

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Институт открытого и дистанционного образования
Кафедра «Техника, технологии и строительство»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой,
_____ К.М. Виноградов
_____ 03 июля _____ 2020 г.

Проектирование участка механической обработки детали "Корпус прибора"

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–15.03.05.2020.195.00.000 ПЗ ВКР

Строительный раздел,
ст. преподаватель
_____ А.А. Дериглазов
_____ 2020 г.

Руководитель работы,
доцент
_____ В.В. Ахлюстина
_____ 2020 г.

Автор работы
студент группы ДО-505
_____ И. Е. Цицорин
_____ 2020 г.

Нормоконтролер,
преподаватель
_____ О.С. Микерина
_____ 2020 г.

Челябинск 2020

АННОТАЦИЯ

Цицорин И.Е. Участок механической обработки детали «Корпус прибора» - Челябинск: ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», ИОДО; 2020, 104 с., 26 ил., библиографический список – 9 наименования, 11 листов чертежей ф.А1.

В данной выпускной квалификационной работе разрабатывается участок механической обработки детали «Корпус прибора», рассматриваются вопросы совершенствования технологического процесса механической обработки детали. Применяется более производительное и современное оборудование для обработки данной детали.

В пояснительной записке был проведен анализ действующего технологического процесса и с учетом его несовершенства разработан проектный вариант обработки детали, рассчитаны припуски на обработку. В спроектированном технологическом процессе применен более совершенный и удобный в работе режущий и измерительный инструмент. Также было спроектировано станочное приспособление для фрезерования поверхностей заготовки. Произведены расчеты режимов резания.

В строительном разделе выпускной квалификационной работы выполнена рациональная планировка участка механического цеха.

В разделе безопасность жизнедеятельности рассмотрены безопасные условия работы на участке изготовления изделия.

В экономическом разделе рассчитана ориентировочная себестоимость изделия.

В результате вышеизложенных мероприятий удалось снизить затраты на изготовление детали, а значит, и ее себестоимость.

| | | | | | | | | |
|------------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------|---------------|
| | | | | | 150305.2020.029.00.00 ПЗ ВКП | | | |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | | | |
| <i>Разраб.</i> | | Цицорин И.Е. | | | Участок механической обработки детали «Корпус прибора» | <i>Лит.</i> | <i>Лист</i> | <i>Листов</i> |
| <i>Провер.</i> | | Ахлюстина | | | | | 4 | 104 |
| <i>Реценз.</i> | | | | | | ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» ИОДО | | |
| <i>Н. Контр.</i> | | Микерина О.С. | | | | Кафедра «ТТС» гр.ДО-505 | | |
| <i>Утверд.</i> | | Виноградов | | | | | | |

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 7 |
| 1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ | 9 |
| 1.1 Назначение и описание узла и работы детали в узле | 9 |
| 1.2 Служебное назначение детали и технические требования | 9 |
| 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ..... | 14 |
| 2.1 Анализ технологичности детали | 14 |
| 2.2 Анализ действующего технологического процесса | 15 |
| 2.2.1 Анализ документации действующего техпроцесса | 15 |
| 2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки | 18 |
| 2.2.3. Размерный анализ действующего техпроцесса | 22 |
| 2.2.4. Выводы из анализа и предложения по разработке проектного техпроцесса | 24 |
| 2.3 Разработка проектного технологического процесса | 26 |
| 2.3.1 Разработка маршрута проектного техпроцесса | 26 |
| 2.3.2 Выбор оборудования для реализации техпроцесса | 26 |
| 2.3.3 Выбор исходной заготовки | 28 |
| 2.3.4 План операций и переходов проектного техпроцесса | 32 |
| 2.3.5. Размерный анализ проектного техпроцесса | 38 |
| 2.3.6. Расчет режимов резания | 39 |
| 3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ | 61 |
| 3.1 Проектирование станочного приспособления | 61 |
| 3.2 Проектирование режущего инструмента..... | 67 |
| 3.2.1 Расчет концевой фрезы с СМП | 67 |
| 3.2.2 Расчет метчика..... | 72 |
| 3.3. Описание работы контрольного приспособления | 77 |
| 4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ..... | 81 |
| 5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ..... | 86 |
| 5.1 Анализ спроектированного техпроцесса на наличие потенциально опасных и вредных производственных факторов | 86 |
| 5.2 Анализ травматизма..... | 87 |
| 5.3 Техника безопасности..... | 88 |
| 5.3.1 Меры и средства защиты..... | 89 |
| 5.3.2 Требования безопасного ведения процесса..... | 90 |
| 5.3.3 Электробезопасность | 91 |
| 5.4 Промышленная санитария..... | 92 |
| 5.4.1 Параметры микроклимата | 93 |
| 5.4.2 Естественное освещение | 95 |
| 5.4.3 Искусственное освещение..... | 95 |
| 5.4.4 Вентиляция | 96 |
| 5.5 Пожарная безопасность | 98 |
| 5.6 Гражданская оборона..... | 99 |
| 6 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ | 100 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 5 |

| | |
|--------------------------------|-----|
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 103 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК | 104 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 6 |

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение – главная отрасль мировой промышленности. Развитие машиностроения во многом определяет в целом уровень развития той или иной страны. В этой отрасли наиболее заметен разрыв между развитыми и развивающимися странами. Общие особенности машиностроения:

1) Машиностроение занимает первое место среди отраслей промышленности по стоимости продукции. На него приходится около 35% стоимости мировой промышленной продукции. Среди отраслей промышленности машиностроение – наиболее трудоемкое производство;

2) Оно занимает первое место по числу занятых (80 млн. чел.). Особенно высокой трудоемкостью отличаются приборостроение, электротехническая и аэрокосмическая промышленность, атомное машиностроение и другие отрасли, выпускающие сложную технику. В связи с этим одним из главных условий размещения машиностроения является обеспечение его квалифицированной рабочей силой, наличие определенного уровня производственной культуры, центров научных исследований и разработок. Близость к сырьевой базе важна лишь для некоторых отраслей тяжелого машиностроения (производство металлургического, горно-шахтного оборудования, котлостроение и др.);

3) Машиностроение – одна из самых наукоемких отраслей промышленности. Достижения НТП внедряются прежде всего в производствах данной отрасли.

