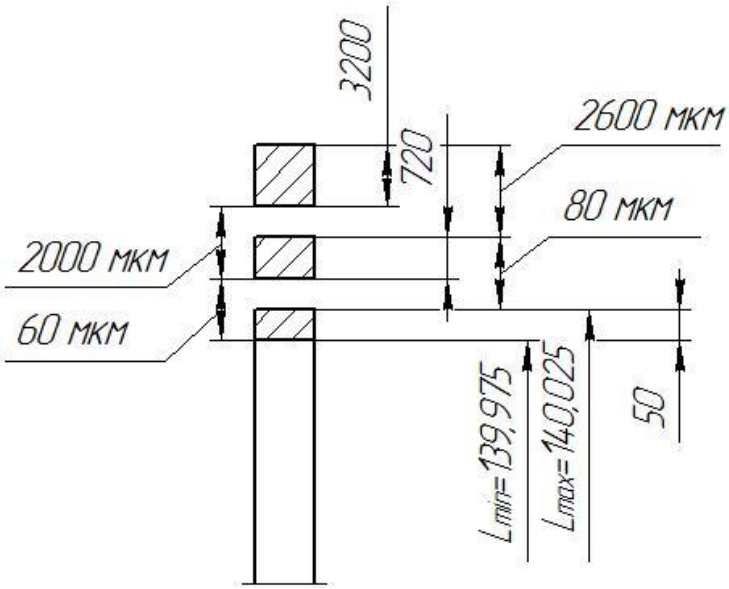


Рисунок 7 - Схема расчета припусков на плоскость

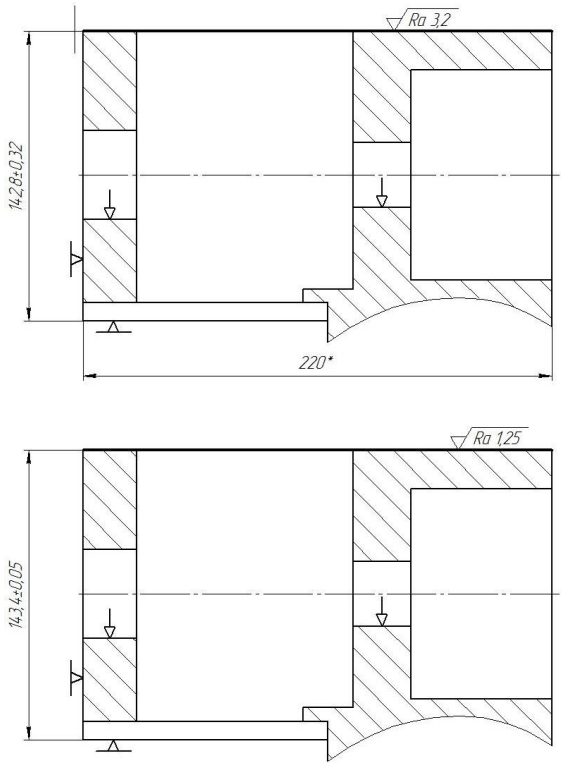


Рисунок 8 - Эскиз обработки

Установка заготовки приспособления на исполнительную поверхность обеспечит равномерность распределения припуска на ней.

2.6 Расчет режимов резания

В современном машиностроении преобладают операции лезвийной обработки, которые сопровождаются сложными физическими явлениями, затрудняющими точное математическое описание и их расчет. Поэтому, назначение режимов, обеспечивающих требуемое качество и эффективность, возможно только на основе теоретических и экспериментальных зависимостей между технологическими параметрами и параметрами качества обработки, имеющих сложную математическую форму.

Расчет режимов резания выполняются на основе учета кинематических особенность применяемого оборудования, рекомендуемая с диапазонов режимов и с каталогов производителей выбранного режущего инструмента, а также исходя из жесткости заготовки и схемы установки на операции. Сама кинематика процесс обработки для данной детали будет простой и содержать прямолинейное переходы при фрезеровании и обработки инструментов, что облегчает расчет основного времени и выполнения общего нормирование технологических операций.

«Скорость резания для фрезерования

$$V = V_{табл} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \qquad (11)$$

где $К_1$ – коэффициент, зависящий от размеров обработки;

$К_2$ – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

$К_3$ – коэффициент, зависящий от стойкости и материала инструмента» [14].

Для торцовой фрезs

V=116·1,1·1,0·0,9=115 м/мин.

Для сверления

$$V = \frac{C_V D^g}{T^m \cdot S^y} K_V, \qquad (12)$$

где C_v, g, y, m – параметры для условий обработки;

Т – период стойкости инструмента, мин;

K_v – общий поправочный коэффициент» [13].

«Последний

$$K_V = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{ev},, \qquad (13)$$

где K_{mv} - коэффициент для чугуна;

K_{nv} - коэффициент на ВК8;

K_{ev} - коэффициент состояния поверхности» [8].

Для чугуна

$$K_{mv} = \left(\frac{HB}{150}\right)^{nv}, \qquad (14)$$

где n_v – показатель степени.

$$K_{mv} = \left(\frac{150}{150}\right)^{0.5} = 1.$$

.

$$K_V = 1 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}8 = 0{,}64.$$

Тогда сверление

$$V = \frac{25{,}3 \cdot 8{,}5^{0{,}25}}{20^{0{,}125} \cdot 0{,}1^{0{,}4}} 0{,}64 = 48 м/мин.$$

Крутящий момент для сверления:

$$M_{кр} = 10 См \cdot D^g \cdot S^y \cdot K_p, , \qquad (15)$$

где *См, g, y* – коэффициент и показатель степени.

$$M_{кр} = 10 \cdot 0{,}021 \cdot 8{,}5^2 \cdot 0{,}15^{0{,}8} \cdot 1{,}66 = 5{,}5 Н.м.$$

Определяем осевую силу:

$$Po = 10 C_p D^g S^y K_p, \ , \qquad (16)$$

где C_p , K_p – поправочные коэффициенты.

$$Po = 10 \cdot 43{,}3 \cdot 8{,}5 \cdot 0{,}15^{0{,}8} \cdot 1{,}66 = 1339 Н.$$

Мощность фрезерования:

$$N_{рез} = E \frac{Vtz_u}{1000} K_1 K_2, \qquad (17)$$

«где Е – коэффициент;

$z_и$ –число зубьев фрезы;

$К_1$ – коэффициент материала;

$К_2$ – коэффициент типа фрезы» [14].

$$N_{рез} = 0{,}9 \frac{116 \cdot 2{,}3 \cdot 7}{1000} \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}1 = 2 кВт.$$

Определяем мощность сверления:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D} \ . \qquad (18)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 48}{3{,}14 \cdot 8{,}5} = 1798 об/мин.$$

$$Ne = Мкр \cdot \frac{n}{9750} = 5{,}5 \cdot \frac{1798}{9750} = 1{,}01 кВт.$$

С учетом полученных значений можно принять выбранные режимы фрезерования и сверления.

2.7 Нормирование

«Штучно-калькуляционное время включает основное время. Для основного времени для фрезерования, сверления, зенкерования, развертывания» [9]

$$To = \frac{Lpx}{n \cdot So}, \tag{19}$$

где n – обороты, об/мин;

S_0 – подача, мм/об;

$$l_{px} = l_p + l_{вр} + l_{пер}, \tag{20}$$

«где l_{px} - длина рабочего хода, мм;

l_p – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_{вр}$ - величина врезания, мм;

$l_{пер}$ – величина перебега, мм» [12].

