

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт промышленной инженерии им. А.Буркитбаева

Кафедра Стандартизация, сертификация и технология машиностроения

Тлеубеков Аманжол Галымұлы

Разработать технологический процесс изготовления детали "корпус" и сборки изделия "модуль 3" ветровой установки, годовая программа 1800 штук

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к дипломному проекту

Специальность 5В071200 - Машиностроение

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт промышленной инженерии им. А.Буркитбаева

Кафедра Стандартизация, сертификация и технология машиностроения

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой ССиТМ
канд.техн.наук, доцент
Альпеисов А.Т.
« 08 » 05 2019г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к дипломному проекту

На тему: «Разработать технологический процесс изготовления детали "корпус" и сборки изделия "модуль 3" ветровой установки, годовая программа 1800 штук»

по специальности 5В071200 - Машиностроение

Выполнил:




Тлеубеков А.Г.

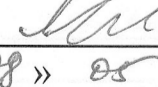
Рецензент

Научный руководитель

Зам .гл.технолога АО «Машиностроительный завод имени С.М.Кирова»

канд.техн.наук, профессор

 М.Г.Зинулла
« 06 » 05 2019г.

 Е.С.Аскарров
« 08 » 05 2019г.

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева

Институт промышленной инженерии имени А.Буркитбаева

Кафедра стандартизации, сертификации и технологии машиностроения

Шифр и наименование специальности 5B071200 – Машиностроение

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ССиТМ

канд. техн. наук, доцент

(ученая степень, звание)

Альпеисов А.Т.

подпись Ф.И.О.

“06” авг 2019 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Обучающемуся Тлеубекову Аманжолу Галымулы

Тема Разработать технологический процесс изготовления детали "корпус" и сборки изделия "модуль 3" ветровой установки, годовая программа 1800 штук

Утверждена приказом по университету № 1252-б от «06» 11 2018 г.

Срок сдачи законченной работы «14» мая 2019г.

Исходные данные к дипломному проекту:

Чертеж детали "корпус" и сборочный "модуль 3", нр. вып. 1800штук

Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов:

а) Технологический процесс изготовления детали "корпус"

б) _____

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных

чертежей) Чертеж детали "корпус", чертеж изделия "модуль 3"

Рекомендуемая основная литература Аскаров Е.С. "Технология машин."

ГРАФИК

подготовки дипломного проекта

| Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов | Сроки представления научному руководителю и консультантам | примечание |
|--|---|---------------------|
| Разработка технологии изготовления детали "корпус" | 11.02 – 26.02.2019 | <i>было сделано</i> |
| Проектирование оснастки | 20.02-18.03.2019 | |
| Проектирование технологии сборки изделия "модуль 3" | 26.03-24.04.2019 | |

ПОДПИСИ

консультантов и нормоконтролера на законченный дипломный проект с указанием относящихся к ним разделов работы

| Наименование раздела | Научный руководитель, консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание) | Дата подписания | Подпись |
|----------------------|--|------------------|------------|
| Нормоконтроль | Аблқайыр Ж.Н. | <i>[подпись]</i> | 13/05/2019 |

Научный руководитель _____ *[подпись]* / Аскарлов Е.С. /
(подпись) (Ф.И.О.)

Задание принял к исполнению студент _____ *[подпись]* / Глеубеков А.Г. /
(подпись) (Ф.И.О.)

Дата « 11 » 02 2019г.

Аннотация

В данной работе проанализированы новейшие разработки в области альтернативной энергетики, их преимущества и недостатки, а также перспективы их развития в Казахстане. Рассмотрен подробный технологический процесс изготовления детали и сборки изделия с применением возможностей систем автоматизированного проектирования. В проекте дан анализ научных трудов Аскарова Е.С. На основе изучения выявлена и обоснована необходимость внедрения современных технологий, а также возможность производства ветроэнергетических установок в отечественных производственных базах.

Annotation

In this paper, we analyze the latest developments in the field of alternative energy, their advantages and disadvantages, as well as the prospects for their development in Kazakhstan. Considered a detailed process of manufacturing parts and product assembly using the capabilities of computer-aided design systems. The project provides an analysis of the scientific works of Askarov E.S. On the basis of the study, the necessity of introducing modern technologies was identified and justified, as well as the possibility of producing wind power plants in domestic production bases.

Аңдатпа

Осы мақалада баламалы энергетика саласындағы соңғы жаңалықтарды, олардың артықшылықтары мен кемшіліктерін, сондай-ақ олардың Қазақстанда даму перспективаларын талдаймыз. Компьютерлік дизайн жүйелерінің мүмкіндіктерін пайдалана отырып, бөлшектер мен бұйымдарды құрастырудың егжей-тегжейлі процесі қарастырылды. Жоба А.С. Асқаровтың ғылыми еңбектеріне талдау жасайды. Зерттеудің негізінде қазіргі заманғы технологияларды енгізу қажеттілігі анықталды және дәлелденді, сондай-ақ жел электр станцияларын отандық өндіріс базаларында өндіру мүмкіндігі.

Содержание

| | |
|--|----|
| Введение | 7 |
| 1 Раздел 1. Разработка технологических процессов как основа технологической подготовки производства | 9 |
| 1.1 Анализ технических требований к детали | 11 |
| 1.2 Определение типа производства | 13 |
| 1.3 Контроль чертежа детали на предмет соответствия ее конструкции требованиям технологичности ¹⁴ | 15 |
| 1.4 Вид исходной заготовки ,ее размеры и метод получения | 17 |
| 1.5 Выбор технологических баз | 18 |
| 1.6 Выбор оборудования и его характеристики | 20 |
| 2 Раздел 2. Принципы, последовательность и практическая часть разработки технологического процесса | 22 |
| 2.1 Маршрут обработки поверхностей детали | 23 |
| 2.2 Маршрут изготовления детали, средства технологического оснащения и проектирование операций | 25 |
| 2.3 Расчет режимов резания | 27 |
| 2.4 Определение нормы времени и нормы выработки | 29 |
| 2.5 Техничко-экономические показатели технологического процесса | 30 |
| 3 Раздел 3. Разработка последовательности сборки изделия “Модуль 3” | 32 |
| Заключение | 33 |
| Список использованной литературы | 34 |
| Приложение | |

ВВЕДЕНИЕ

Возобновляемые источники энергии – это солнце, ветер, вода, земля и природные факторы, чью энергию (другими словами это альтернативные источники энергии) можно преобразовать в электрическую или тепловую.

С каждым днем в мире увеличивается количество солнечных батарей, ветрогенераторов и других установок, использующих энергию природы. Экологически чистые источники энергии становятся как никогда актуальны в наше время. Причина этого кроется в их неоспоримых преимуществах перед энергией, добываемой из нефти, газа и угля:

1. *Неисчерпаемость ресурса.* Солнце, ветер и термальные силы Земли существуют постоянно, их не нужно добывать, транспортировать и перерабатывать;

2. *Автономность.* Жилой дом или предприятие, получающее электричество от собственных альтернативных источников, не зависит от перебоев электричества в сети. Для районов, где электросети и газопровод не проведены, возобновляемые источники энергии - настоящая находка;

3. *Окупаемость.* За потребляемую энергию никому не нужно платить: экономия со временем превысит расходы на оборудование и начнет приносить прибыль;

4. *Безопасность.* Возобновляемые источники энергии не производят вредных для человека выбросов в то время, как добыча нефти, продукты сгорания бензина, газа и угля серьезно загрязняют окружающую среду, провоцируя солидный перечень заболеваний. В городах, где работают традиционные теплоэлектростанции ежегодно десятки тысяч людей умирают от диагнозов, связанных с выбросами;

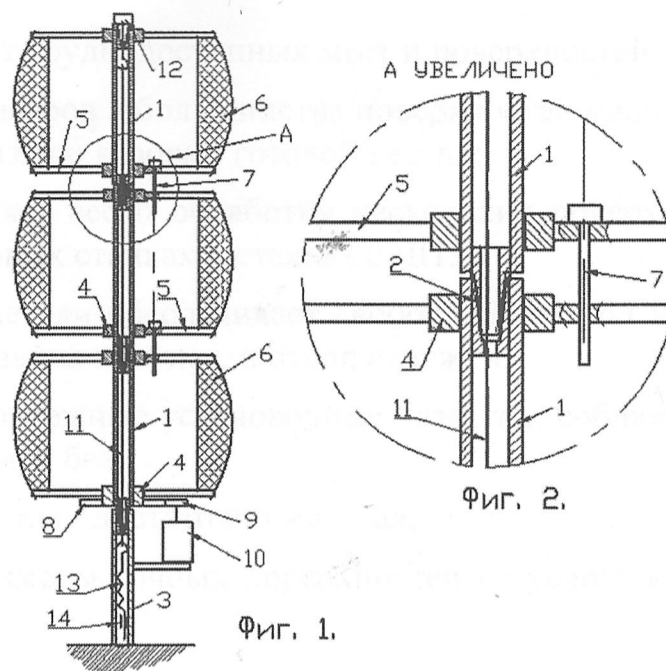
5. *Влияние на климат.* С тем, что климат на нашей планете изменяется, сегодня согласны даже ортодоксальные ученые. Оптимисты же утверждают, что уменьшение выбросов остановит процесс и предотвратит многие стихийные бедствия.

Одной из таких установок является патент Аскарова Е.С. на изготовление ветровой энергетической установки (ВЭУ) с вертикальной осью вращения типа Савониус с упрощенной технологией изготовления и пониженной стоимостью. ВЭУ является модульной, что позволяет изменять мощность установки в диапазоне от 1 до 10 кВт в зависимости от потребителя. Эта установка имеет большие перспективы и могла бы улучшить энергетическую обстановку для Казахстана:

- 1) Обеспечение электроэнергией отдаленных небольших населенных пунктов ;
- 2) Снижение уровня безработицы в отдаленных районах, при наличии дешевой энергии будет развиваться малый бизнес;

- 3) Снижение уровня миграции в большие города;
- 4) Улучшение экологической обстановки;
- 5) Технологической упрощение конструкции позволит заводам с невысоким уровнем технологических возможностей начать серийное изготовление таких ВЭУ.