4) Машиностроение имеет самый сложный отраслевой состав (более 300 различных производств), который постоянно меняется. Новейшие отрасли быстро переходят в новые, а затем становятся уже старыми. В мире имеется громадный спрос на продукцию машиностроения, который постоянно увеличивается;

5) Машиностроение имеет самый большой, постоянно расширяющийся ассортимент выпускаемой продукции (несколько миллионов наименований). При этом продукция отрасли различна по массовости выпуска (например, самолетов – около 1 тыс. в год, металлорежущих станков – 1,2 млн, тракторов – 1,3 млн, автомобилей – 40–50 млн, электронной техники – 150 млн, часов – 1 млрд штук). Различные отрасли машиностроения предъявляют различные требования к сырью. При этом наблюдается тенденция уменьшения доли продукции черной металлургии, а увеличения доли продукции цветной металлургии и химической промышленности. Машиностроение занимает ведущее место в международных экономических связях (38% от стоимости всех товаров международной торговли). Например, машиностроение обеспечивает 2/3 экспорта Японии и экспорта таких стран, как США и

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 7 |

Германия. Машиностроение в наибольшей степени способствует углублению специализации и кооперации в мировом хозяйстве.

На размещение предприятий машиностроения в большей степени влияют: наличие квалифицированной рабочей силы; наличие научных центров; развитая инфраструктура; потребители. До недавнего времени 90% продукции машиностроения производили развитые страны, а только 10% – развивающиеся. Но сегодня доля развивающихся стран составляет уже 25% и продолжает возрастать. В машиностроении мира доминирующее положение занимает небольшая группа развитых стран – США, на которые приходится почти 30% стоимости машиностроительной продукции, Япония – 15%, ФРГ – около 10%, Франция, Великобритания, Италия, Канада. В этих странах развиты практически все виды современного машиностроения, высока их доля в мировом экспорте машин (на развитые страны в целом приходится свыше 80% мирового экспорта машин и оборудования). При почти полной номенклатуре производства машиностроительной продукции ключевая роль в развитии машиностроения в этой группе стран принадлежит авиаракетно-космической промышленности, микроэлектронике, робототехнике, атомно-энергетической технике, станкостроению, тяжелому машиностроению, автомобилестроению. В группу лидеров мирового машиностроения входят также Россия (6% стоимости машиностроительной продукции), Китай (3%) и несколько малых промышленно развитых стран – Швейцария, Швеция, Испания, Нидерланды и др.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 8 |

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Назначение и описание узла и работы детали в узле

Представленная деталь – корпус прибора, участвует в приборе радиоаппаратуры. В отверстия 8 Н11 (Л–Л) устанавливаются втулки, через которые корпус устанавливается на основную плиту изделия. Отверстия 4F9 (Л–Л) и паз 4F9×6 (вид А) определяют положение корпуса на плите. Отверстие 78Н7 и три отверстия М4 служат для установки видеокамеры. В два отверстия 17Н7 (вид Б, Т, У–У) устанавливаются две оправы и закрепляются тремя винтами М2×8 каждая. На площадке (П–П, вид Б) на отверстия М3–6Н закрепляются оправы. В отверстиях 10Н7 (вид А, И–И) устанавливаются два корпуса и закрепляются каждый тремя винтами М3. В отверстия М3–6Н на наклонной площадке крепится хомут для закрепления кабеля.

В корпусах и оправках устанавливаются линзы и зеркала для направления изображения в видеокамеру.

1.2 Служебное назначение детали и технические требования

Характерной особенностью корпусных деталей является наличие плоскостей стыка с другими элементами, отверстий, точно координированных по отношению к этим плоскостям друг к другу и крепежных отверстий. Поэтому корпусная деталь должна обеспечить постоянство точности относительного положения деталей и механизмов в статическом режиме, так и в процессе эксплуатации изделия, а также плавность их работы и отсутствие вибраций. Корпус прибора в 3D представлен на рисунке 1.1.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 9 |