Если пересчитать через минутную подачу

$$To = \frac{Lpx}{S_м} мин, \tag{21}$$

где $S_м$ – минутная подача, мм/мин.

Для фрезы

$$S_м = S_z Z\, n, \tag{22}$$

где S_z – подача на зуб, мм/зуб;

Z – число зубьев фрезы.

По трем переходам фрезерования результат следующий. Черновая обработка 241 мм/мин, чистовая обработка 259 мм/мин. Концевое фрезерование по пазам 415 мм/мин. Для врезания с учетом 160 мм диаметра фрезы добавляется 38 мм и на выход 12 мм. Для концевой – 8 и 2 мм.

Тогда время по фрезерным переходам:

$$To = \frac{(200+50)2}{241} = 2{,}1 \text{ мин.}$$

$$To = \frac{(200+50)2}{259} = 1{,}93 \text{ мин.}$$

Учитываем, что проход по глубине ведется 4 раза.

$$To = \frac{(20+10)4}{415} 4 = 1{,}12 \text{ мин.}$$

Для базовых отверстий глубина хода 20 мм и на врезание 3 мм . Для сверления основное время – 0,16 мин. Для зенкерования – 0,06 мин. Для развертывания – 0,35 мин. Суммарно основное время на 005 операции:

2,1+1,93+1,12+0,16+0,06+0,35=5,72 мин.

«Вспомогательное время

$$\text{Т}_{\text{в}} = (\text{Т}_{\text{у.с.}} + \text{Т}_{\text{з.о.}} + \text{Т}_{\text{уп}} + \text{Т}_{\text{из}}) \cdot k_{\text{ср}}, \quad (23)$$

где $\text{Т}_{\text{у.с.}}$ - время на установку и снятие заготовки, мин;

$\text{Т}_{\text{з.о.}}$ - время на закрепление и открепление детали, мин;

$\text{Т}_{\text{уп}}$ - время на приемы управления, мин;

$\text{Т}_{\text{из}}$ - время на измерение детали, мин;

$k_{\text{ср}}$ - коэффициент типа производства» [14].

«Штучное время:

$$\text{Т}_{\text{шт}} = \text{Т}_{\text{о}} + \text{Т}_{\text{в}} + \text{Т}_{\text{об}} + \text{Т}_{\text{от}}, \quad (24)$$

где T_o - основное время, мин;

$T_в$ - вспомогательное время, мин;

$T_{об}$ - время обслуживания, мин;

$T_{от}$ - время отдыха, мин» [16].

Общее время операции:

$$T_{ш-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт}, \quad (25)$$

где $T_{п-з}$ - подготовительно-заключительное время, мин;

n – деталей в партии, шт.

$Т_{об}$ и $Т_{от}$ определяются

$$Т_{об} = (Т_{о} + Т_{в}) \cdot b/100, \quad (26)$$

где b – процент времени на обслуживание.

Время на отдых

$$Т_{от} = (Т_{о} + Т_{в}) \cdot d/100, \quad (27)$$

где d – процент времени на отдых.

С учетом полученных данных

$Т_{об} = (5{,}72 + 3{,}2) \cdot \frac{5}{100} = 0{,}45$ мин,

$Т_{от} = (5{,}72 + 3{,}2) \cdot \frac{4}{100} = 0{,}36$ мин,

$Т_{шт} = 5{,}72 + 3{,}2 + 0{,}45 + 0{,}36 = 9{,}73$ мин,

$T_{ш-к} = \frac{25}{472} + 9{,}73 = 9{,}82$ мин.

Выводы по разделу

Спроектирована технология изготовления корпус наладочного приспособления.

3 Проектирование оснастки

3.1 Проектирование приспособления

Станочное приспособление — это устройство, фиксирующее заготовку в рабочей зоне станка в необходимом положении в процессе обработки.

Требования к станочной оснастке разнообразные. Оно должно быть безопасным, технологичным (по изготовлению, сборке и ремонту), точным, жестким, надежным, эргономичным. Для удобства работы с ним оно должно быть компактным и не выходить за рамки рабочей зоны станка, обеспечивая при этом легкое управление и свободный отвод стружки.

С учетом пересмотренной структуры базового технологического процесса и применения обрабатывающих центров, которые реализуют самые различные технологические переходы в рамках одной операции, необходимо предусмотреть приспособление, которое дает возможность точного базирования и надежной фиксации заготовки. Но при этом не ограничивает доступ режущего инструмента со всех направлений. Для обеспечения подвода инструмента с разных сторон станочное приспособление будет опираться на поворотный стол. Это дает возможность поворачивать заготовку вокруг вертикальной оси.

Тангенциальная сила при торцовом фрезерования:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t_x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot Z}{D^q \cdot n^w}, \qquad (28)$$

где C_p, x, y, u, q, w – коэффициенты и показатели степени способа фрезерования.

$$P_z = \frac{10 \cdot 491 \cdot 2{,}5^1 \cdot 0{,}3^{0{,}75} \cdot 160^{1{,}1} \cdot 7}{160^{1{,}3} \cdot 115^{0{,}2}} 1{,}2 = 5864 \text{ Н.}$$

Остальные компоненты равнодействующей силы

По осевым силам

P_h =0,4 P_z =2346 Н;

P_v =0,9 P_z=5277 Н.

Схема обработки установочной плоскости показана на рисунке 9.