Рисунок .1 Модульный ветрогенератор



Разработка технологических процессов - это основа технологической подготовки производства. Любой технологический процесс должен быть эффективен и обеспечивать повышение производительности труда и качества деталей, сокращение трудовых и материальных затрат на его реализацию, снижение себестоимости деталей, уменьшение вредных воздействий на окружающую среду.

Цель дипломного проекта:

Разработка технологического процесса изготовления детали «Корпус» в условиях крупносерийного производства.

Поставленная цель определила следующие задачи:

1. Анализ исходных данных для разработки технологического процесса производства детали.
2. Выбор необходимого оборудования для изготовления детали.
3. Выбор режущего и измерительного инструмента.
4. Разработка содержания технологических операций.
5. Расчет и проектирование приспособления для одной из операций.

Раздел 1. Разработка технологических процессов как основа технологической подготовки производства

1.1 Анализ технических требований к детали

Деталь типа «Корпус» имеет сложную геометрическую форму.

Достоинства:

1. Деталь не имеет труднодоступных мест и поверхностей для обработки;
2. Перепады диаметров в большинстве поверхностей малы, что позволяет получить заготовку близкую к форме готовой детали;
3. Деталь позволяет вести обработку нескольких поверхностей за один установ (на многолезцовых станках и станках с ЧПУ);
4. Конструкция детали обеспечивает свободный подвод и отвод инструмента и СОЖ в зону резания и из нее, и отвод стружки;
5. Деталь имеет надежные установочные базы, т.е. соблюдается принцип постоянства и совмещения баз;
6. Конструкция детали достаточно жесткая;
7. Допуски на размеры точных поверхностей не усложняют технологию производства.

Недостатки:

1. Несимметрична относительно перекрещивающихся осей детали;
2. Требуется применение специальных приспособлений.

Расчет КИМ. Произведен с помощью программного пакета для РС

«Компас-3D»

$$\text{КИМ} = M_{\text{дет.}} / M_{\text{заг.}} = 4,8 / 7,2 = 0,66$$

Технологический процесс – часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и последующему определению состояния предметов труда. Технологический процесс может включать различные технологические методы: обработку резанием, термическую обработку, сварку, сборку и состоит из технологических операций

При разработке технологического процесса нужна необходимая информация: рабочий чертеж детали, технологические требования, тип производства.

1.2 Определение типа производства

Такт выпуска изделий

$$\tau = \frac{60F_d}{N}$$

где F_d – действительный годовой фонд времени работы станка, его можно принять равным 2016 часов при односменной работе предприятия. Это время получено из следующих расчетов:

В году 52 недели, в одной неделе 5 рабочих дней, рабочая смена равна 8 часам. В казахстане существует 8 дней официальных праздников, эти дни считаются не рабочими.

$$F_d = 8 \cdot 5 \cdot 52 - 8 \cdot 8 = 2016 \text{ ч.}$$

Коэффициент серийности характеризует количество различных операций, закрепленных за одним станком:

$$K_{сер} = \frac{\tau}{T_{шт}}$$

где $T_{шт}$ – среднее штучное время обработки детали.

Для массового производства $K_{сер} < 2$, для крупносерийного $K_{сер} = 2-10$, для среднесерийного $K_{сер} = 10-20$ и мелкосерийного $K_{сер} > 20$, для единичного $K_{сер} > 40$.

Таблица 1. Зависимость типа производства от объема выпуска и массы детали

| Масса детали, кг | Тип производства | | | | |
|------------------|------------------|----------------|-----------------|-----------------|----------|
| | Единичное | Мелко-серийное | Средне-серийное | Крупно-серийное | Массовое |
| <1,0 | <10 | 10...1500 | 1500...100000 | 75000...200000 | 200000 |
| 1,0...2,5 | <10 | 10...1000 | 1000...50000 | 50000...100000 | 100000 |
| 2,5...5,0 | <10 | 10...500 | 500...35000 | 35000...75000 | 75000 |
| 5,0...10,0 | <10 | 10...300 | 300...25000 | 25000...50000 | 50000 |
| >10 | <10 | 10...200 | 200...10000 | 10000...25000 | 25000 |

При разработке тех. процесса я руководствовался данными из таблицы для ориентировочного определения типа производства (В.И.Скворцов, с.231) Масса изделия “корпус” $m=12.98$ кг., годовая программа $D=1800$ шт.

$$1800 * 12,98 = 23364 \text{ кг}$$

Ориентировочный тип производства – Крупносерийный

В данном проекте рассмотрен один из возможных технологических процессов обработки детали типа Корпус, предназначенной для закрепления лопастей ветроустановки, разработан технологический процесс для выполнения на металлорежущих станках, выбран вид заготовки и метод её получения, рассчитаны припуски для обработки, режимы резания, рассчитано специальное приспособление.

При выполнении ряда разделов проекта (расчёт припусков, расчёт режимов резания) был использован программный пакет Компас-3D.

Представлен графический материал: чертежи детали, заготовки, приспособления, карт наладок, альбом технологических карт с операционными эскизами.

В данной работе были развиты навыки к самостоятельному решению задач в области проектирования технологических процессов, в выборе оборудования и режущего инструмента для получения годной детали механической обработкой.

При оформлении графической части проекта и альбома технологических карт учитывались требования ЕСКД и ЕСТП.

1.3 Контроль чертежа детали на предмет соответствия ее конструкции требованиям технологичности

Технологический контроль чертежа детали технолог выполняет для оценки соответствия конструкции детали требованиям технологичности с учетом типа производства и его конкретных условий, в частности, технологических возможностей и особенностей оборудования.

Технологичность – свойство конструкции, заложенное в ней при проектировании и позволяющее получить наиболее рациональными способами изделие с высокими эксплуатационными качествами при наименьших затратах труда, средств и материалов.

Деталь должна представлять собой сочетание простых форм. Она в максимальной степени должна состоять из стандартных и унифицированных конструктивных элементов (резьбы, канавки, выточки, модули, размеры шлицев,

шпоночных пазов и т.д.). Это создает предпосылки для унификации применяемых при изготовлении и ремонте режущих и измерительных инструментов.

О технологичности данной детали можно судить исходя из следующих факторов:

1. При базировании данной детали используется наиболее целесообразная установка, т.е. технологические базы в большинстве случаев совмещены с конструкторскими, что сводит к минимуму ошибки базирования. Геометрические формы детали заданы на чертеже минимальным количеством размеров, необходимых для её изготовления и контроля, которые в свою очередь связаны с конструкторскими и технологическими базами детали.

2. В данной детали практически все поверхности подвергаются механической обработке, что увеличивает трудоёмкость механической обработки и, соответственно, является нетехнологичным. Данная деталь имеет несложную форму и сравнительно небольшие перепады диаметров, что говорит о технологичности.

3. Некоторые поверхности детали имеют позиционный допуск, который обеспечивается обработкой в специальном приспособлении. В тоже время, точность остальных размеров невысока, что упрощает техпроцесс. Шероховатость большинства поверхностей невысока, что также упрощает процесс обработки. Но для некоторых поверхностей требуется ввести дополнительную обработку, чтобы обеспечить заданную шероховатость. В целом, по точности размеров деталь технологична.

4. Применяются наиболее простые приспособления, режущие и измерительные инструменты.

ВЫВОД: Конструкция детали является технологичной. Размеры обеспечить не сложно, как и точность расположения поверхностей. Проанализировав все факторы, можно сделать вывод, что данная конструкция детали является технологичной.

1.4 Выбор метода получения заготовки

При выборе заготовки для данной детали назначают метод её получения, определяют конфигурацию, размеры, допуски, припуски на обработку и формируют технические условия на изготовление.

При проектировании технологического процесса механической обработки для конструктивно сложных деталей важно иметь данные о конфигурации и размерах заготовки и, в частности, - о наличии в заготовке отверстий, полостей, углублений, выступов. Так же нужно учитывать возможности заготовительных цехов.

При выборе технологических методов и процессов получения заготовок учитываются прогрессивные тенденции развития технологии машиностроения.

Заготовка – стальной прокат: диаметр $\varnothing = 210$ мм, длина $L = 135$ мм. Материал заготовки – Ст5 сп ГОСТ 380 – 2005 – сталь конструкционная углеродистая обыкновенного качества, спокойная. Применяется в деталях клепаных конструкций, болты, гайки, ручки, тяги, втулки, ходовые валики, клинья, стержни, звездочки, трубные решетки, фланцы и другие детали, работающие при температуре от 0 до 425 град, арматура класса Ат500С.