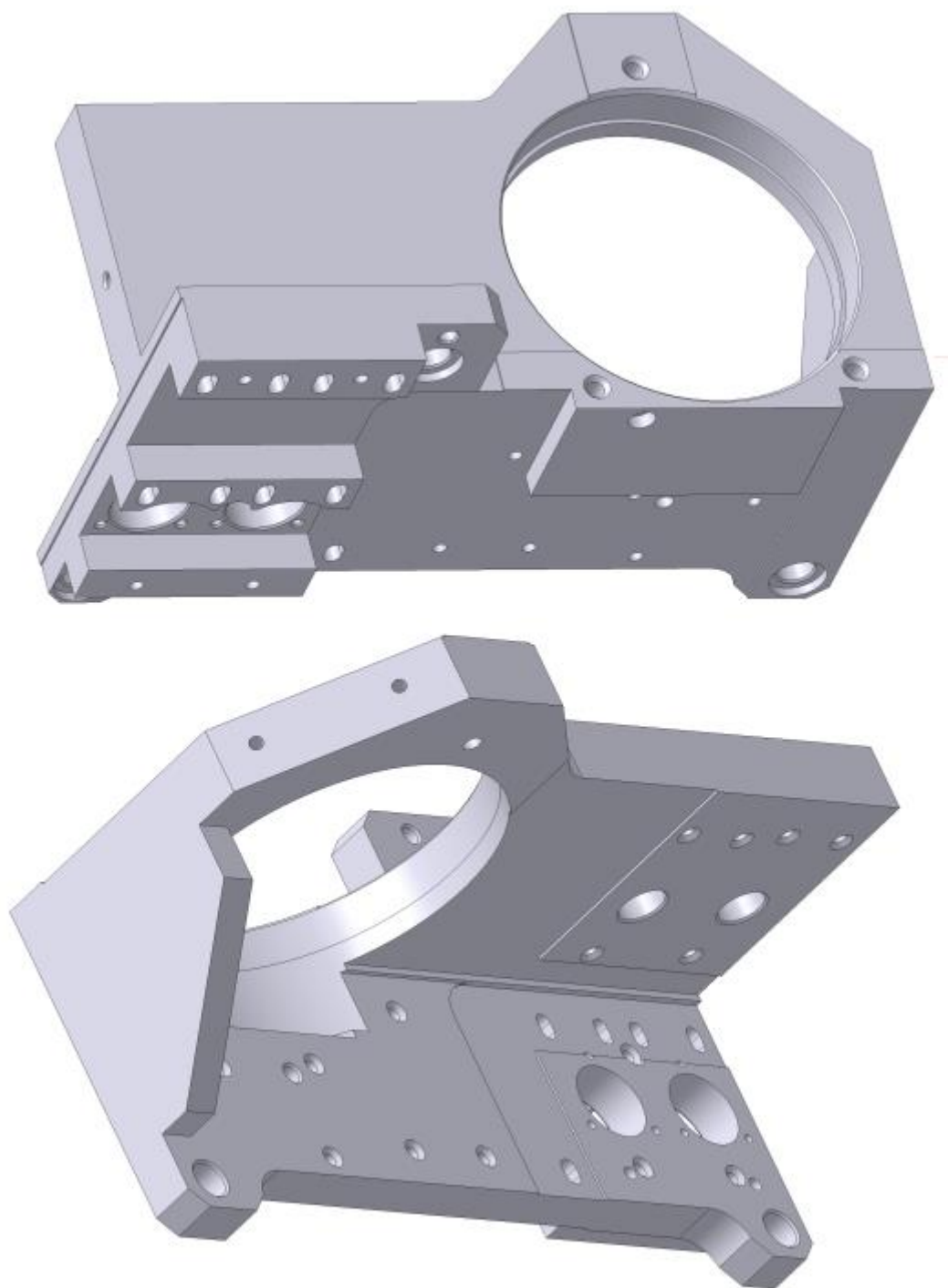


Рисунок 1.1 – Корпус прибора в 3D

Технические характеристики детали в зависимости от служебного назначения будут обеспечиваться только в том случае, если при проектировании узлов и деталей, их изготовления и сборке будут заданы и выдержаны все необходимые технические требования. Технические требования регламентируются как параметры точности изготовления поверхностей детали. Поэтому на чертеже детали, исходя из ее служебного назначения в узле, задан не только материал, размеры, их допустимые

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

150305.2020.029.000 ПЗ ВКР

Лист

10

отклонения, но и все технические требования, которые необходимо выполнить при изготовлении данной детали.

Основной конструкторской базой данной детали является основание, так как оно определяет её положение в изделии. Вспомогательной базой являются отверстия диаметром 8Н11, посредством которых корпус крепится и определяет положение присоединенной к нему детали. Эскиз детали представлен на рисунке 1.2.

Выбранные высотные параметры шероховатости соответствуют служебному назначению заданной детали.

Материал корпуса прибора – алюминиевый сплав АМг6 ГОСТ 4784 – 97.

В обозначении АМг6 буква А обозначает алюминий, Мг – магний, 6 – содержание легирующего элемента (магния) 6%. Данные о материале приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Данные о материале детали

| | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------|-------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------------------------------|-------------------|
| Марка | | АМг6 | | | | | | | | |
| Классификация | | Алюминиевый деформируемый сплав | | | | | | | | |
| Применение | | Для изготовления полуфабрикатов методом горячей или холодной деформации, а также слитков и слябов; коррозионная стойкость высокая | | | | | | | | |
| Сортамент | | Профили горячекатаные | | | | | | | | |
| Химический состав в % материала АМг6 | | | | | | | | | | |
| Fe | Si | Mn | Ti | Al | Cu | Be | Mg | Zn | Примесей | |
| до 0,4 | до 0,4 | 0,5- 0,8 | 0,02- 0,1 | 91,1- 93,68 | до 0,1 | 0,0002 -0,005 | 5,8-6,8 | до 0,2 | прочие, каждая 0,05, всего 0,1 | |
| Механические свойства материала АМг6 | | | | | | | | | | |
| $T, ^\circ\text{C}$ | σ_B | σ_T | δ_5 | $HB \cdot 10^{-1}$ | $E \cdot 10^{-5}$ | $\alpha \cdot 10^6$ | λ | ρ | C | $R \cdot 10^{-9}$ |
| 20 | 355 | 190 | 19,5 | 65 | 0,71 | - | - | 2640 | - | 67,3 |
| 100 | - | - | - | - | - | 24,7 | 122 | - | 922 | - |

Обозначения:

σ_B – предел кратковременной прочности, МПа;

σ_T – предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации), МПа;

δ_5 – относительное удлинение при разрыве, %;

HB – твердость по Бринеллю, МПа;

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | | | | | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | | | 11 |

E – модуль упругости первого рода, МПа;
 α – коэффициент температурного (линейного) расширения (диапазон 20° – Т), 1/град;
 λ – коэффициент теплопроводности (теплоемкость материала), Вт/(м·град);
 ρ – плотность материала, кг/м³;
 C – удельная теплоемкость материала (диапазон 20° – Т), Дж/(кг·град);
 R – удельное электросопротивление, Ом·м.