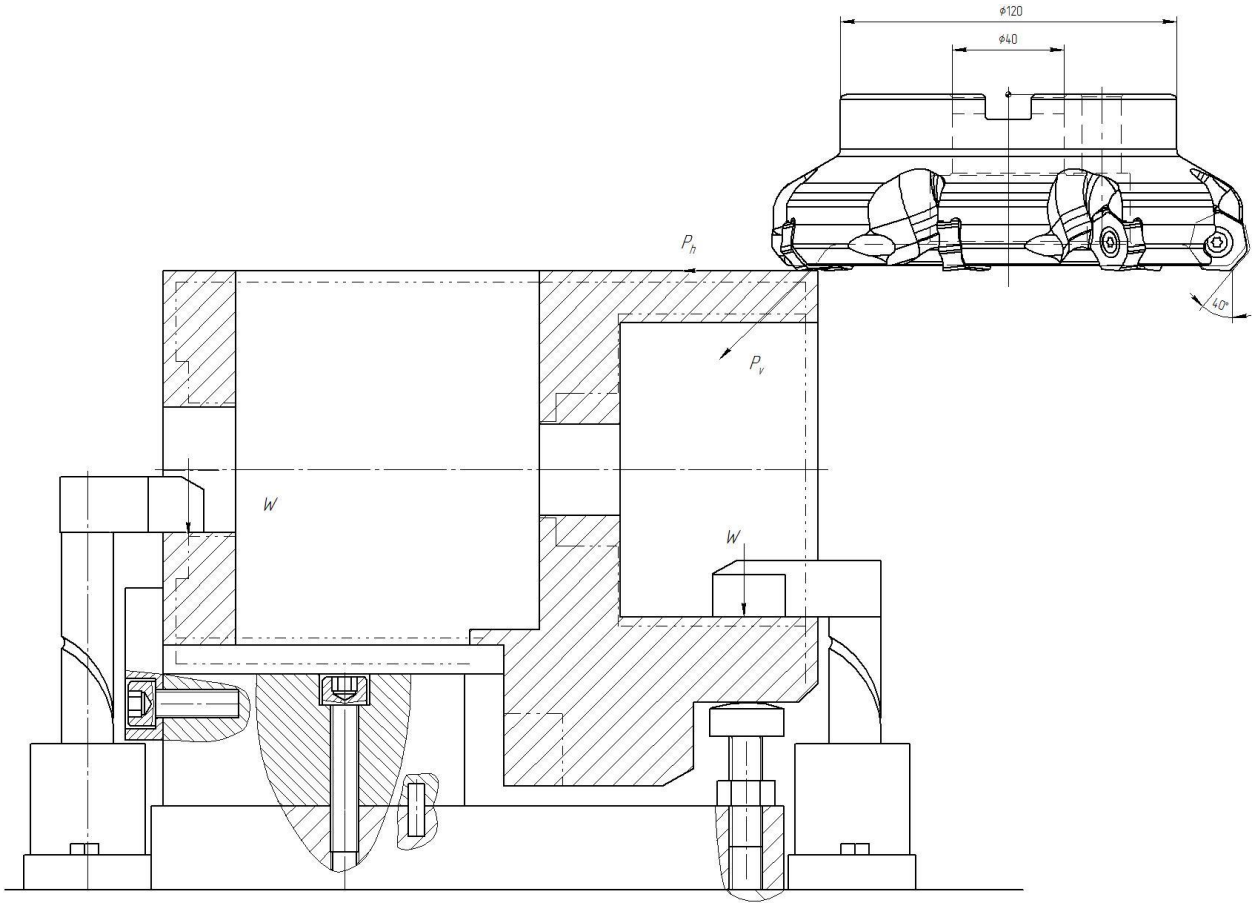


Рисунок 9 - Схема закрепления и обработки корпуса

Приравняем силу зажима и момент от сил резания в уравнении статического равновесия:

$$W \cdot (l1 + l2) \cdot f = P_h \cdot L_0 + P_v \cdot L_1 \qquad (29)$$

где W – усилие зажима, Н.

f – коэффициент трения;

P_h, P_v —компоненты вектора силы, Н;

l_0, l_1 L_0, L_1 – расстояние от точки приложения сил до точки поворота заготовки, м.

Выразив искомое W

$$W_{Pz} = \frac{k \cdot (P_h \cdot L_0 + P_v \cdot L_1)}{f \cdot (l_1 + l_2)}, \quad (30)$$

где k – коэффициент надежности.

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (31)$$

«где k_0 – минимальный коэффициент;

k_1 – коэффициент, учитывающий случайные неровности;

k_2 – коэффициент износа режущего инструмента;

k_3 – коэффициент прерывистой обработки;

k_4 – коэффициент постоянства силы W;

k_5 – коэффициент эргономики;

k_6 – коэффициент плоской технологической базой» [18].

$k = 1{,}5 \cdot 1{,}2 \cdot 1{,}2 \cdot 1{,}2 \cdot 1{,}2 = 3{,}11.$

$$W = \frac{3{,}11 \cdot (2346 \cdot 0{,}090 + 5277 \cdot 0{,}14)}{2 \cdot 0{,}3 \cdot (0{,}13 + 0{,}05)} = 27359H.$$

Для создания такой силы необходимо применить гидравлический привод. Для него рассчитывается диаметр поршня:

$$D = 1{,}13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{P}}, \quad (32)$$

где P –давление масла.

$$D = 1{,}13 \cdot \sqrt{\frac{27359}{5}} = 83\text{мм}.$$

Примем D=100 мм.

Для базирования по основным отверстиям с одновременным зажимом учитываем точность выверки самих приводов. Это делается по пазам плиты с посадкой H6/h6. Для паза 12 мм предельный зазор составит 44 мкм. С учетом погрешности изготовления самих приводов на уровне 50 мкм, общая погрешность установки в радиальном направлении составит 68 мкм. Это с учетом предельного допуска на черновом переходе 720 мм достаточно.

Приспособление для установки заготовки корпуса наладочного приспособления на 005 операции состоит из стандартных комплектующих элементов. В основе конструкции лежит базовая плита 2, которая имеет необходимые направляющие установочные конструктивные элементы – шпонки 9 для базирования на плите. На верхней плоскости система пазов и отверстий служит для установки всей необходимой оснастки. Для ориентации базовой плиты на рабочем столе станка применяются комплект из трех направляющих. Две шпонки реализуют направляющую базу, а третья - опорную.

Для установки заготовки используется пакет из опорных плит 6 и 7. Нижняя плита 7 крепится при помощи винтов 10 на базовой плите 2. На ней при помощи таких же длинных винтов 10 с позиционированием по двум штифтам 15 устанавливается верхняя опорная плита 6. Она необходима для того, чтобы выполнить ориентацию заготовки по двум установочным плоскостям, расположенным на разной высоте. Данная плита реализует две точки из установочный базы. Третья материализуется за счет подвижного опорного пальца 8, который имеет сферическую базовую поверхность и стопорится в отверстии нижней плиты 6 на нужной высоте при помощи гайки 13. Для создания опорной базы в продольном направлении на верхнюю плиту 6 с торца закрепляется опорная планка 5 при помощи коротких винтов 11. Для реализации направляющей базы используются прихваты 3 и 4 с двух сторон.

Особенностью конструкции этих прихватов является полуцилиндрическая зажимная поверхность. Это дает возможность провести центрирование заготовки по основным отверстием заготовки, которые получаются в исходной отливке. За счет этого формируется наиболее короткая размерная цепь между самыми точными поверхностями – основными отверстиями и чистовыми технологическими базами. Это дает возможность сформировать на них равномерный припуск под обработку.

Сами прихваты 3 и 4 выполнены на разной высоте, чтобы можно было базироваться по отверстиям разного диаметра. Расположены они на штоках, которые приводятся в движение отдельным гидравлическим приводом 1. Особенностью штока с прихватом 3, является наличие винтовой канавки которая позволяет одновременно при движении на раскрытие или открепление заготовки проводить его поворот из отверстия, освобождая за готовку.

3.2 Проектирование инструмента

Лимитирующими переходами при обработке корпусной детали наладочного приспособления являются фрезерные или расточные переходы. Для их совершения потребуется максимальное количество времени и расход инструмента. Для того, чтобы получить экономический выигрыш, необходимо изменить схему обработки на данных переходах или применить усовершенствованный режущий инструмент.

Последний подход является более перспективным с точки зрения капитальных затрат. Поэтому в рамках работы будет рассматриваться возможность использования современного режущего инструмента, прошедшего упрочнение режущей части или имеющего соответствующее износостойкое покрытие. Это дает возможность применить более интенсивные режимы резания или увеличить стойкость инструмента и

снизить расход на соответствующую статью затрат технологической себестоимости.

На основе проведенного обзора конструкций инструмента, наиболее перспективным является использование торцовой фрезы с семью зубьями (рисунок 10).