Таблица 2 Химический состав в % материала Ст5 сп

| C | Si | Mn | Ni | S | P | Cr | N | Cu | As |
|------|------|-----|--------|---------|---------|--------|----------|--------|---------|
| 0.28 | 0.15 | 0.5 | | | | | | | |
| - | - | - | до 0.3 | до 0.05 | до 0.04 | до 0.3 | до 0.008 | до 0.3 | до 0.08 |
| 0.37 | 0.3 | 0.8 | | | | | | | |

Таблица .3 Механические свойства Ст5 сп при $T = 20^{\circ}\text{C}$

| | |
|--|---------|
| σ_y (Предел кратковременной прочности), Мпа | 490-630 |
| σ_T (предел текучести для остаточной деформации), Мпа | 255-295 |
| δ_5 (Относительное удлинение при разрыве), % | 17-20% |
| Твердость НВ 10^{-1} , Мпа | 170 |

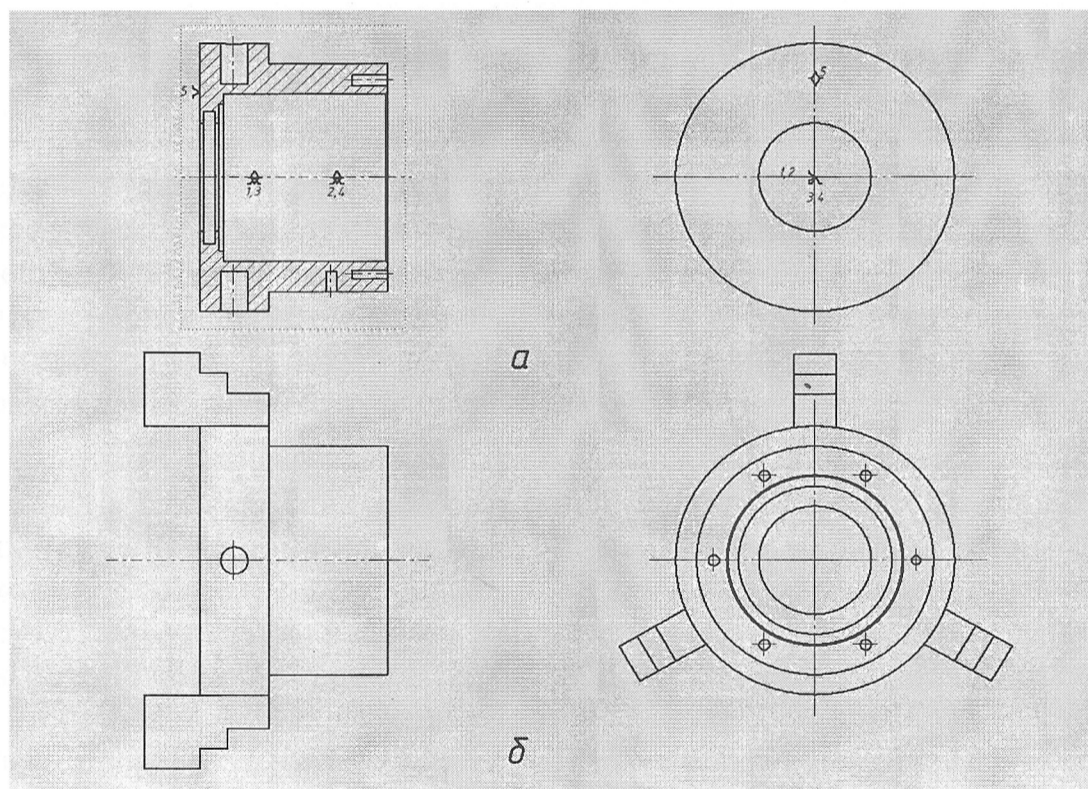
1.5 Выбор технологических баз

При выборе технологических баз следует руководствоваться двумя принципами: постоянства баз и совмещения баз.

В соответствии с первым принципом нужно стремиться к тому, чтобы на протяжении всего технологического процесса изготовления детали использовать одни и те же технологические базы, исключая первые операции, которые служат для обработки самих технологических баз. Это продиктовано тем, что на погрешности размеров между поверхностями и на погрешности расположения поверхностей, обработанных от разных баз, переносятся погрешности размеров между самими базами и погрешности их расположения.

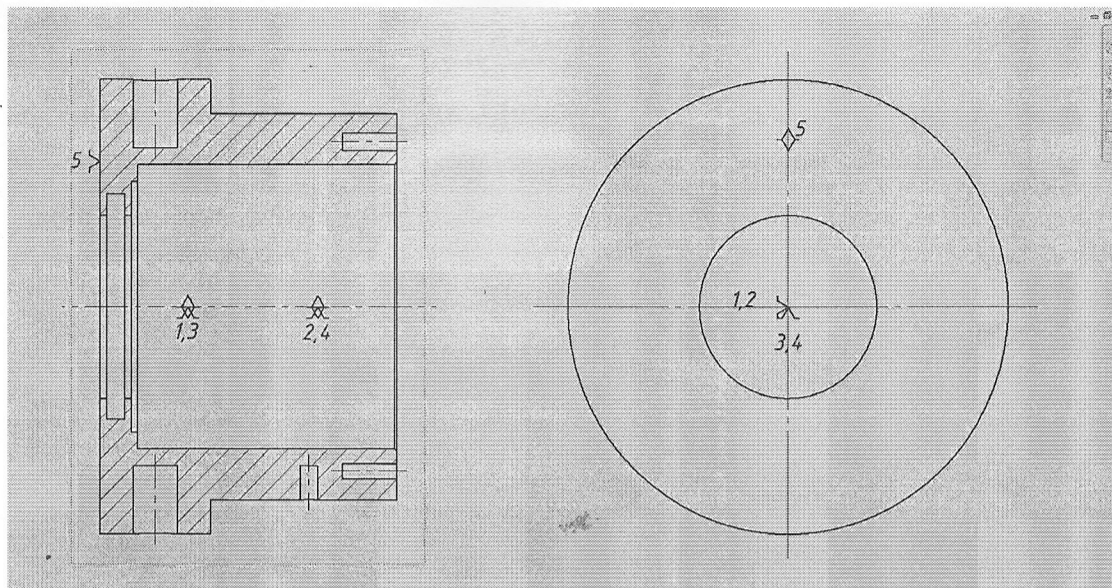
В соответствии с принципом совмещения баз в качестве технологических баз необходимо стремиться брать те поверхности детали, от которых заданы конструкторские размеры. Такими поверхностями могут быть конструкторские (основные и вспомогательные) базы детали, а также ее свободные поверхности, которые не контактируют ни с какими другими деталями в изделии.

Рис.2 Схема базирования (а) и схема установки детали (б) “Корпус”



Правило шести точек – для придания требуемого положения заготовке относительно приспособления (или присоединяемой детали относительно другой) необходимо и достаточно иметь 6 опорных точек на, отнимающих у заготовки по одной степени свободы.

Рис.3 Схема базирования детали “Корпус”, увеличенная



1.6 Выбор оборудования и его характеристики

Многоцелевые станки Mazak обеспечивают высокоэффективную работу благодаря интеграции различных процессов обработки. Во многих из них все операции механообработки от установки заготовки и до финишной обработки осуществляются на одном станке. Это позволяет существенно сократить длительность производственного цикла, уменьшить площади под установку оборудования, сохранить высокую точность обработки и снизить эксплуатационные расходы, а также улучшить условия труда оператора.

Компания YamazakiMazak была основана в 1919 году и с тех пор вносит свой вклад в развитие станкостроительной индустрии в качестве одного из ведущих игроков. Чтобы поддерживать свое лидерство Mazak производит не только самое современное оборудование - многоцелевые станки, токарные центры с ЧПУ, обрабатывающие центры и станки лазерной резки, но также и системы автоматизации с возможностью обработки детали за один установ, тем самым обеспечивая высокий уровень производительности и универсальности рабочего процесса. Команда Mazak разрабатывает инновационное металлообрабатывающее оборудование, отвечающее производственным требованиям заказчиков по всему миру.

Рисунок .4- Токарно-револьверный станок с ЧПУ MazakINTEGREX 200

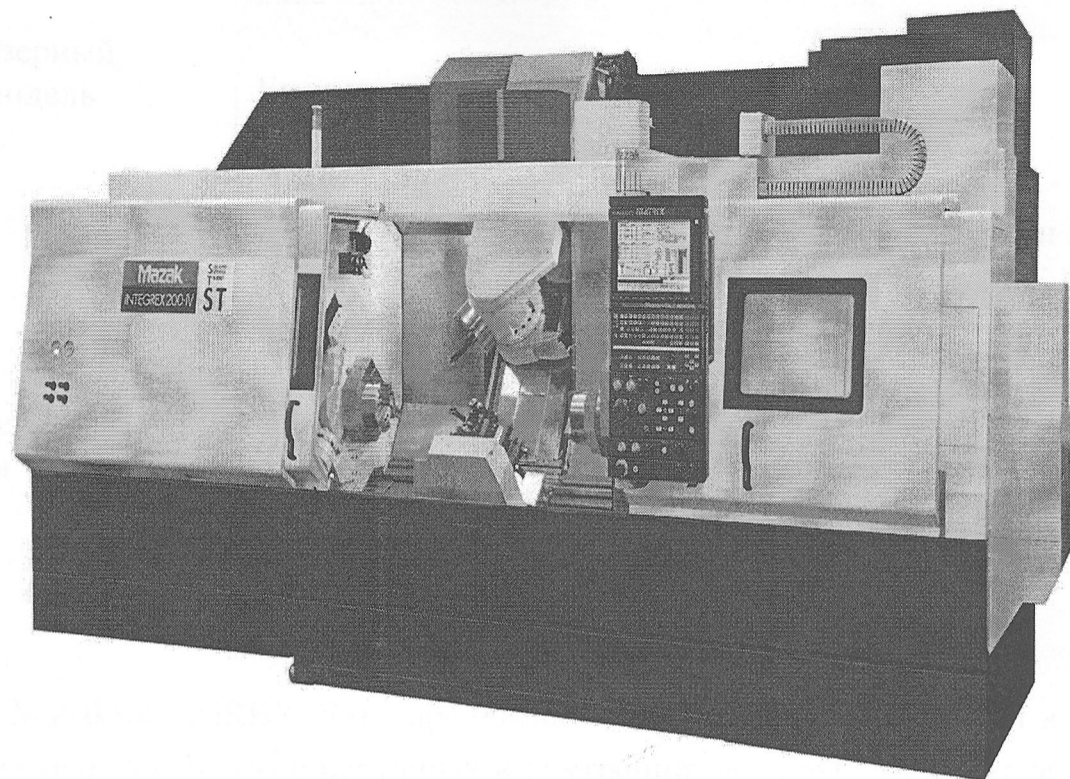


Таблица 4. Технические характеристики токарно-револьверного станка MazakIntegrex 200:

| Спецификация | параметры | |
|---------------------|-------------------------------------|-------------|
| Параметры заготовки | Максимально устанавливаемый диаметр | 660 мм |
| | Максимально обрабатываемый диаметр | 995 мм |
| Главный шпиндель | Размер патрона | 203 мм |
| | Максимальная частота вращения | 5000 об/мин |
| | Максимальная мощность (40ED) | 22 кВт |

| Спецификация | параметры | |
|---------------------|------------------------------------|--------------|
| Фрезерный шпиндель | Наклон по оси В | 225° |
| | Емкость инструментального магазина | 20 |
| | Максимальная частота вращения | 20000 об/мин |
| | Максимальная мощность (40ED) | 6 кВт |
| Перемещения по осям | Ось X | 580 мм |
| | Ось Y | 160 мм |
| | Ось Z | 1045 мм |

MazakINTEGREX 200 - предназначен для токарной обработки в полуавтоматическом режиме наружных и внутренних поверхностей деталей типа тел вращения со ступенчатым и криволинейным профилем различной сложности.