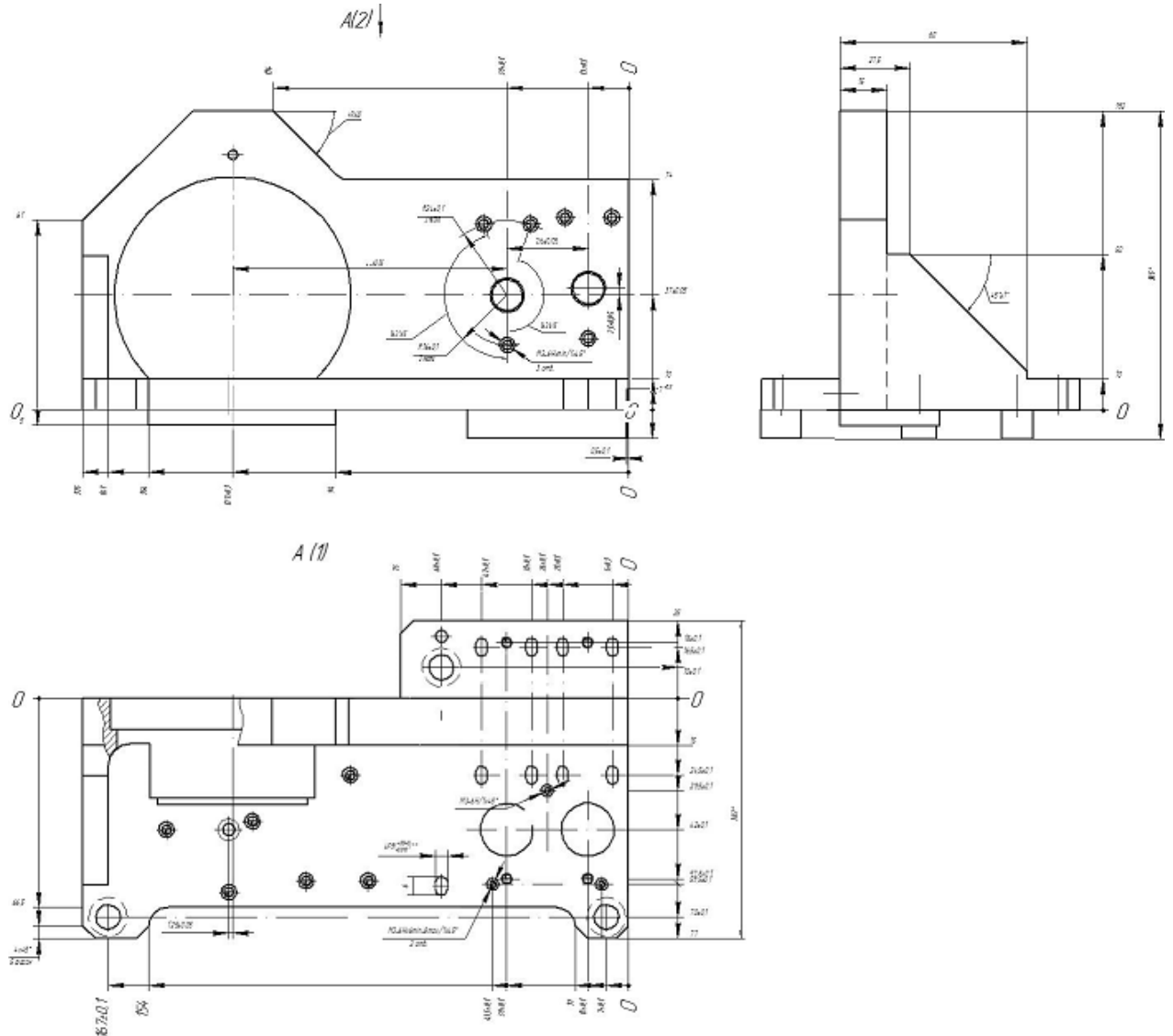


Рисунок 1.2 – Эскиз детали

В качестве заготовки в действующем технологическом процессе выбрана плита алюминиевая АМг6 ГОСТ 21488 – 97 мм.

Серийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых партиями и сравнительно большим объемом выпуска. Поэтому для участка серийного производства необходимо подобрать номенклатуру

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 12 |

обрабатываемых деталей. Номенклатура подбирается в зависимости от конфигурации и размеров деталей, а также от материала заготовок.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 13 |

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Анализ технологичности детали

Целью такого анализа является выявление недостатков конструкции по сведениям, содержащимся в чертежах и технических требованиях, а так же возможное улучшение технологичности рассматриваемой конструкции.

Основные задачи, решаемые при анализе технологичности конструкции обрабатываемой детали, сводятся к возможному уменьшению трудоемкости и металлоемкости, возможности обработки детали высокопроизводительными методами. Таким образом, улучшение технологичности конструкции позволяет снизить себестоимость ее изготовления без ущерба для служебного назначения.

Деталь – корпус прибора, заготовкой служит разрезанная плита с габаритными размерами 1200x122x190мм, из сплава АМгб, что приводит к большому и нерациональному расходу материала в стружку.

Точность и шероховатость большинство поверхностей получаются на комплексных операциях. С точки зрения механической обработки деталь имеет следующие недостатки в отношении технологичности. Форма и расположение отверстия Ø78Н7 удобно для обработки с одной стороны отливки, два других отверстия Ø10Н7 не могут быть обработаны на проход с той же стороны, при наличии фаски 0,5×45°. Таким образом обработка этих отверстий может производиться только с перестановкой детали.

Значительные трудности вызывает обработка крепежных отверстий, так как они расположены близко относительно друг друга – в большинстве случаев на расстоянии менее 25 мм, так же многие крепежные отверстия заданы угловыми размерами, что делает невозможной их одновременную обработку.

Затруднительна и обработка группы пазов 3,6×6мм, у которых достаточно большая глубина, что затрудняет точную их обработку и увеличивает риск увода инструмента. То же касается и группы отверстий диаметром 3К7.

В целом деталь технологична и проста по конструкции. Остальные обрабатываемые поверхности с точки зрения точности и чистоты не представляют значительных технологических трудностей, позволяют вести обработку на проход и допускают применение высокопроизводительных режимов обработки.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 14 |

2.2 Анализ действующего технологического процесса

2.2.1 Анализ документации действующего техпроцесса

Анализ маршрутных карт

На ОАО «Радиозавод» в настоящее время объем продукции сократился и выпуск данной детали сведен к мелкосерийному производству. На многие изделия отсутствует технологический процесс. В случае с данной деталью «Корпус прибора» имеется «маршрутный техпроцесс» где перечислены только операции с переходами, написанными от руки. Указаны все отклонения на размеры, количество проходов инструмента, а так же сделаны ссылки на чертеж детали с указанием видов и сечений. Отсутствуют маршрутные, операционные и контрольные карты, так же нет операционных эскизов, следовательно, качество оформления технологической документации – неудовлетворительное.

В маршрутной технологии предусмотрены следующие операции:

Операция 005 – Заготовительная

Данная операция производится на строгальном станке 7А110. Плиту разрезают на полосы 120х190х1200

Операция 010 – Заготовительная

Данная операция производится на ленточнопильном станке по металлу «PEGASUS». Полосы разрезаются на заготовки в размере 120х117х190

Операция 015 – контроль

Операция 020 – Стабилизация

Производится по ГОСТу 17535-77

Операция 025 – Фрезерование

Осуществляется на инструментальном широкоуниверсальном фрезерном станке 676 в станочных тисах.

Операция 030 – Слесарная

Выполняется вручную слесарем на верстаке с применением напильника, зачищаются все острые кромки по контуру детали.