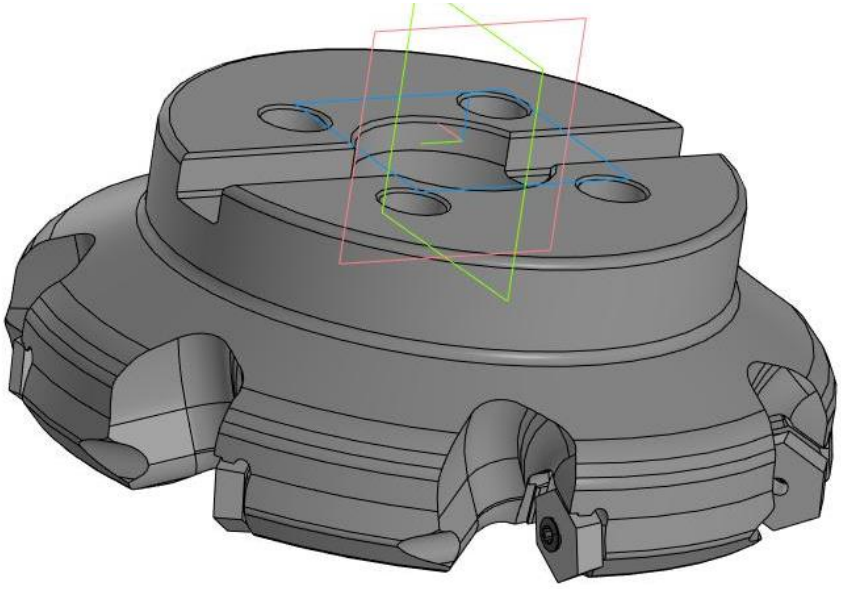


Рисунок 10 – Торцовая фреза сборная

Для повышения производительности за счет совмещения черновой и чистовой обработки вбирается фреза с корпусом из конструкционной стали 40Х и режущими пластинами из твердого сплава с покрытием.

Варианты пластин для обработки чугуна показаны на рисунке 11.

Рисунок 11 – Форма режущих пластин

Материал пластины NNMU200608ZEN-MKKT TC2312, которая предназначена для обработки стали и чугуна.

Для фрезерования выбираем пластину (рисунок 12) с покрытием, которое состоит из слоя AlCrN/AlCrSiN, нанесенного методом PVD толщиной 2–4 мкм в комбинации с ультратонкими частицами основы.

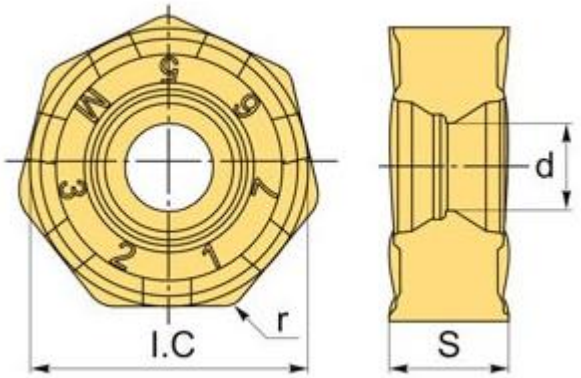


Рисунок 12 – Пластина NNMU200608ZEN-MKKT

Форма корпуса обеспечивает расположение зубьев под различными углами по отношению друг к другу. Это дает возможность проводить обработку со сниженными вибрациями, большей стойкостью. С учетом этого режимы резания для фрезерования на 005 операции пересчитаны в сторону увеличения и подачи и скорости резания, что снизило минутную подачу на 15%. Также снизилось основное время и штучное обработки.

Вывод по разделу

Спроектировано оснащение на 005 операцию.

4 Безопасность и экологичность работы

Рассматриваются меры по охране труда, безопасности и экологичности. Они включают организацию охраны труда на участке по обработке корпуса. Предусматривается охрана окружающей среды, меры пожарной профилактики.

Технологический процесс изготовления корпуса включает фрезерные и расточные операции. Выбран фрезерный обрабатывающий центр IRONMAC IMV-10.55. Приспособление – спроектированное наладочное приспособление. Инструменты: сборная торцовая фреза, концевая фреза и осевой инструмент для подготовки чистовых технологических баз. Следующие операции также выполняются на центре IRONMAC IMV-10.55 с использованием также СНП, а также инструментов той же группы. Кроме этого на станке 2706П расточными борштангами обрабатываются основные отверстия. Транспортировка заготовок корпусов ведется на палетах при помощи электрокаров.

В качестве технологической среды применяют охлаждающую жидкость - Велс-1.

На станках присутствуют опасные и вредные производственные факторы связанные с процессом резания.

К ним относятся травмоопасные физические факторы. Они создаются движущимися механизмами, включая вращающиеся и перемещающиеся элементы станка, режущие инструменты и приспособления.

Травмы могут нанести стружка, пожар и электрический ток.

Комплексное влияние на здоровье оказывают также повышенная температура воздуха и уровень шума около станка.

При черновых и чистовых переходах по разным причинам могут возникать вибрации. ;

Из-за особенностей резания чугуна с образованием мелкой стружки, во время обработки происходит формирование большого количсетва мелких

частиц. Это может привести к травме глаз и вредно повлиять на дыхательные пути.

Для исключения этих последствий необходимо применить меры по защите от опасных и вредных факторов.

Обеспечение средствами индивидуальной защиты (комбинезоны), обувь, перчатки и индивидуальными средствами защиты (очки и т.д.).

Станки имеют защитные экраны, заземление с предохранительными устройствами.

При расстановке станков они устанавливаются на виброизолирующие опоры.

Нормативы для нормальной трудовой деятельности, обеспечивается комплексно системами отопления, вентиляции и освещения.

Последнее на участке применяется комбинированное: естественное и искусственное. Вентиляция также комплексная: включает естественную и принудительную. Последняя создается за счет приточно-вытяжных установок на каждом рабочем месте.

Причины пожаров в цехе это поломка электрооборудования, возгорание промасленных материалов.

Необходимо обеспечить соблюдение правил эксплуатации оборудования. Проводить систематически противопожарный инструктаж.

Участок оборудован пожарной сигнализацией и стационарной огнетушительной системой. На постах предусмотрены огнетушители ОХП - 10, УО- 5 и песок.

Для обеспечения экологических норм все технологические отходы проходят очистку. Воздух очищают при помощи фильтрующих устройств. Твердые отходы поступают в переплавку. Технологические жидкости перерабатывается в системе очистных сооружений.

Выводы по разделу

Данные мероприятие в комплексе привозят к необходимой защите от воздействия вредных факторов и снижению ущерба окружающей среды.

5 Экономическая эффективность работы

Задача раздела – «рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического проекта. Произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта и определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений» [7].

Решение поставленной задачи основано на данных предыдущих разделов. Обобщенная схема изменений процесса производства представлена на рисунке 13.