Область применения станка: мелкосерийное и серийное производство.

Особенности конструкции: привод главного движения, включающий главный двигатель 11 кВт и шпиндельную бабку обеспечивает наибольший крутящий момент до 800 Нм.

Стандартная комплектация обрабатывающих центров:

- Защита рабочей зоны
- Телескопическая защита направляющих
- Автоматическая смена инструмента
- Система централизованной смазки
- Сборник стружки
- Система охлаждения
- Инструментальный магазин

Раздел 2. Принципы, последовательность и практическая часть разработки технологического процесса

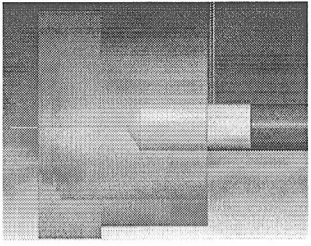
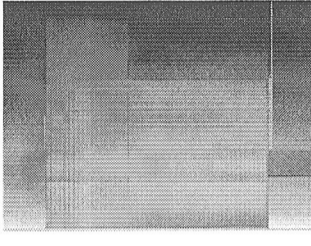
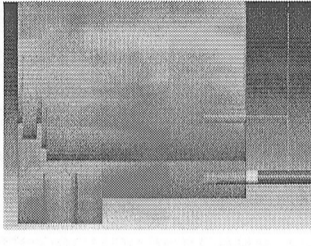
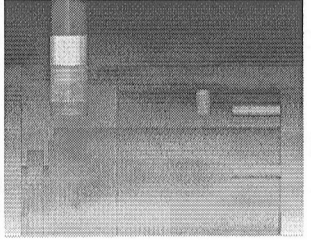
2.1 Маршрут обработки поверхностей детали

На данном этапе разработки технологического процесса намечают маршруты обработки отдельных поверхностей детали, т.е. определяют перечень последовательно выполняемых переходов или операций для достижения заданной точности этих поверхностей и качества их поверхностных слоев.

Для этого руководствуясь данными из справочника технолога-машиностроителя Косилова А.Г. и Мещерякова Р.К. выбираем нужные инструменты и назначаем последовательность переходов для детали "Корпус".

Таблица 2- Маршрут обработки поверхностей детали

| № операции по тех.процессу | Название операции | Содержание операции | Используемое оборудование | Операционные эскизы |
|----------------------------|-------------------|--|---|---|
| 000 | Заготовительная | В качестве заготовки - пруток $\varnothing 210\text{мм.}, L = 300\text{мм.}$ | Установить в патрон станка с помощью приспособления кранбалки | |
| 005 | Токарная | Подрезать торец $t=3\text{мм.}$ | Токарно - револьверный станок MazakIN-TEGREX 200 |  |
| 010 | Токарная | Точить $\varnothing 200\text{мм}$ и $\varnothing 170\text{мм}$ | Токарно - револьверный станок MazakIN-TEGREX 200 |  |

| | | | | |
|-----|--------------------|---|--|---|
| 015 | Сверлильная | Сверлить по центру, глубина H=160мм | Токарно – револьверный станок MazakIN-TEGREX 200 |  |
| 020 | Токарная-расточная | Расточить по внут. контуру Ø125 мм и фаску 1*45 | Токарно – револьверный станок MazakIN-TEGREX 200 |  |
| 025 | Фрезерная | Фрезеровать 6 отв. Ø8 мм и глубиной h=25мм | Токарно – револьверный станок MazakIN-TEGREX 200 |  |
| 030 | Фрезерная | Фрезеровать 2 отв. Ø20 мм и глубиной h=30мм | Токарно – револьверный станок MazakIN-TEGREX 200 |  |
| 035 | Фрезерная | Фрезеровать отв. Ø20 мм и глубиной h=30мм | Токарно – револьверный станок MazakIN-TEGREX 200 |  |
| 040 | Слесарная | Опилить заусенцы и притупить острые кромки | Верстак слесарный | |
| 045 | Промывка | Промыть и просушить деталь | Моечный шкаф | |

| | | | | |
|-----|----------|--|---|--|
| 050 | Контроль | Контролировать размеры и технические требования согласно чертежа | Плита контрольная 2000x1000 ГОСТ 10905-86 | |
|-----|----------|--|---|--|

2.2 Маршрут изготовления детали, средства технологического оснащения и проектирование операций

При установлении последовательности обработки заготовки руководствуются следующими положениями. Сначала обрабатывают поверхности, принятые в качестве технологических баз на большинстве операций тех. процесса.

Обработку заготовок точных деталей ответственного назначения делят на стадии: черновую, чистовую и отделочную. При черновой обработке удаляют основную массу металла в виде припусков и напусков, при этом формируются относительно большие погрешности заготовки из-за перераспределения остаточных напряжений, упругих деформаций технологической системы от сил резания и температурных деформаций этой системы. При чистовой обработке указанные погрешности уменьшаются.

Разработка технологического процесса неразрывно связана с выбором средств технологического оснащения. Режимы резания, маршрут обработки, выбор инструментов были выполнены в программе SolidCAM (приложение).

2.4 Расчёт припусков и межпереходных размеров

Необходимо рассчитать припуск на механическую обработку поверхности $\varnothing 84H7^{(+0,035)}$

Заготовка изготовлена методом горячей объёмной штамповки на горизонтально-ковочной машине (ГКМ)

Нагрев заготовки – пламенный.

Материал детали – сталь 45 (0 – 0,12% C; 0,5 – 0,8% Si; 1,3 – 1,8% Mn; не более 0,3% Cr)

Масса детали 4,8 кг (Расчёт проведён с использованием Компас 3D – V9)

Расчётная масса штамповки:

$$m = 4,8 \times K_p = 4,8 \times 1,5 = 7,2 \text{ кг}$$

где K_p – расчётный коэффициент

$K_p = 1,5$ [1с.104 табл. 4.4]

NI - номер интервала

NI = 6, при массе заготовки в диапазоне свыше 5,6 кг до 10 кг [1с.103 табл.4.3]

Группа стали M1 (MS = 1) [1с.100 п. 4.2]

Средняя массовая доля углерода в стали $0,12/2 = 0,06\%$ C

Суммарная массовая доля легирующих элементов 1,97%

Степень сложности C2 (ST = 2)

Для поковок получаемых при трёх переходах. [1с.102]

Конфигурация поверхности разъёма штампа П – (плоская).

Определяем исходный индекс.

$ИН = NI + (MS - 1) + (ST - 1) + 2(KT - 1) = 6 + (1 - 1) + (2 - 1) + 2(4 - 1) = 13$

ИН = 13

В результате механической обработки требуется получить точность диаметрального размера $D_d = \text{Ø}84H7^{(+0,035)}$ предельные отклонения и допуск:

$ES = +0,035$

$EI = 0$

$IT_d = ES - EI = 0,035 - 0 = 0,035$

При исходном индексе ИН= 13 и диапазона диаметральных размеров от 40 мм до 100 мм для объёмной штамповки на ГKM предельные отклонения на размер заготовки.

$ES = +0,9$

$EI = -1,6$

$T_3 = 0,9 - (-1,6) = 2,5$ мм [1с.110 табл. 4.10]

В результате механической обработки получаем требуемое уточнение

$E_{т.о.} = T_3 / IT_d$

$E_{т.о.} = 2,5 / 0,035 = 71,42$ [1с.5 ф. 1.3]

Требуемую конечную точность размера детали $D_d = \text{Ø}84H7^{(+0,035)}$ и шероховатость поверхности Ra 0,8мкм ($Rz = 5Ra = 4$ мкм) (1 табл 2.1) достигают тонким растачиванием, которому должно предшествовать чистовое растачивание.

На чистовом растачивании достигают точность размеров по IT10 и шероховатость поверхности $Rz = 25$ мкм [1 с.20 табл. 2.3]

Для диапазона размеров 80 – 120 мм

находим допуск на операцию чистового растачивания

$$T_3 = 0,14 \text{ мм [1 с. 20 табл. 2.3]}$$

Назначаем предельные отклонения

$$ES_3 = +0,14 \text{ мм}$$

$$EI_3 = 0$$

Таким образом тонкое точение обеспечивает уточнение:

$$E_3 = T_3 / T_d = 0,14 / 0,035 = 4$$

Чистовому растачиванию предшествует операция черного растачивания, на которой согласно таб. 2.3 достигают точность диаметрального размера по IT12 и шероховатость поверхности $Rz = 50 \text{ мкм}$ [1 с. 20]

Для диапазона диаметров 80 – 120 мм находим допуск на черновое растачивание:

$$T_2 = 0,35 \text{ [1 с. 17 табл. 2.1]}$$

Назначаем предельные отклонения

$$ES_2 = + 0,35$$

$$EI_2 = 0$$

Следовательно чистовое растачивание позволяет получить уточнение

$$E_2 = T_2 / T_3 = 0,35 / 0,14 = 2,5$$

А черновое растачивание, которое может выполняться непосредственно по заготовке, обеспечивает уточнение

$$E_1 = T_{\text{заг}} / T_2 = 2,5 / 0,35 = 7,14$$

Тогда общее уточнение, получаемое в результате выполнения выбранных переходов:

$$E_{\text{общ.}} = E_1 \times E_2 \times E_3 = 4 \times 2,5 \times 7,14 = 71,4$$

Равенство общего E_0 и требуемого $E_{\text{т.о}}$ уточнений ($E_0 \approx E_{\text{т.о}}$) свидетельствует, что выбранные операции обеспечивают точность детали.