Операция 035 – контроль

Операция 040 – Фрезерная

Осуществляется на станке с программным числовым управлением Leadwell V50 фрезой Ø80 по программе №7

Операция 045 – Фрезерная

Осуществляется на станке с программным числовым управлением Leadwell V50 фрезой Ø80 по программе №8

Операция 050 – Фрезерная

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 15 |

Осуществляется на станке с программным числовым управлением Leadwell V50 фрезой Ø25 по программе №9

Операция 055 – моечная

Очищение детали после выполнения программ №7-9

Операция 060 – Слесарная

Выполняется вручную слесарем на верстаке с применением напильника, зачищаются все острые кромки по контуру детали.

Операция 065 – контрольная

Выполнение контроля исполнителем и проверяется визуально отсутствие заусенцев.

Операция 070 – моечная

Операция 075 – обезжиривание

Операция 080 – стабилизация

Производится по ГОСТу 17535-77

Операция 085 – комплексная

Осуществляется на станке с программным числовым управлением Leadwell V50 фрезами Ø25, Ø20, Ø12, Ø3, Ø4, сверлами Ø12, Ø3, Ø8 по программе №10.

Операция 090 – Фрезерная

Осуществляется на станке с программным числовым управлением Leadwell V50 фрезами Ø25(короткая), Ø25(длинная), Ø12, Ø6 по программе №11

Операция 095 – комплексная

Осуществляется на станке с программным числовым управлением Leadwell V50 фрезами Ø80, Ø25, Ø10, Ø7, центровочным сверлом Ø1 и сверлом Ø10 по программе №12.

Операция 100 – комплексная

Осуществляется на станке с программным числовым управлением Leadwell V50 фрезами Ø80, Ø25, Ø12, Ø20, Ø12, Ø6, сверлами Ø26, Ø1 по программе №13.

Операция 110 – моечная

Операция 115 – Слесарная

Снять заусенцы после программной операции №10-№13

Операция 120 – контрольная

Проверяем размеры детали и отверстия, их координаты, фаски, плоскостность, перпендикулярность, параллельность, визуальное отсутствие заусенцев

Исполнитель 80%, ОТК 20%

Операция 125 – координатная

Растачиваем 2 отверстия до Ø10 H7^(+0,015), обеспечивая шероховатость Ra 1.6.

Растачиваем 2 отверстия до Ø17 H7^(+0,018), обеспечивая шероховатость Ra 1.6.

Операция 130 – слесарная

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 16 |

Просверлить по центровке 8 отверстий Ø2,5 (вид А), 3 отверстия Ø3,3 (вид В), по 1 отверстию Ø3,5 (вид Л-Л), Ø2,5 (вид Г), 2 отверстия Ø2,5 (вид А(1)), стр. 20
ТП

Снять заусенцы с двух сторон

Операция 135 – контрольная

Проверяем размеры детали и отверстия, их координаты, фаски, плоскостность, перпендикулярность, параллельность, визуальное отсутствие заусенцев

Исполнитель 80%, ОТК 20%

Операция 140 – покрытие

Деталь обрабатывается по ТУ

Вывод: деталь обрабатывается как на станке с ЧПУ, так и на специальных станках. Много переходов и операций.

Анализ карт эскизов

Карта эскизов составлена в форме 7а, для формата А4 с горизонтальным расположением поля подшивки. При разработке КЭ графу 3 основной надписи не заполняют.

При разработке одной КЭ к нескольким операциям графы 8–11 основной надписи не заполняют, а номера операций в этом случае проставляют:

- при одном общем эскизе к нескольким операциям – под основной надписью;
- при нескольких эскизах – над каждым эскизом.

Вывод : карты эскизов составлены согласно ГОСТ 3.1105-84 ЕСТД. Формы и правила оформления документов общего назначения.

Анализ карт контроля в предлагаемом техническом процессе не представлен.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 17 |

2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки

Ленточнопильный станок «PEGASUS» представлен на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 – Ленточнопильный станок «PEGASUS»

Ленточнопильный станок «PEGASUS» предназначен для резания заготовок, как из черных, так и из цветных металлов, различной формы и размеров. Данный станок состоит из пильной рамы, имеющей два шкива на которых закреплена ленточная пила. Тип ленточной пилы и шаг зубьев выбирается в соответствии с разрезаемым материалом. Тиски зажимают заготовку, которую необходимо разрезать. Пильная рама поворачивается вдоль режущей плоскости для распила под определенным углом. Корпус станка состоит из станины. Перемещение движущейся части тисков и повороты пильной рамы вниз и вверх, а так же зажим и ослабление тисков осуществляется при помощи гидравлической системы, используя кнопки. Ленточная пила в зоне резания движется между двумя направляющими, с закрепленными в них опорными роликами и твердосплавными пластинами. Верхняя (подвижная) направляющая позволяет регулировать размер выступающей части режущей кромки пилы. Движение ленточной пилы приводится электродвигателем при помощи механического вариатора, подсоединенного к ведущему шкиву. Движение включается нажатием кнопки, движение автоматически прекращается по окончании резания, когда срабатывает концевой выключатель. Кожух, закреплен-

ный на нижней части пильной рамы, защищает ленточную пилу и шкивы ленточной пилы. Технические характеристики станка «PEGASUS» представлены в таблице 2.1

Таблица 2.1 – Технические характеристики станка «PEGASUS»

| | |
|----------------------------------------------------------------|--------------------|
| Вес, кг | 850 |
| Габаритные размеры, мм | 1200 x2150 x1600 |
| Главный двигатель, кВт | 2,2 |
| Двигатель насоса для подачи смазочно-охлаждающей эмульсии, кВт | 0,037 |
| Двигатель гидравлического насоса, кВт | 0,37 |
| Скорость ленточной пилы, м/мин | от 16 до 80 |
| Размер ленточной пилы, мм | 4120(± 5)x 34x 1,1 |
| Стандартное электрическое напряжение, В | 400 |

Станок широкоуниверсальный фрезерный 676 представлен на рисунке 2.2.