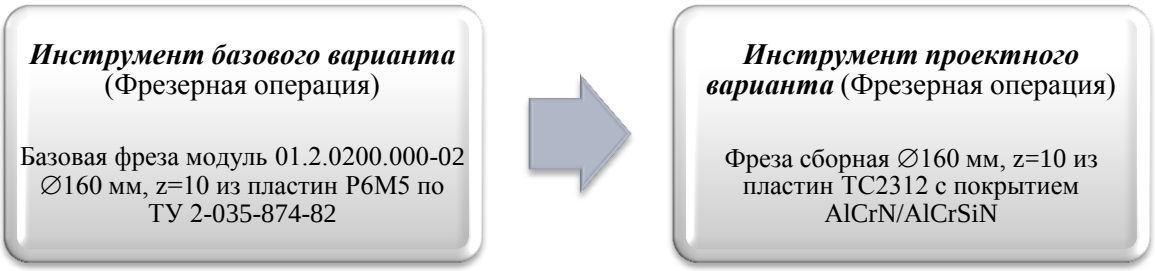


Рисунок 13 – Обобщенная схема изменений процесса производства

Обобщенная схема выделяет операции, наиболее значимые с точки зрения формирования затрат. Количественная оценка этих операций стартует с расчета технологической себестоимости по установленной методике [7]. Величина технологической себестоимости и показатели, ее определяющие, представлены на рисунке 14.

Из рисунка 14 наглядно просматривается зависимость величины технологической себестоимости от основной заработной платы, которые составляют около 40 % от общего объема, в обоих вариантах. При этом, технологическая себестоимость не значительно зависит от величины начислений на заработную плату, доля которых составляет чуть более 12 %, также в обоих вариантах.

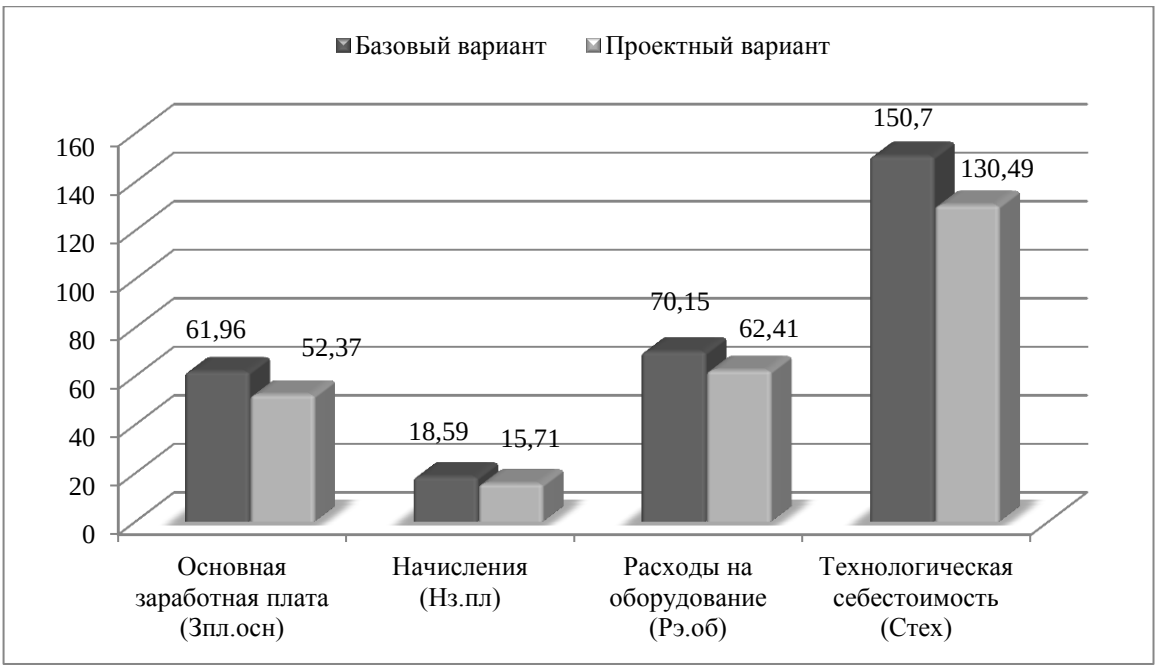


Рисунок 14 – Величина технологической себестоимости, а также, показатели из которых она формируется, руб.

После выполнения всех требуемых вычислений, следующим шагом является определение объема капиталовложений в данный процесс производства, иначе говоря, требуется оценить необходимый масштаб инвестиций. Для этого прибегнем к «методике расчета капитальных вложений (инвестиций) по сравниваемым вариантам технологического процесса» [7]. По причине того, что изменения технологического процесса касаются лишь инструмента, масштаб инвестиций будет основываться на частичном перечне затрат. Это будут: «затраты на проектирование ($K_{ПР}$), инструмент ($K_{И}$) и корректировку программного обеспечения ($K_{К.П.ОБ}$)» [7]. На изображении (рисунок 15) выразительно изложены цифровые данные заявленных показателей и общий масштаб инвестиций.

Анализ данных рисунка 15 показывает, что подавляющая часть инвестиций (47,3 %) приходится на проектирование. В то же время, затраты на инструмент и корректировку составляют только по 26,1 % и 26,6 %, соответственно, что является относительно небольшой долей общих вложений.

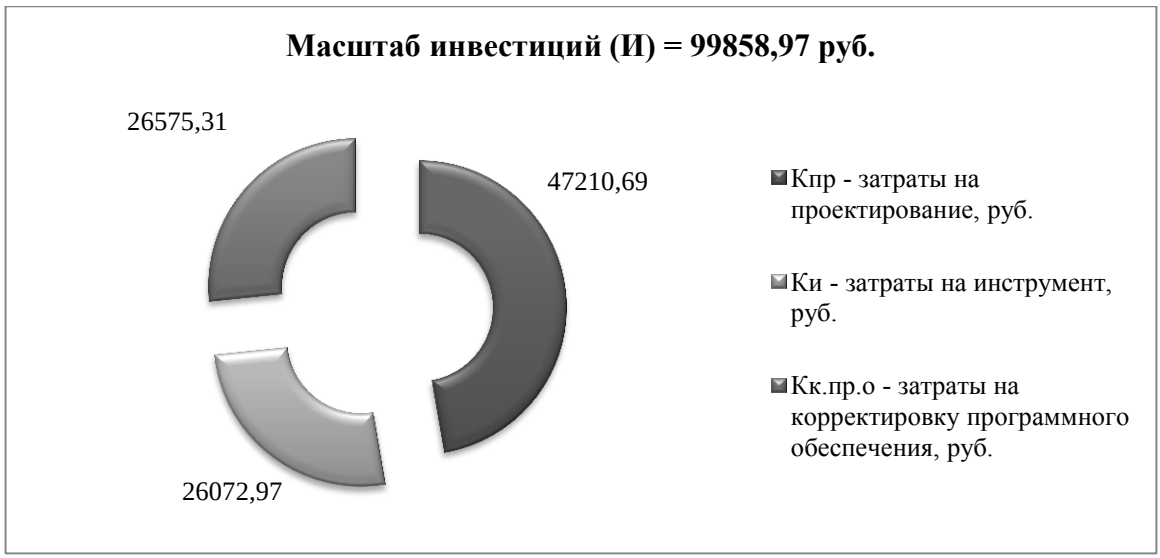


Рисунок 15 – Цифровые данные заявленных показателей и общий масштаб инвестиций, руб.