Таким образом, технологический маршрут обработки включает операции:

Токарная черновая ($Rz = 50$, 12 квалитет.табл. 2.12)

Токарная чистовая ($Rz = 25$, 10 квалитет.табл. 2.12)

Тонкое растачивание ($Rz = 4$, 7 квалитет.табл. 2.12) [1 с. 24]

Пространственные отклонения.

При выполнении первой операции, то есть черного растачивания, пространственные отклонения будут равны пространственным отклонениям заготовки:

$$\Delta = \Delta_{\text{заг}}$$

Согласно таб. 2.14 для штампованных заготовок с прошиванием центральных глухих отверстий, и с установкой по наружному диаметру:

где: $\Delta_{\text{см}}$ – отклонение от соосности

$\Delta_{\text{см}} = 1,2$ мм при нормальной точности изготовления штампа при массе заготовки св. 6,3 до 10 кг. [1 с. 30 табл. 2.17]

$\Delta_{\text{эксц}}$ – отклонение от concentричности отверстий

$\Delta_{\text{эксц}} = 1,4$ мм при наибольшем размере поковки в диапазоне от 50 до 120 мм и нормальной точности изготовления штампа

При выполнении чистового растачивания пространственные отклонения будут равны пространственным отклонениям после чернового растачивания:

$$\Delta_{\text{черн}} = K_y \times \Delta_{\text{заг}}$$

где: K_y - коэффициент уточнения

$$K_y = 0,06 \text{ [1 с. 33 табл. 2.27]}$$

$$\Delta_{\text{черн}} = 0,06 \times 1,8 = 0,108 \text{ мм} = 108 \text{ мкм}$$

Пространственные отклонения после чистового точения, определяются по формуле:

$$\Delta_{\text{чист}} = K_y \times \Delta_{\text{черн}}$$

$$K_y = 0,04 \text{ [1 с. 33 табл. 2.27]}$$

$$\Delta_{\text{чист}} = 0,04 \times 0,108 = 0,0043 \text{ мм} = 4,3 \text{ мкм}$$

$\Delta_{\text{т.ч}} = \Delta_{\text{чист}} = 4,3$ мкм так, как чистовое и тонкое точение выполняются с одной установки.

Погрешность установки на выполняемом переходе.

При черновом растачивании погрешность установки определяется

по формуле:

$$E_i = (E_6^2 + E_3^2)^{0,5}$$

при установке в трёхкулачковом самоцентрирующемся патроне погрешность базирования принимаем равной нулю.

$$E_6 = 0$$

где: E_3 – погрешность закрепления

$$E_3 = (E_{\text{рад}}^2 + E_{\text{ос}}^2)^{0,5}$$

где: $E_{\text{рад}} = 300$ мкм = 0,3 мм

$$E_{\text{ос}} = 100 \text{ мкм} = 0,1 \text{ мм [1 с. 36 табл 2,29]}$$

$$E_1 = (E_{\text{рад}}^2 + E_{\text{ос}}^2)^{0,5} = (0,3^2 + 0,1^2)^{0,5} = 0,316 \text{ мм}$$

$$E_1 = E_3$$

С учётом примечания к таблице 2.29 полученную погрешность необходимо

уменьшить на 20 – 40%

$$\text{тогда: } E_1 = 0,316 / 1,3 = 0,243 \text{ мм} = 243 \text{ мкм.}$$

При токарной обработке, когда заготовка установлена в трехкулачковом самоцентрирующемся патроне погрешность установки может составлять

$$E = 0,25TD, \text{ то есть } \frac{1}{4} \text{ от допуска на диаметр вала.}$$

тогда: при чистовом растачивании

$$E_2 = 0,25 \times 0,14 = 0,035 \text{ мм} = 35 \text{ мкм}$$

при тонком растачивании

$$E_3 = 0,25 \times 0,035 = 0,00875 \text{ мм} = 8,75 \text{ мкм}$$

Минимальные припуски на операции.

$$\text{Определяются по формуле: } 2Z_{i\min} = 2(Rz_{(i-1)} + h_{i-1}) + 2(\Delta_{i-1}^2 + E_i^2)^{0,5}$$

Подача при черновом наружном точении резцами с пластинами из твердого сплава и быстрорежущей стали: $t=3$ мм, $S=1$ мм/об, размер державки резца: 16×25 мм.

Чистовое наружное точение $t=1$ мм, 2 прохода, умножаем $S=0,165$ мм/об на поправочный коэффициент $K_s=0,45$ твердости материала $\sigma_b = 570$ МПа), радиус при вершине резца $r=1,2$ мм

Скорость резания v , м/мин при продольном, наружном, поперечном точении и растачивании рассчитываем по эмпирической формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v$$

По табл. 17 определяем коэффициенты $C_v=340$, $x=0,15$, $y=0,45$, $m=0,20$. Материал режущей части резца Т15К6.

Стойкость резца принимаем: $T=30-60$ мин Охлаждение 8-12 л/мин.

Минимальные припуски на тонкое растачивание определяются по формуле.

$$2Z_{3\min} = 2(Rz_2 + h_2) + 2(\Delta_2^2 + E_3^2)^{0,5}$$

где: Rz_2 – высота микронеровностей, получаемая на предшествующем переходе. (чистовое растачивание)

$$Rz_2 = 25 \text{ мкм} = 0,025 \text{ мм}$$

$$h_2 = 25 \text{ мкм} = 0,025 \text{ мм}$$

Δ - пространственное отклонение.

$$\Delta_{\text{ч}} = \Delta_{\text{п}} = 0,0036 \text{ мм}$$

E_3 – погрешность установки на тонком растачивании.

$$E_3 = 0,00875$$

$$2Z_{3\text{min}} = 2(0,025 + 0,0025) + 2(0,0036^2 + 0,00875^2)^{0,5} = 0,118 \text{ мм} = 118 \text{ мкм}$$

Минимальные припуски на чистовое растачивание.

$$2Z_{2\text{min}} = 2(Rz_1 + h_1) + 2(\Delta_1^2 + E_2^2)^{0,5}$$

где: Rz_1 – высота микронеровностей полученная на предшествующем переходе.
(черновое растачивание)

$$Rz_1 = 50 \text{ мкм} = 0,05 \text{ мм}$$

$$h_1 = 50 \text{ мкм} = 0,05 \text{ мм}$$

Пространственные отклонения.

$$\Delta_1 = \Delta_{\text{черн.}} = 0,09 \text{ мм}$$

Погрешность установки.

$$E_2 = 0,035 \text{ мм}$$

$$\text{тогда: } 2Z_{2\text{min}} = 2(0,05 + 0,05) + 2(0,09^2 + 0,035^2)^{0,5} = 0,296 \text{ мм} = 296 \text{ мкм}$$

Минимальный припуск на черновое растачивание.

$$2Z_{1\text{min}} = 2(Rz_{\text{заг}} + h_{\text{заг}}) + 2(\Delta_{\text{заг}}^2 + E_1^2)^{0,5}$$

где: при массе заготовки от 4 до 25 кг

$$Rz_{\text{заг}} = 200 \text{ мкм} = 0,2 \text{ мм}$$

$$h_{\text{заг}} = 250 \text{ мкм} = 0,25 \text{ мм}$$

Пространственные отклонения.

$$\Delta_{\text{заг}} = 1,48 \text{ мм}$$

Погрешность установки.

$$E_1 = 0,243 \text{ мм}$$

$$\text{тогда: } 2Z_{1\text{min}} = 2(0,2 + 0,25) + 2(1,48^2 + 0,243^2)^{0,5} = 4,5 \text{ мм}$$

Максимальные промежуточные припуски.

Максимальный припуск определяется по формуле.

$$2Z_{i \text{ max}} = 2Z_{i \text{ min}} + ITD_{i-1} + ITD_i$$

где: ITD_{i-1} – поле допуска на размер обрабатываемой поверхности обеспечиваемый на предыдущем переходе.

ITD_i – поле допуска на размер обрабатываемой поверхности обеспечиваемый на выполняемом переходе.

Максимальный промежуточный припуск на тонкое растачивание определяется по формуле.

$$2Z_{3 \max} = 2Z_{3 \min} + ITD_2 + ITD_3 = 0,118 + 0,14 + 0,035 = 0,293 \text{ мм}$$

Максимальный промежуточный припуск на чистовое точение

$$2Z_{2 \max} = 2Z_{2 \min} + ITD_1 + ITD_2 = 0,296 + 0,35 + 0,14 = 0,786 \text{ мм}$$

Максимальный промежуточный припуск на черновое точение

$$2Z_{1 \max} = 2Z_{1 \min} + ITD_{\text{заг}} + ITD_1 = 4,5 + 2,5 + 0,35 = 7,35 \text{ мм}$$

Номинальные межпереходные припуски.

Номинальные припуски для внутренних поверхностей рассчитываются по формуле:

$$2Z_i = 2Z_{i \min} + ES_{i \min} + EID_i$$

для тонкого растачивания:

$$2Z_3 = 2Z_{3 \min} + ES_D + EI_2 = 0,118 + 0,035 + 0 = 0,153 \text{ мм}$$

для чистового растачивания:

$$2Z_2 = 2Z_{2 \min} + ES_2 + EI_1 = 0,296 + 0,14 + 0 = 0,436 \text{ мм}$$

для чернового растачивания:

$$2Z_1 = 2Z_{1 \min} + ES_1 + EI_{\text{заг}} = 4,5 + 0,35 + 0,9 = 5,75 \text{ мм}$$

Операционные размеры.