Рисунок 2.2 – Станок широкоуниверсальный фрезерный 676

Станок широкоуниверсальный фрезерный 676 ГОСТ 23330–85 используется для выполнения фрезерных операций по обработке горизонтальных и вертикальных плоскостей из черных, цветных металлов и различных сплавов, а также для обработки пазов и других поверхностей. На станке СФ – 676 выполняют следующие операции: фрезерование, сверление, развертывание, растачивание, зенкерование и долбежка. Обработка изделия цилиндрическими, дисковыми, фасонными и другими фрезами, так и вертикального фрезерования торцевыми, концевыми, шпоночными и другими фрезами под различными углами. Технические характеристики универсально фрезерного станка модели 676 представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Технические характеристики универсально фрезерного станка модели 676

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Рабочая площадь поверхности вертикального стола, мм | 250 x 630 |
| Перемещения стола, мм: | |
| продольное | 450 |
| вертикальное | 380 |
| Наименьшее и наибольшее расстояния от оси горизонтального шпинделя до съемного углового стола, мм | 80...460 |
| Наибольшее перемещение шпиндельной бабки, мм | 300 |
| Наибольшее расстояние от торца вертикального шпинделя до плоскости съемного стола, мм | 380 |
| Перемещение вертикального шпинделя (вверх — вниз), мм | 80 |
| Наибольший угол поворота вертикальной головки, град. | ± 90 |
| Конус вертикального и горизонтального шпинделей | 40 |
| Число скоростей шпинделей | 16 |
| Пределы частоты вращения шпинделей, об/мин : | |
| горизонтального | 50...1630 |
| вертикального | 63...2040 |
| Число рабочих подач стола и бабки | 16 |
| Пределы подач стола и бабки, мм/мин | 13...395 |
| Скорость (ускоренная) перемещения стола и бабки, мм/мин | 935 |
| Мощность двигателя главного привода, кВт | 3.0 |
| Габаритные размеры станка, мм | 1200x1240x1780 |
| Масса станка, кг | 1050 |

Leadwell V50 Вертикальный обрабатывающий центр представлен на рисунке 2.3.



Рисунок 2.3 – Leadwell V50 Вертикальный обрабатывающий центр

Технические характеристики Leadwell V50 вертикального обрабатывающего центра представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Технические характеристики Leadwell V50 вертикального обрабатывающего центра

| | |
|--------------------|---------|
| Продольный ход X | 1270 мм |
| Поперечный ход Y | 510 мм |
| Вертикальный ход Z | 610 мм |

Вывод: в производстве детали корпус прибора видно, что задействованное оборудование является устаревшим и менее эффективным по сравнению с современными аналогами.

В маршрутной карте, которая имеется на данном производстве для детали «Корпус прибора» не указано, каким именно инструментом будет вестись обработка. В результате анализа режущего инструмента, применяемый в процессе обработки, видно, что весь инструмент стандартный, без применения сменных твёрдосплавных пластин, что вызывает повышенный расход инструментального материала, частую смену инструмента и необходимость заточных операций.

Станочным приспособлением в машиностроении называют дополнительное устройство к металлорежущим станкам, предназначенное для базирования и закрепления заготовки, обрабатываемых на этих станках. Такие приспособления необходимы для закрепления заготовки на станках в требуемом положении относительно режущих инструментов. На фрезерных станках чаще всего применяют различного вида тиски.

При изготовлении данной детали «Корпус прибора» использовались тиски станочные с ручным приводом предназначены для закрепления заготовок при механической обработке на металлорежущих станках.

Установка тисков станочных на столе станка производится с помощью шпонок, крепление – с помощью прихватов. Конструкция неповоротных тисков станочных позволяет производить установку нескольких тисков рядом друг с другом, а также на три взаимно перпендикулярные опорные поверхности (нижнюю, боковые). Высокая твердость рабочих поверхностей обеспечивает долговечность тисков станочных с сохранением точности. В станочных тисках имеется встроенный подшипник и ломающаяся рукоятка.

Из анализа применяемого приспособления видно, что используемая на участке оснастка нуждается в некотором совершенствовании, приспособления не автоматизированы, что увеличивает время на установку и закрепление детали, так же в большом объеме применяется ручной труд.

2.2.3. Размерный анализ действующего техпроцесса

Обратная (проверочная) задача

Составим и решим уравнения замыкающих звеньев:

$$\Delta 1 = 47,5^{+0,2} - 25_{-0,2} = 22,5^{+0,4}$$

$$\Delta 2 = 85^{+0,25} - 25_{-0,2} = 60^{+0,45}$$

Из уравнений видно, что получается исправимый брак, а это не желательно, так как требуется дополнительная обработка.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 22 |

Размерный анализ представлен на рисунке 2.4.