Следующим шагом является расчет количественных значений ключевых экономических показателей: «чистой прибыли, срока окупаемости и интегрального экономического эффекта» [7]. Расчет выполняется в соответствии с «методикой расчета показателей экономической эффективности проектируемого варианта технологического процесса» [7]. Полученные значения данных показателей отражены на рисунке 16.

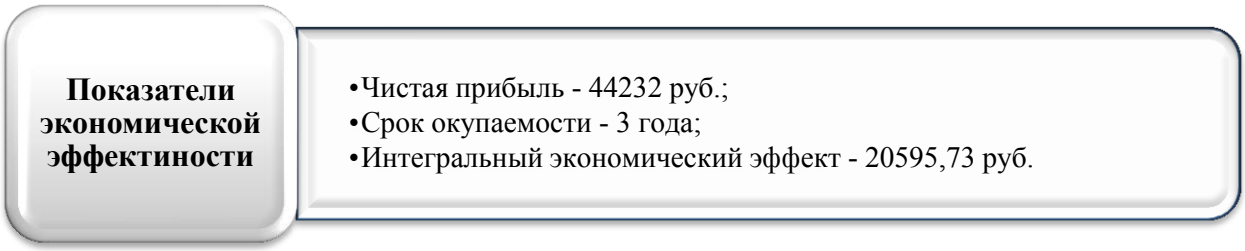


Рисунок 16 – Демонстрация цифровых параметров экономических показателей

Выводы по разделу

Все проведенные экономические исследования, подтверждают его эффективность, поскольку его реализация приведет к получению совокупного экономического эффекта в размере 20595,73 рублей.

Заключение

В рамках преддипломной практики был рассмотрен современный технологический процесс изготовления корпуса тисков из высокопрочного чугуна ВЧ40.

В первом разделе описана конструкция тисков и служебное назначение корпуса. Проведен анализ технологичности детали, проанализирован материал, описана конструкция тисков, где работает деталь. Выбор чугуна типа ВЧ обусловлен высокими требованиями к прочности и жесткости корпуса приспособления.

Во втором разделе определен тип производства, описаны его характеристики и выбран метод получения заготовки. Объем выпуска корпуса определен в 10000 деталей в год. Это относит технологию изготовления корпуса к среднесерийному производству. Выбраны экономически выгодные методы получения заготовки – отливка в землю или в оболочковые формы. Также рассмотрены методы обработки каждой поверхности детали, учитывающие их форму, точность и шероховатость. Принятая технология соответствует типовой. Первоначально создаются чистовые технологические базы: плоскость и два установочных отверстия. Затем производится обработка по наружному контуру, преимущественно методами фрезерования. Для обработки внутренних поверхностей применяются расточные переходы и различные осевые инструменты.

В третьем разделе представлено проектирование станочного приспособления для многоцелевой операции – специализированного наладочного приспособления, которое обеспечивает механизированный зажим-разжим заготовки.

Все представленные технологические операции сопровождаются разработкой мер по охране труда и защите окружающей среды

Разработанная технологическая и конструкторская документация приведена в приложении.

Список используемой литературы и источников

1. Безъязычный В.Ф. Методы подобия в технологии машиностроения : монография / В.Ф. Безъязычный. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 356 с.
2. Бердников Л.Н., Безъязычный В.Ф. Справочник фрезеровщика. – М. : Инновационное машиностроение, 2023. – 272 с.
3. Бочкарев П.Ю. Оценка производственной технологичности деталей: Учебное пособие/П.Ю. Бочкарев, Л.Г. Бокова. – СПб: Издательство «Лань», 2022. – 132 с.
4. Вереина Л. И. Металлообработка : справочник / Л.И. Вереина, М.М. Краснов, Е. И. Фрадкин; под общ. ред. Л.И. Вереиной. - Москва: ИНФРА-М, 2013. - 320 с.
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.
6. 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.
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. Лебедев В. А. Технология машиностроения : Проектирование технологий изготовления изделий : учеб. пособие для вузов / В. А. Лебедев, М. А. Тамаркин, Д. П. Гепта. - Гриф УМО. - Ростов н/Д : Феникс, 2008. - 361 с.
9. Луценко О. В. Технологические процессы, производства и оборудование : учеб. пособие / О. В. Луценко. - Белгород : БГТУ : ЭБС АСВ, 2012. - 90 с.

10. 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.

11. Маталин А. А. Технология машиностроения : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. 151001 напр. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. производств" / А. А. Маталин. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. - СПб. [и др.] : Лань, 2010. - 512 с. : ил. - (Учеб. для вузов. Спец. лит.). - Библиогр.: с. 510.

12. Михайлов А.В., Расторгуев Д.А. Основы проектирования технологических процессов механосборочного производства/ А.В. Михайлов, Д.А. Расторгуев. - Тольятти: ТГУ, 2003. – 160 с. : ил. - Библиогр.: с. 264-267. - ISBN 5-8259-0172-8 : 143-64.

13. Обработка металлов резанием : справочник технолога / А. А. Панов [и др.] ; под общ. ред. А. А. Панова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2004. - 784 с.

14. 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.

15. Режущий инструмент [Текст] : учеб. для вузов / Д. В. Кожевников [и др.] ; под ред. С. В. Кирсанова. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2004. - 511 с.

16. Технология машиностроения : в 2 кн.: учеб. пособие для вузов. Кн.1. Основы технологии машиностроения / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С.Л. Мурашкина . - Изд. 2-е, доп. ; Гриф МО. - М. : Высш. шк., 2005. - 278 с. : ил. - Библиогр.: с. 275-276. - ISBN 5-06-004367-3 (кн. 1) : 164-55

17. Технология машиностроения : в 2 кн.: учеб. пособие для вузов. Кн.2. Производство деталей машин / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С.Л. Мурашкина. - Изд. 2-е, доп. ; Гриф МО. - М. : Высш. шк., 2005. - 295 с. : ил. -

Библиогр.: с. 292-293. - Прил.: с. 223-291. - ISBN 5-06-004368-1 (кн. 2) : 167-27

18. Самойлова, Л. Н. Технологические процессы в машиностроении : лаб. практикум : учеб. пособие / Л. Н. Самойлова, Г. Ю. Юрьева, А. В. Гирн. - Изд. 3-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 156 с.

19. Строителев В. Н. Методы и средства измерений, испытаний и контроля [Текст] : учеб. для вузов / В. Н. Строителев ; [редкол.: В. Н. Азаров (председ.) и др.]. - Москва : Европ. центр по качеству, 2002. - 150 с.

20. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие. Т. 1 / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 547 с.

21. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие. Т. 2 / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 518 с.

22. Технологические процессы механической и физико-химической обработки в машиностроении : учебное пособие / В. Ф. Безъязычный, В. Н. Крылов, Ю. К. Чарковский, Е. В. Шилков. - Изд. 4-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 432 с.