Операционные (межпереходные) размеры определяются согласно формуле (1.32) на последней операции тонкого растачивания: $D_{i-1} = D_i - 2Z_i$

$$D_3 = D_D = 84^{(+0,035)}$$

На операции чистового растачивания:

$$D_2 = D_D - 2Z_3 = 84 - 0,153 = 83,847 \text{ мм}$$

Округляем $\varnothing 83,7^{(+0,14)}$

на операции чернового растачивания:

$$D_1 = D_2 - 2Z_2 = 83,847 - 0,436 = 83,41 \text{ мм}$$

Принимаем: $\varnothing 83,3^{(+0,35)}$

В результате размер заготовки

$$D_3 = D_1 + 2Z_1 = 83,41 - 5,75 = 77,66 \text{ мм}$$

2.5 Определение нормы времени и нормы выработки

Подача при черновом точении принимается максимально допустимой по мощности оборудования. Подачу выбираем в зависимости от, шероховатости, радиуса при вершине и согласно паспорта станка.

$$S=0,66\text{мм/об при } R_z = 80, r = 0,8 \text{ мм [Зс.268;табл.14]}$$

При $\sigma_B \geq 750$ МПа подачу необходимо умножить на коэффициент

$$K = 0,45$$

$$0,66 \times 0,45 = 0,28, \text{ подачу принимаем } 0,2 \text{ мм/об}$$

Вычисляем скорость резания при точении по эмпирической формуле:

$$v; \text{ м/мин, [З с.261]}$$

Находим значения: $C_v; x; y; m$.

$$C_v=350; x=0,15; y=0,35; m=0,2 \text{ [Зс.269,табл.17]}$$

$T = 60$ мин – среднее значение стойкости при одноинструментальной обработке.

$$t = 3,5 \text{ мм – глубина резания}$$

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{nv} \cdot K_{ИV} \cdot K_{\phi V} \cdot K_{rV},$$

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

где $\sigma_B = 750$ МПа по условию.

$$n_v = 1,75$$

$$K_r = 1$$

$$K_{MV} = 1 \left(\frac{750}{750} \right)^{1,75} = 1$$

K_{nv} – поправочный коэффициент, учитывающий влияние состояния поверхности заготовки на скорость резания. $K_{nv} = 1,0$

$K_{ИV}$ – поправочный коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания. $K_{ИV} = 1,0$

Определяем расчетную скорость резания:

Скорость резания v , м/мин при продольном, наружном, поперечном точении и растачивании рассчитываем по эмпирической формуле:

Определим мощность

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v$$

$$v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,2^{0,35}} \cdot 0,84 = 226 \text{ м/мин}$$

Определяем число оборотов и реальную скорость резания:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 226}{3,14 \cdot 56} = 1262$$

Выбираем по паспорту станка $n = 1200$ об/мин

Реальная скорость резания:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 56 \cdot 1200}{1000} = 214,7$$

Рассчитываем силу P_Z по формуле:

$$P_Z = 10 C_P t^x S^y V^n K_P$$

Находим значения: C_P ; x ; y ; n

$$C_P = 300; x = 1; y = 0,75; n = -0,15 \text{ [3 с.274, табл.22]}$$

$K_P = K_{MP} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{\Gamma p}$ – поправочный коэффициент.

$$K_{MP} = \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$$

$$n_v = 0,75$$

$$K_{MP} = \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = \left(\frac{750}{750} \right)^{0,75} = 1$$

$K_{\phi p}$; $K_{\gamma p}$; $K_{\lambda p}$; $K_{\Gamma p}$ – поправочные коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента на силы резания.

$$K_{\phi p} = 0,94; K_{\gamma p} = 1; K_{\lambda p} = 1;$$

$K_{\Gamma p}$ – не учитывается

Общий поправочный коэффициент:

$$K_P = 1 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 = 0,94$$

Рассчитываем силу резания P_Z :

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 3,5^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 214,7^{-0,15} \cdot 0,94 = 693,5 \text{ Н}$$

Определяем момент резания:

$$M_{рез} = P_Z \cdot D/2 = 1185 \cdot 0,056/2 = 30,8 \text{ Н·м}$$

Определяем мощность резания по формуле:

$$N_z = \left(\frac{D_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \right) = \frac{693,5 \cdot 214,7}{1020 \cdot 60} = 2,12 \text{ кВт}$$

Сила P_y при закреплении детали в трёхкулачковом патроне создает опрокидывающий момент.

Рассчитываем силу P_y по формуле:

$$P_y = 10 C_p t^x S^y V^n K_p$$

Находим значения: C_p ; x ; y ; n

$$C_p = 243; x = 0,9; y = 0,6; n = -0,3 \text{ [3 с.273, табл.22]}$$

$K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{\rho p}$ – поправочный коэффициент.

$$K_{mp} = \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{0,75} = \left(\frac{750}{750} \right)^{0,75} = 1$$

$K_{\phi p}$; $K_{\gamma p}$; $K_{\lambda p}$; $K_{\rho p}$ – поправочные коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента на силы резания.

$$K_{\phi p} = 0,77; K_{\gamma p} = 1; K_{\lambda p} = 0,75;$$

$K_{\rho p}$ – не учитывается

Общий поправочный коэффициент:

$$K_p = 1 \cdot 0,77 \cdot 1 \cdot 0,75 = 0,57$$

Рассчитываем силу резания P_y :

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 3,5^{0,9} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 214,7^{-0,3} \cdot 0,57 = 236,8 \text{ Н}$$

Определяем момент резания:

$$M_{рез} = P_y \cdot D/2 = 236,8 \cdot 0,056/2 = 6,1 \text{ Н·м}$$

Определяем мощность резания по формуле:

$$N_z = \left(\frac{P_y \cdot V}{1020 \cdot 60} \right) = \frac{236,8 \cdot 214,7}{1020 \cdot 60} = 0,8 \text{ кВт}$$

Рассчитываем силу P_x по формуле:

$$P_x = 10 C_p t^x S^y V^n K_p$$

Находим значения: C_p ; x ; y ; n

$$C_p = 339; x = 1; y = 0,5; n = -0,4$$

$K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{\rho p}$ – поправочный коэффициент.

$$K_{MP} = \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{0,75} = \left(\frac{750}{750} \right)^{0,75} = 1$$

$K_{\phi p}$; $K_{\gamma p}$; $K_{\lambda p}$; $K_{r p}$ – поправочные коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента на силы резания.

$$K_{\phi p} = 1,11 ; K_{\gamma p} = 1 ; K_{\lambda p} = 1 ;$$

$K_{r p}$ – не учитывается

Общий поправочный коэффициент:

$$K_p = 1 \cdot 1,11 \cdot 1 \cdot 1 = 1,11$$

Рассчитываем силу резания P_x :

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 3,5^1 \cdot 0,2^{0,5} \cdot 214,7^{-0,4} \cdot 1,11 = 463,3 \text{ Н}$$

Определяем момент резания:

$$M_{рез} = P_x \cdot D/2 = 527 \cdot 0,056/2 = 13,6 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

11. Расчёт приспособления.

Выбор приспособления.

Для среднесерийного производства экономически целесообразно применять механизированные приводные устройства, позволяющие повысить производительность станков и облегчить труд рабочих при возможности регулирования скорости и потребной силы для выполнения определённого элемента операции технологического процесса.

Для этой цели наиболее широко используется сжатый воздух. Пневматические приводы приспособления характеризуются быстротой действия, лёгкостью и простотой управления, надёжностью и стабильностью в работе.

Конструкция приспособления представляет собой кулачковую шпиндельную оправку. Такие оправки предназначены для закрепления полых деталей. Зажим заготовки происходит с помощью клинового механизма. Клиновой механизм компактен, обладает достаточной жёсткостью и износостойкостью.

При угле наклона клиновой пары в 15° усилие зажима по сравнению с осевым усилием возрастает в 3-4 раза.

Базирование заготовки.

Базирование – придание заготовке требуемого положения относительно выбранной системы координат. Для выполнения технологической операции необходимо выполнить не только базирование, но и неподвижность заготовки относительно элементов станка на весь период обработки. Для полного базирования заготовки в приспособлении необходимо и достаточно создать шесть опорных точек.

Расчёт усилия зажима.

Крутящий момент от вертикальной силы P_z должен быть меньше момента от сил трения на цилиндрической поверхности кулачков.

Осевая сила на штоке механизированного привода для кулачковой оправки:

$$Q = \left(\frac{\hat{E} P_z D}{df} \right) [\operatorname{tg}(a + \varphi) + f]$$

Где: $a=15^\circ$ - половина угла конуса оправки.

$\varphi=6^\circ$ - угол трения на поверхности контакта оправки с кулачками.

$f=0,15 \dots 0,2$ – коэффициент трения.

$P_z = 693,5$ Н (см. расчёт режимов резания)

$D = 100$ мм – наибольший диаметр обрабатываемой поверхности заготовки.

$d=84$ мм – диаметр установочной поверхности заготовки.

K – коэффициент запаса.

Определим диаметр пневмоцилиндра.

Для пневмоцилиндра двухстороннего действия при давлении сжатого воздуха на поршень в штоковой полости диаметр пневмоцилиндра находим по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot p \cdot \eta} + d^2}$$

D – диаметр пневмоцилиндра.

$D = 35$ мм – диаметр штока.

$\eta \approx 0,85$ – КПД.

$P = 0,4$ Н/мм² – давление сжатого воздуха.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 5673}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,85} + 35^2} = 144,5$$

Принимаем $D = 150$ мм.

Раздел 3. Разработка последовательности сборки изделия

“Модуль 3”

Последовательность сборки определяется конструкцией изделия и принятыми методами обеспечения точности замыкающих звеньев размерных цепей.

Общая сборка начинается с установки основания, состоящей из стальной трубы с приваренным кронштейном, посаженным в бетон. После установки базовой детали на нее последовательно монтируют все детали и узлы.