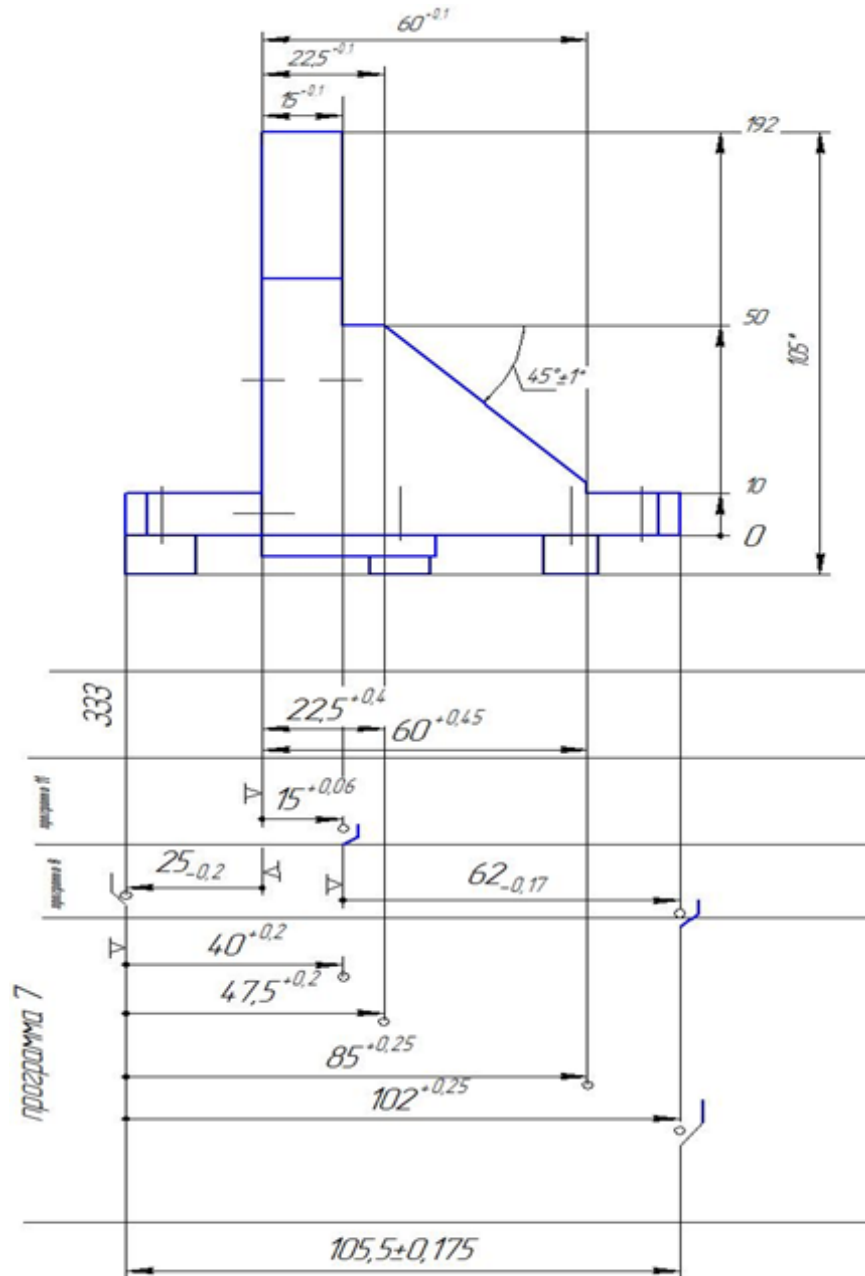


Рисунок 2.4 – Размерный анализ

Составление и решение уравнения припусков для действующего технологического процесса:

$$Z_{min} = Rz + Df = 160 + 150 = 310 \text{ мкм} = 3,1 \text{ мм}$$

$$Z_1 = 105,5^{+0,175}_{-0,175} - 102^{+0,25} = 3,5^{+0,175}_{-0,425}$$

Следовательно брака не будет

$$Z_{min2} = Rz + Df = 0,036$$

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
|------|------|----------|---------|------|

150305.2020.029.000 ПЗ ВКР

Лист

23

$$Z2 = 102^{0.25} - 40^{0.2} - 62_{-0.17} = 0_{-0.2}^{0.43}$$

Будет брак, так как $Z2 < Z_{\min 2}$

$$Z3 + Z4 = 40^{0.2} - 15^{0.06} - 25_{-0.2} = 0_{-0.06}^{0.4}$$

Будет брак, так как $Z3 + Z4 < 2Z_{\min 2}$

Вывод: представленный тех. процесс составлен не удачно, так как высока вероятность брака.

2.2.4. Выводы из анализа и предложения по разработке проектного техпроцесса

В целом деталь технологична по конструкции. Остальные обрабатываемые поверхности с точки зрения точности и чистоты не представляют значительных технологических трудностей, позволяют вести обработку на проход и допускают применение высокопроизводительных режимов обработки.

В процессе анализа тех. процесса видно:

так как в качестве заготовки выбрали лист, то очень много материала уйдет в стружку

деталь обрабатывается как на станке с ЧПУ, так и на специальных станках. Много переходов и операций .

представленный тех. процесс составлен не удачно, так как высока вероятность брака.

В результате анализа режущего инструмента, применяемый в процессе обработки, видно, что весь инструмент стандартный, без применения сменных твёрдосплавных пластин, что вызывает повышенный расход инструментального материала, частую смену инструмента и необходимость заточных операций.

Из анализа применяемого приспособления видно, что используемая на участке оснастка нуждается в некотором совершенствовании, приспособления не автоматизированы, что увеличивает время на установку и закрепление детали, так же в большом объеме применяется ручной труд.

Выше были описаны недостатки базового техпроцесса, которые значительно повышают себестоимость детали. Поэтому при разработке проектного техпроцесса необходимо выполнить следующие требования:

Перейти от едичного производства к серийному.

Заменить старое оборудование на новое с числовым программным управлением.

Использовать стандартный инструмент со сменными многогранными пластинами, что выгодно при серийном производстве.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 24 |

Усовершенствовать техпроцесс, чтобы деталь обрабатывалась за меньшее количество операций, что повысит производительность и качество изготовления, а соответственно уменьшит затраты на производство.

Использовать как можно меньше приспособлений, которые в свою очередь должны быть универсальными, чтобы можно было использовать для других деталей.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 25 |

2.3 Разработка проектного технологического процесса

2.3.1 Разработка маршрута проектного техпроцесса

Разработанный маршрут проектного технологического процесса представлен в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – маршрут проектного технологического процесса

| № операции | Название операции | Оборудование |
|------------|--------------------------------------------|--------------------------------------|
| 000 | Заготовительная | Оборудование для литья под давлением |
| 005 | Комплексная на обрабатывающем центре с ЧПУ | станок с ЧПУ DMU 85 monoBLOCK |
| 010 | Комплексная на обрабатывающем центре с ЧПУ | станок с ЧПУ DMU 85 monoBLOCK |
| 015 | Комплексная на обрабатывающем центре с ЧПУ | станок с ЧПУ DMU 85 monoBLOCK |
| 020 | Комплексная на обрабатывающем центре с ЧПУ | станок с ЧПУ DMU 85 monoBLOCK |
| 025 | Комплексная на обрабатывающем центре с ЧПУ | станок с ЧПУ DMU 85 monoBLOCK |
| 030 | Комплексная на обрабатывающем центре с ЧПУ | станок с ЧПУ DMU 85 monoBLOCK |
| 035 | Комплексная на обрабатывающем центре с ЧПУ | станок с ЧПУ DMU 85 monoBLOCK |
| 040 | Контроль | Стол контрольный |

2.3.2 Выбор оборудования для реализации техпроцесса

Серия monoBLOCK® NEXT GENERATION имеет конструкцию, которая подходит для применения в любой сфере: одновременная обработка по 5 осям, высокодинамичная высокоскоростная обработка, высокоэффективная обработка с высо-

ким моментом или серийное производство деталей с обработкой по 3–5 осям. Обрабатывающий 5-ти координатный центр DMU 85 серии monoBLOCK® NEXT GENERATION, представленный на рисунке 2.5.