Приложение А

Технологические карты

Таблица А.1 - Маршрутная карта

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

Дубл.			
Взам.			
Подл.			
		2	1
Разраб.	Савченко А.Ю.	Корпус наладочного приспособления	
Проверил	ЗотовА.В.		
Утвердил	ЛогиновН.Ю.		
Н. контр.	ЗотовА.В.	–	

М 01	ВЧ40 ГОСТ 1412-85									
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД	МЗ
М 02		кг	30,8	1	1	0.7	22	220х200х180	1	36

	Цех Уч. РМ Опер. / Код, наименование операции / Код, наименование оборудования	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.
А03	000 1060 Заливка формы											
Б04							1	1	1			
А05	005 4237 Комплексная на обрабатывающих центрах с											
А06	ЧПУ											
Б07	Фрезерный обрабатывающий центр IRONMAC IMV-10.55						1	1	1			
А08	010 4237 Комплексная на обрабатывающих центрах с											
А09	ЧПУ											
Б10	Фрезерный обрабатывающий центр IRONMAC IMV-10.55						1	1	1			
А11	015 4237 Комплексная на обрабатывающих центрах с											
А12	ЧПУ											
Б13	Фрезерный обрабатывающий центр IRONMAC IMV-10.55						1	1	1			
А14	020 5000 Термическая обработка											
Б15							1	1	1			
А16	025 4237 Комплексная на обрабатывающих центрах с											
МК	Маршрутная карта											2

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1б

Дубл.				
Взам.				
Подл.				
			–	2
		корпус тисков		АСКОН 10100.00000

	Цех / Уч. / РМ / Опер. / Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.
А	Цех; Уч.; РМ; Опер.; Код, наименование операции	Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала	Обозначение, код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.
А01	ЧПУ											
Б02	VHF 350M-TI, 350BS-TI (B)						1	1	1			
А03	030 4224 Алмазно-расточная											
Б04	Горизонтальный отделочно-расточной полуавтомат с подвижным столом						1	1	1			
Б05	2706П											
А06	035 0125 Промывка											
Б07							1	1	1			
А08	040 0200 Контроль											
Б09							1	1	1			
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
МК	Маршрутная карта											3

Таблица А.2 – Операционная карта

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.					
Взам.					
Подл.					
		–	2	1	
Разраб.		Корпус наладочного приспособления			
Проверил					
Утвердил					
Н. контр.		–			005

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
Комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ	ВЧ40 ГОСТ 1412-85	150	кг	3.6	220х200х180	5	1

Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	То	Тв	Т пз.	Тшт.	СОЖ
Фрезерный обрабатывающий центр IRONMAC IMV-10.55		5,72	3,2	25	9,82	

Р		ПИ	D или В	L	t	i	S	n	v
Т01	СНП с механизированным приводом								
002	1. Фрезеровать плоскость начерно								
Т03	01.2.0200.000-02 Фреза ⌀160, z=10 Р6М5 ТУ 2-035-874-82								
Р04		–			2,3	1	0.24	229	115
005	2. Фрезеровать плоскость начисто								
Т06	01.2.0200.000-02 Фреза ⌀160, z=10 Р6М5 ТУ 2-035-874-82								
Р07		–			4	1	0.15	368	185
008	3. Фрезеровать пазы								
Т09	2229-0406 Фреза ⌀16, z=6 Т15К6 ГОСТ 20535-75								
Р10		–			2	8	0,24	1731	87
011	4. Сверлить глухие отверстия								
Т12	2302-1042 Сверло ⌀8.5 Р18 ГОСТ 20696-75								
Р13		Т3			4.25	2	0.15	1798	48

ОК	Операционная карта	4

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

ГОСТ 3.1404-86 Форма 2а

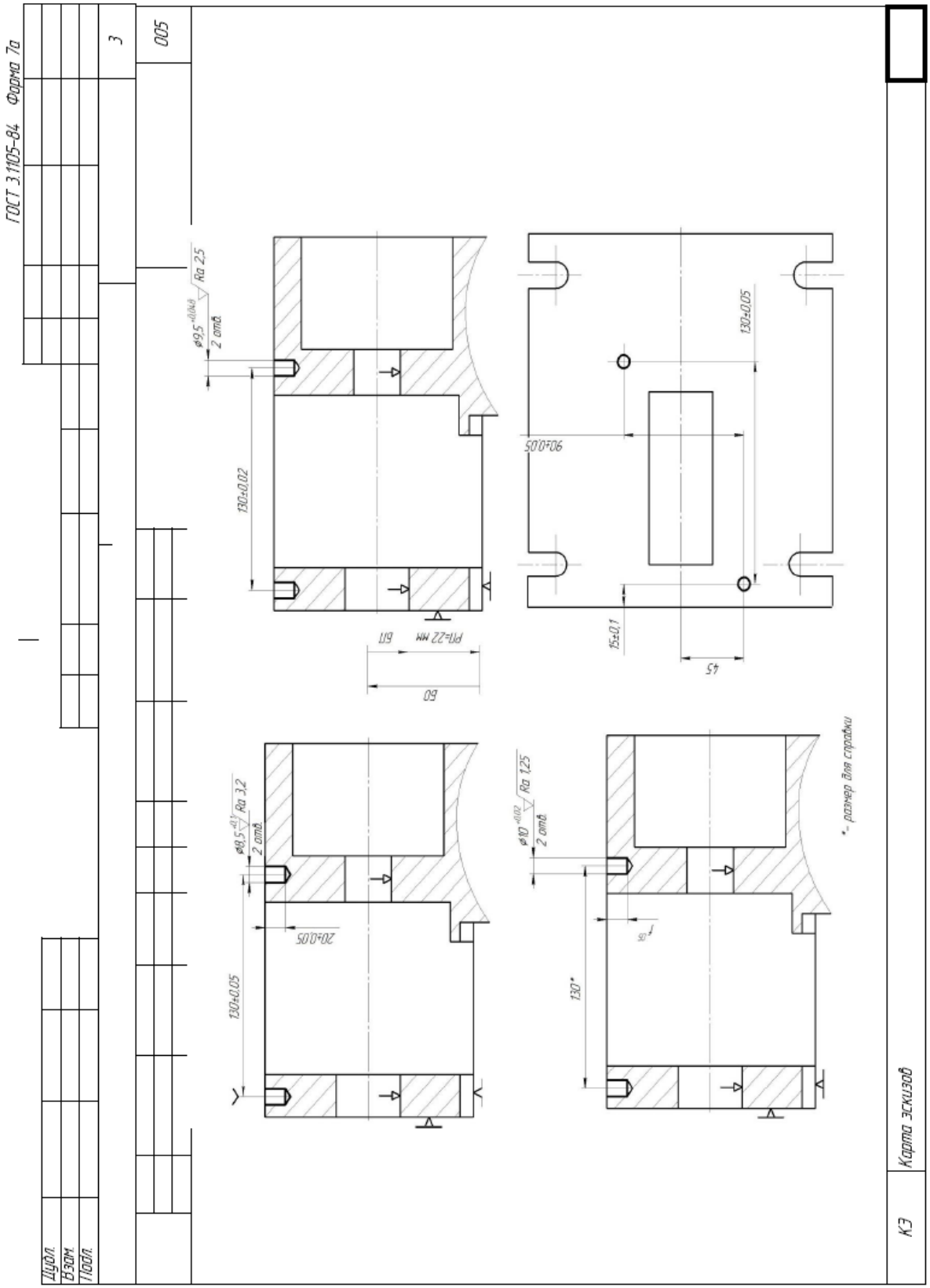
Дубл.			
Взам.			
Подл.			