При разработке последовательности сборки необходимо придерживаться рекомендаций:

1. Последовательность установки деталей должна быть такой, чтобы ранее смонтированные детали не мешали установке следующих.
2. Необходимо стремиться к тому, чтобы в процессе сборки машины были минимальными частичные разборки ранее собранных узлов.
3. Трудоемкость сборки большинства узлов должна бы примерно одинакова.

Схема сборки является документом, по которому работники сборочного цеха знакомятся с последовательностью сборки изделия и содержанием сборочных работ, организуют процесс сборки, ведут комплектование деталей и узлов и их подачу в определенной последовательности к местам сборки.

На основе схем сборки разрабатывают технологический процесс сборки. Производят формирование операций, выбирают или проектируют и изготавливают средства технологического оснащения сборки, определяют нормы времени на выполнение сборочных операций.

Нормирование сборочных работ производится с использованием нормативов времени на слесарно-сборочные работы, которые содержат нормы оперативного времени выполнения наиболее распространенных сборочных переходов.

Последовательность сборки представляют в виде схем (приложение), которые разрабатываются на основе сборочных чертежей изделия. Сначала разрабатывают схему общей сборки, а затем-схемы узловой сборки. Для обозначения детали в прямоугольнике указывают ее наименование, номер позиции и количество. Узел обозначают по базовой детали, с которой начинают его сборку, добавляя перед номером позиции этой детали индекс “Сб”. Схемы сборки могут содержать надписи, поясняющие характер сборочных работ.

Заключение

В дипломном проекте рассмотрен один из возможных технологических процессов изготовления детали Корпус. Любой технологический процесс должен быть эффективен и обеспечивать повышение производительности труда и качества деталей, сокращение трудовых и материальных затрат на его реализацию, снижение себестоимости деталей, уменьшение вредных воздействий на окружающую среду. Каждое машиностроительное предприятие в той или иной мере стремится к автоматизации производства, достижению которого способствуют системы автоматизированного проектирования. Технологический процесс, в данной работе, построен на основе расчетов таких САПР, как SolidCAM, Autodesk INVENTOR, Kompas 3d, Autocad 2d, SolidWorks.

Моделирование твердых тел в формате 3d позволяет создавать как отдельные детали конструкции, так и полноценные сборки в различных промышленных и других отраслях. Проверить функциональность любого проекта можно непосредственно на модели, создавать физический прототип при этом не требуется. Это экономит средства и время, позволяя исключить всевозможные ошибки в расчетах на этапе проектирования, а также исключить “ненадежный” человеческий фактор (усталость или невнимательность разработчика).

Основные области применения этих программ: машиностроение, радиоэлектроника, промышленный дизайн, электротехника. С помощью программы SolidCAM, предназначенной для инженеров-технологов, выполнена симуляция обработки на станке Mazak INTEGRAX. Эта программа сокращает время на проектирование тех.процесса, упрощая разработку управляющей программы для станков с ЧПУ, а также снижает вероятность ошибки со стороны человека. Программа отслеживает все перемещения рабочих органов станка (шпиндель, револьверная головка, положение инструментов), осуществляет контроль пересечений, рассчитывает период стойкости инструмента с использованием смазочно-охлаждающей жидкости и без нее.

В данной работе подробно изучена ветроустановка Аскарва Е.С. Деталь Корпус установлена в ветрогенераторе и предназначена для закрепления лопастей вертикального исполнения. Эта ветроустановка отличается высокой эффективностью на малой высоте и возможностью регулирования мощности (от 3 до 10 кВт). Переменная мощность установки становится доступной благодаря ее модульной конструкции. Это изобретение имеет большой потенциал для развития не только в Казахстане, но и за рубежом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аскарлов Е.С. Технология машиностроения. Учебное пособие – Алматы. Экономика, 2015, 312с.
2. Аскарлов Е.С. Основы проектирования машиностроительного производства. Учебное пособие – Алматы. Экономика, 2012, 305с.
3. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебное пособие; Томский политехнический университет – Томск, 2012 – 352с.
4. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. Справочник технолога – машиностроителя - Т.2 ,4-е изд, перераб. и доп. – М. Машиностроение, 1986, 496 с.
5. Ковшов А. Н. Технология машиностроения: Учебник.- М.: Машиностроение, 1987, 502с.
6. Гжиров Р. И. Краткий справочник конструктора: Справочник-Л.: Машиностроение, 1983, 251с.
7. «Режимы резания металлов». Справочник под редакцией Ю.В. Барановского. М. «Машиностроение», 1972, 115с.
8. «Обработка металлов резанием»: Справочник под редакцией А.А. Панаева. - М.: Машиностроение, 1988, 201с.
9. Ловыгин А.А. Твердовский Л.В. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM система - ДМК (2012), 62с.
10. Андреев Г.И. Работа на токарных станках с ЧПУ Санкт-Петербург (2005) – учебное пособие, 41с.
11. Резание материалов. Режущий инструмент: учеб. пособие / В.М. Кишуров, Н.К. Криони, В.В. Постнов, П.П. Черников . –3-е изд.; перераб. и доп. –М.: Машиностроение, 2009, – 492 с.
12. Общемашиностроительные нормативы режимов резания: Справочник. В 2-х т./ А.Д. Локтев и др. – М.: Машиностроение, 1991. – 487 с.
13. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник / В.И. Баранчиков и др. – М.: Машиностроение, 1990. – 395 с.
14. Аршинов В.А., Алексеев Г.А. (1975) Резание металлов и режущий инструмент
15. Барсов А.И. (1952) Технология режущего инструмента
16. Ли К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE) –Питер, 2004 – 560с.

17. Григорьев С.Н. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ. Изд. - М. Машиностроение(2006), 544с.

18. Мещерякова В.Б., Стародубов В.С. Металлорежущие станки с ЧПУ: Учеб. пособие. - М.: ИНФРА-М, 2015, 336 с.

| форм | зона | поз | обозначение | наименование | кол | примеч |
|------|------|-----|-------------------------------|---------------------|-----|--------|
| | | | | | | |
| | | | | <u>Документация</u> | | |
| A0 | | | ВЭУ.01.03.00.СБ | Сборочный чертеж | | |
| | | | | <u>Детали</u> | | |
| A4 | | 1 | ВЭУ.01.02.01 | Палец | 4 | |
| A3 | | 2 | ВЭУ.01.02.02 | Труба | 4 | |
| A3 | | 3 | ВЭУ.01.02.03 | Корпус | 1 | |
| A4 | | 4 | ВЭУ.01.02.04 | Крышка подш | 2 | |
| A3 | | 5 | ВЭУ.01.02.05 | Труба | 1 | |
| A3 | | 6 | ВЭУ.01.03.06 | Корпус | 1 | |
| A3 | | 7 | ВЭУ.01.03.07 | Колесо зуб Бол | 1 | |
| A4 | | 8 | ВЭУ.01.03.08 | Колесо зуб МАл | 1 | |
| A4 | | 9 | ВЭУ.01.03.09 | Вал | 1 | |
| A3 | | 10 | ВЭУ.01.03.10 | Корпус | 1 | |
| A5 | | 11 | ВЭУ.01.03.11 | Крышка подш | 1 | |
| A4 | | 12 | ВЭУ.01.03.12 | Втулка | 1 | |
| БЧ | | 13 | ВЭУ.01.03.13 | Кожух | 1 | |
| A4 | | 14 | ВЭУ.01.03.14 | Втулка | 1 | |
| A3 | | 15 | ВЭУ.01.03.15 | Ось | 1 | |
| A4 | | 16 | ВЭУ.01.03.16 | Тормоз | 1 | |
| A4 | | 17 | ВЭУ.01.02.17 | Трубка | 2 | |
| | | | ВЭУ.01.03.00.СП | | | |
| | | | Модуль 3 | | | Лист |
| | | | | | | 1 |
| | | | | | | 2 |
| | | | КазНИТУ имени К.И.Сампаева | | | |
| | | | Формат А4 | | | |

Инв. № подл

Подпись и дата

Взам инв №


| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|----------|------|------------------|--------------|-------|
| Разраб. | | Тлеубеков | <i>Аскар</i> | 14/03 |
| Пров. | | Аскар | <i>Аскар</i> | 14/03 |
| Т.контр. | | | | |
| Н.контр. | | Аблқайыр | | |
| Утв. | | <i>Альпеисов</i> | | |

| форм | зона | поз | обозначение | наименование | кол | примеч |
|------|------|-----|--------------|----------------------------------|-----|--------|
| A5 | | 21 | ВЭУ.01.02.21 | Ролик-шкив | 1 | |
| A5 | | 22 | ВЭУ.01.02.22 | Ось | 1 | |
| A5 | | 23 | ВЭУ.01.02.23 | Крюк | 1 | |
| | | 24 | ВЭУ.01.02.24 | Груз | 1 | |
| | | 25 | ВЭУ.01.02.25 | Пружина | 1 | |
| | | | | | | |
| | | | | Стандартные изделия | | |
| | | | | Шплинт | 4 | |
| | | 27 | | Болт М12х60 ГОСТ 7805-70 | 4 | |
| | | | | | | |
| | | 28 | | Подшипник 2007116 ГОСТ 333-79 | 2 | |
| | | | | | | |
| | | 29 | | Болт М8х20 ГОСТ 7805-70 | 12 | |
| | | | | | | |
| | | 30 | | Уплотнение ГОСТ 6418-81 | 2 | |
| | | | | | | |
| | | 31 | | Уплотнение ГОСТ 6418-81 | 2 | |
| | | | | | | |
| | | 32 | | Подшипник 116 ГОСТ 8338 | 1 | |
| | | | | | | |
| | | 33 | | Подшипник 205 ГОСТ 8338 | 2 | |
| | | | | | | |
| | | 34 | | Болт М5х20 ГОСТ 7805-70 | 4 | |
| | | | | | | |
| | | 35 | | Трос Ф2 длина 250 мм | 1 | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

| | | | | | | |
|--------------|------|------|----------|-------|-----------------|------|
| Инв. № подл. | | | | | ВЭУ.01.03.00.СП | Лист |
| | Изм. | Лист | № докум. | Подп. | | Дата |

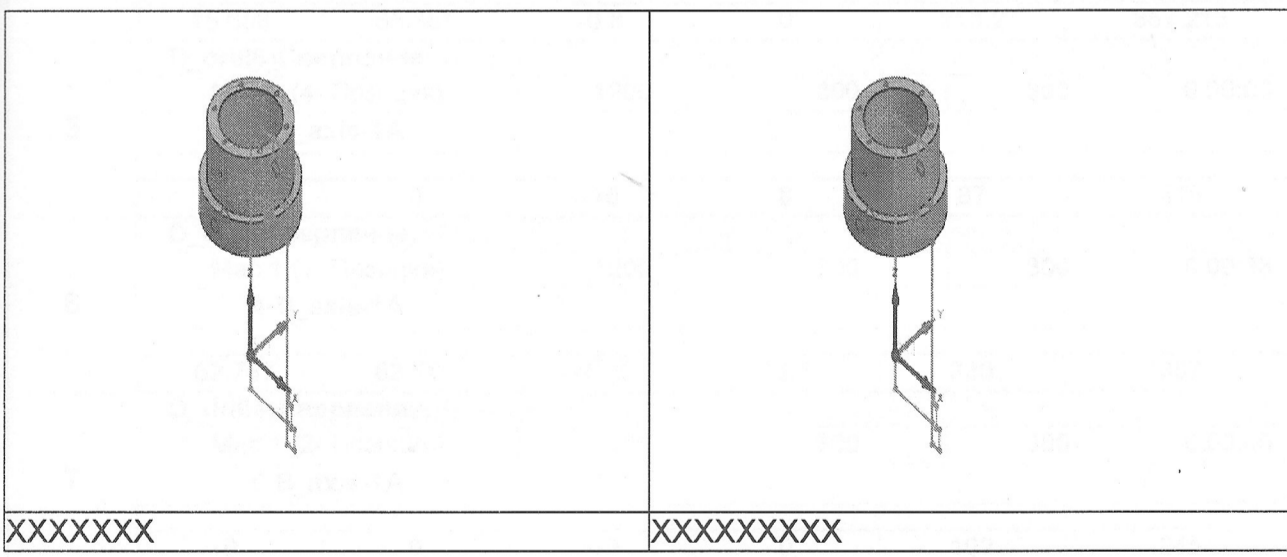
Формат А4

| | | |
|---------------------------|---------------------------------|--|
| Wednesday, April 24, 2019 | КОРПУС ФРЕЗЕРНО-ТОКАРНАЯ | |
|---------------------------|---------------------------------|--|

| | | |
|--------------------|----------------------------|--|
| Единицы измерения | mm |  |
| Тип Операции | Фрезерование | |
| Система ЧПУ | integrex200-IV | |
| Номер программы | Rotary: 5000, B_axis: 5000 | |
| Подпрограмма | Rotary: 5001, B_axis: 5001 | |
| Патрон | BT30 | |
| Материал заготовки | | |
| Переходы | 10 | |

| | |
|--------------|--|
| Имя модели | D:\Desktop\Какойтокорпус\Корпус.SLDPRT |
| Каталог | D:\Desktop\Какойтокорпус |
| Имя Операции | КОРПУС ФРЕЗЕРНО-ТОКАРНАЯ |

| | | |
|---------------------------|--|--|
| Wednesday, April 24, 2019 | Имиджи КОРПУС ФРЕЗЕРНО-ТОКАРНАЯ | |
|---------------------------|--|--|

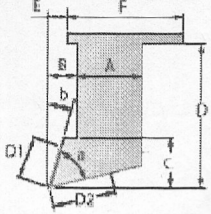
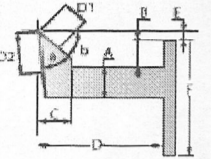
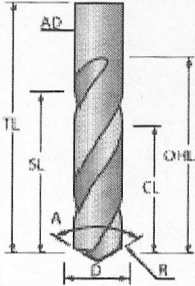
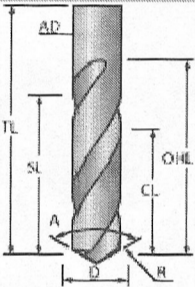
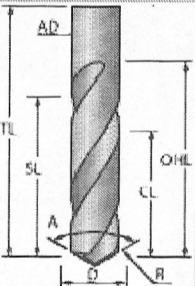
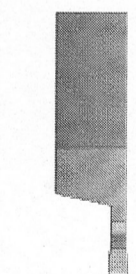
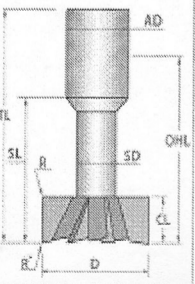


| | | |
|---------------------------|--|--|
| Wednesday, April 24, 2019 | Таблица инструментов КОРПУС ФРЕЗЕРНО-ТОКАРНАЯ | |
|---------------------------|--|--|

Wednesday, April 24, 2019

Справка о Переходах **КОРПУС ФРЕЗЕРНО-ТОКАРНАЯ**

| # | Имя Перехода (Тип перехода) <Transform> | | | | | |
|---|---|--------|------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------|
| | Ноль детали | | Чистовое вращение | Подача ХУ/Подача нормальная | Подача Z/Чистовая подача | Время |
| | Номер инстр. | | Охлаждение инструмента | | | |
| | Описание Перехода | | | | | |
| | X Min | X Max | Y Min | Y Max | Z Min | Z Max |
| 1 | FT_contour1 (Торцевой) | | | | | |
| | Мас 1 (1- Позиция) | | 1000.000000 | 0.100000 | 0.050000 | 0:01:03 |
| | 1-B_axis-1A | | | | | |
| | -0.8 | 103 | 0 | 0 | 355.2 | 356.334 |
| 2 | TR_contour6 (Токарная) | | | | | |
| | Мас 1 (1- Позиция) | | 1000.000000 | 0.100000 | 0.050000 | 0:14:41 |
| | 1-B_axis-1A | | | | | |
| | 85.6 | 101.2 | 0 | 0.8 | 218.862 | 357.2 |
| 3 | DRILL (Сверление) | | | | | |
| | Мас 1 (1- Позиция) | | 4000.000000 | 300.000000 | 800.000000 | 0:00:30 |
| | 3-B_axis-1A | | | | | |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 210 | 358 |
| 4 | TR_contour7 (Токарная) | | | | | |
| | Мас 1 (1- Позиция) | | 1000.000000 | 0.100000 | 0.050000 | 1:00:42 |
| | 2-B_axis-1A | | | | | |
| | 15.608 | 65.381 | -0.8 | 0 | 219.2 | 357.213 |
| 5 | D_drill6 (Сверление) <> | | | | | |
| | Мас 1 (4- Позиция) | | 1200 | 300 | 300 | 0:00:03 |
| | 4-B_axis-1A | | | | | |
| | 0 | 0 | -70 | 0 | 87 | 315 |
| 6 | D_drill (Сверление) <> | | | | | |
| | Мас 1 (1- Позиция) | | 1200 | 300 | 300 | 0:00:33 |
| | 4-B_axis-1A | | | | | |
| | -62.787 | 62.787 | -72.5 | 72.5 | 330 | 357 |
| 7 | D_drill4 (Сверление) <> | | | | | |
| | Мас 1 (2- Позиция) | | 1200 | 300 | 300 | 0:00:06 |
| | 5-B_axis-1A | | | | | |
| | 0 | 0 | -70 | 0 | 102 | 245 |
| 8 | D_drill5 (Сверление) <> | | | | | |
| | Мас 1 (3- Позиция) | | 1200 | 300 | 300 | 0:00:06 |
| | 5-B_axis-1A | | | | | |
| | 0 | 0 | 0 | 70 | 102 | 245 |
| 9 | CUT_contour8 (Отрезка) | | | | | |
| | Мас 1 (1- Позиция) | | 1000.000000 | 0.100000 | 0.050000 | 0:01:01 |
| | 6-B_axis-1A | | | | | |

| | | | |
|---|---|--|--|
| 1-B_axis-1A  Проходной | A: 15 B: 5 C: 20 D: 100 D1: 3 D2: 3 | E: 5 F: 15 | Угол направления: 270 0 Напр. вращения: против часовой стрелки Ra: 0.8 a: 60 b: 5 |
| 2-B_axis-1A  Расточной | A: 15 B: 7 C: 10 D: 180 D1: 3 D2: 3 | E: 7 F: 15 | Угол направления: 270 0 Напр. вращения: против часовой стрелки R: 0.8 a: 60 b: 29. |
| 3-B_axis-1A  Сверло | D: 35 mm A: 118 AD: 35 | TL: 180 mm OHL: 100 mm CL: 60 mm SL: 70 mm H: 150 mm | H 3 D 53 Канавки: 1 |
| 4-B_axis-1A  Сверло | D: 8 mm A: 180 AD: 8 | TL: 80 mm OHL: 60 mm CL: 24 mm SL: 30 mm H: 100 mm | H 4 D 54 Канавки: 1 |
| 5-B_axis-1A  Сверло | D: 20 mm A: 180 AD: 20 | TL: 80 mm OHL: 60 mm CL: 24 mm SL: 30 mm H: 100 mm | H 5 D 55 Канавки: 1 |
| 6-B_axis-1A  Внеш. Канавки | Тип державки A Длина инструмента (L) Направление обработки Форма реж. пластинки H A | Straight 25 (150.00 mm) R Square (80.00) 12 6 | Напр. вращения: против часовой стрелки Ra: 0.2 |
| 7-B_axis-1A  Шпоночная фреза | D: 30 mm R: 0 mm AD: 12 SD: 12 | TL: 60 mm OHL: 40 mm CL: 4 mm SL: 15 mm H: 100 mm | H 7 D 57 Канавки: 16 |