	Корпус наладочного приспособления	–	2
			005

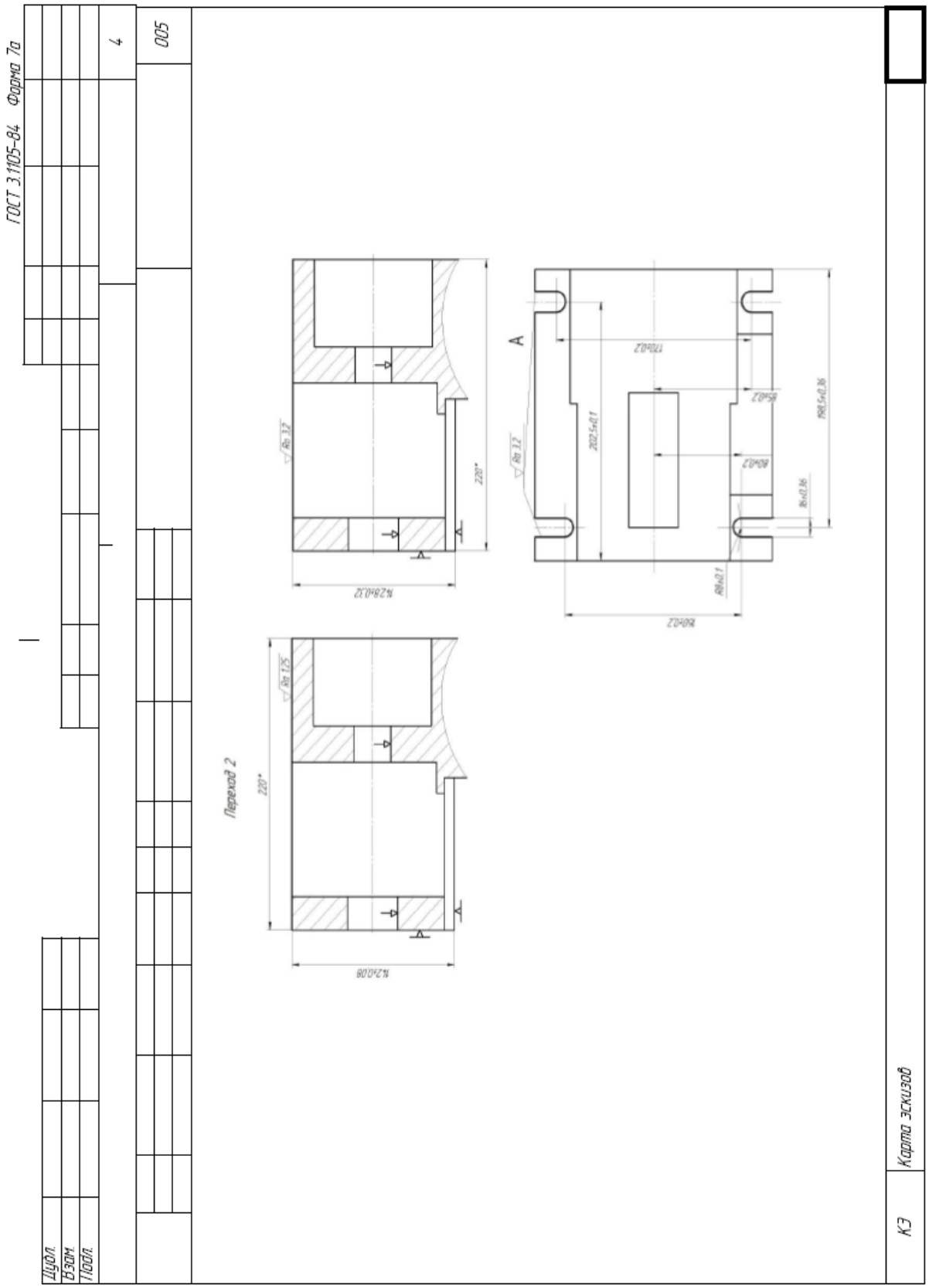
Р		ПИ	D или В	L	t	i	s	n	v
001	5. Зенкеровать глухие отверстия								
Т02	2320-2505 Зенкер ⌀9.8 ВК8 ГОСТ 21544-76								
Р03		Т5			0.75	1	0.25	955	27
004	6. Развернуть глухие отверстия								
Т05	2363-2051 Развертка ⌀10 ВК6 ГОСТ 28321-89								
Р06		Т6			0.25	2	0.5	509	16
07									
08									
09									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									

ОК	Операционная карта	5

Продолжение таблицы А.2



Продолжение таблицы А.2



Приложение Б

Спецификация приспособления

Таблица Б.1 – Спецификация приспособления

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
A1			25.ВКР.ОТМП.63.65.00.000.СБ	Сборочный чертеж		
				Сборочные единицы		
		1	25.ВКР.ОТМП.63.65.00.000.СБ	Гиюропривод	1	
				Детали		
		2	25.ВКР.ОТМП.636.65.00.002	Базовая плита	1	
		3	25.ВКР.ОТМП.636.65.00.003	Прихват	1	
		4	25.ВКР.ОТМП.636.65.00.004	Прихват	1	
		5	25.ВКР.ОТМП.636.65.00.005	Планка опорная	1	
		6	25.ВКР.ОТМП.636.65.00.006	Плита верхняя	1	
		7	25.ВКР.ОТМП.636.65.00.007	Плита нижняя	1	
		8	25.ВКР.ОТМП.636.65.00.008	Винт опорный	1	
		9	25.ВКР.ОТМП.636.65.00.009	Шпонка	2	
		10	25.ВКР.ОТМП.636.65.00.010	Винт	7	
		11	25.ВКР.ОТМП.636.65.00.011	Винт короткий	3	
		12	25.ВКР.ОТМП.636.65.00.012	Винт Т	4	
		13	25.ВКР.ОТМП.636.65.00.013	Гайка	1	
		14	25.ВКР.ОТМП.636.65.00.014	Винт малый	2	
		15	25.ВКР.ОТМП.636.65.00.015	Штифт	2	

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата

25.ВКР.ОТМП.636.65.00.000.СП

Разраб.	Савченко А.Ю.	Станочное приспособление	Лит. / Лист / Листов 1
Пров.	ЗатовА.В.		ТГУ ТМбп-2001бс
Н.контр.	ЗатовА.В.		
Утв.	ЛогиновН.Ю.		

КОМПАС-3D v21 Учебная версия © 2022 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Не для коммерческого использования. Копировал. Формат А4

Приложение В

Спецификация фрезы

Таблица В.1 – Спецификация инструмента

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
A2			25.ВКР.0ТМП.63.70.00.000.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
		1	25.ВКР.0ТМП.63.70.00.001	Корпус	1	
		2	25.ВКР.0ТМП.63.70.00.002	Режущая пластина	7	
		3	25.ВКР.0ТМП.63.70.00.003	Винт	7	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	25.ВКР.0ТМП.63.70.000.СП		
Разраб.		Савченко А.Ю.			Фреза торцевая	Лит. Д	Лист	Листов 1
Пров.		ЗотовА.В.				ТГУ, ИМ, гр. ТМбп-2001бс	
Н.контр.		ЗотовА.В.					
Утв.		ЛогиновН.Ю.					

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

КОМПАС-3D v21 Учебная версия © 2022 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Не для коммерческого использования. Копировал. Формат А4