Рисунок 2.5. Обрабатывающий 5-ти координатный центр DMU 85

Техническая характеристика обрабатывающего 5 – ти координатного центра DMU 85 представлена в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Техническая характеристика DMU 85

| | |
|---------------------------------------|--------|
| Перемещение по X, мм | 935 |
| Перемещение по Y, мм | 850 |
| Перемещение по Z, мм | 650 |
| Максимальная нагрузка на стол, кг | 1500 |
| Диаметр стола, мм | 850 |
| Максимальная высота заготовки, мм | 590 |
| Максимальная частота вращения, об/мин | 15 000 |
| Мощность, кВт | 35 |

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

150305.2020.029.000 ПЗ ВКР

Лист

27

Окончание таблицы 2.5

| | |
|--------------------------|-----|
| Крутящий момент, Нм | 130 |
| Инструментальный магазин | 30 |

Широкая сфера применения для обработки деталей диаметром до 1040 мм, высотой 590 мм и максимальной массой 1500 кг на поворотном/вращающемся столе, а также деталей размерами до 1200 × 1040 × 650 мм и максимальной массой 4000 кг на неподвижном столе. Схема обработки на станке представлена на рисунке 2.6.

Загрузка краном без ограничений сверху по центру стола в стандартном исполнении

Доступ и удобство: дверь открывается на 1500 мм, загрузка инструмента спереди в течение основного времени и также полный доступ с передней части во время автоматизации

Небольшая занимаемая площадь 11,6 м²

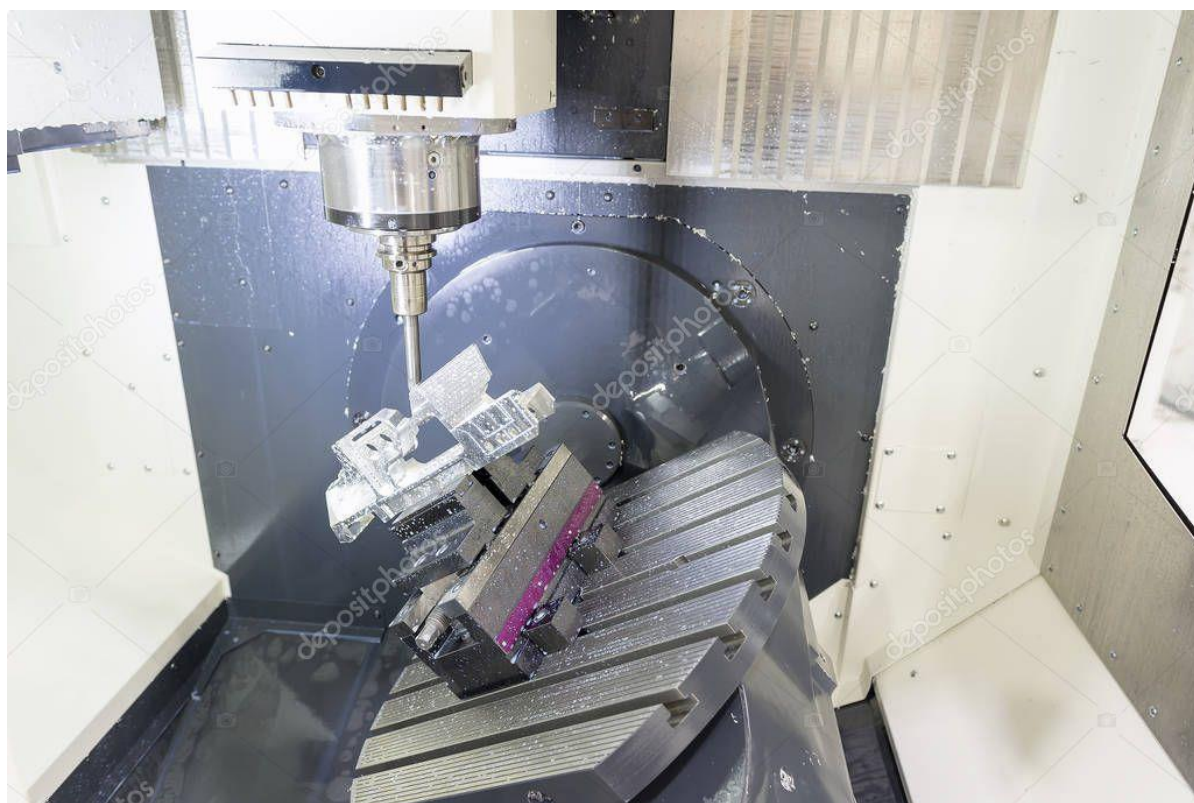


Рисунок 2.6 – Схема обработки на станке

2.3.3 Выбор исходной заготовки

Методы получения заготовок определяется назначением и конструкцией детали, материалом, техническими требованиями, масштабом и серийностью выпуска, а так же экономичностью изготовления. Выбрать заготовку – значит установить способ ее получения, наметить припуски на обработку каждой поверхности, рассчитать размеры и указать допуски на неточность обработки.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 28 |

Для рационального выбора заготовки необходимо одновременно учитывать все перечисленные исходные данные, так как между ними существует тесная взаимосвязь. Окончательное решение можно принять только после экономического комплексного расчета себестоимости заготовки и механической обработки в целом.

В действующем технологическом процессе заготовкой служила разрезанная плита из сплава АМгб, что приводило к большому и нерациональному расходу материала в стружку. В связи с этим, предлагается заменить метод получения заготовки и материал для нее. Заготовку детали «Корпус прибора» можно получить различными методами литья.

В нашем случае наиболее оптимальным вариантом получения заготовки является литье под давлением. Так как данным видом литья получают заготовки массой 0,1 – 20 кг. Из цинковых, алюминиевых и магниевых сплавов. Также литье под давлением является одним из производительных способов и может быть рентабельной для определенного вида заготовок.

В качестве материала детали принимаем сплав АК12ч, так как он обладает высокой жидкотекучестью, малой усадкой и не склонен к образованию горячих и холодных трещин, широко применяется для литья под давлением, обладает хорошими литейными свойствами, имеет оптимальный химический состав и наиболее приемлемые механические свойства, что вполне удовлетворяет замене материала АМгб.

Сплав АК12ч (ГОСТ 1583–93) Буква А обозначает принадлежность данного сплава к алюминиевым сплавам, буква К обозначает содержание кремния и его количество в данном сплаве, буква ч - чистый.

Химический состав сплава АК12ч: алюминий (Al) – основа, кремний (Si) – 10-13%, примесей % не более: железо (Fe) – 0,50, марганец (Mn) – 0,40, кальций (Ca) – 0,08, титан (Ti) – 0,13, медь (Cu) – 0,02, цинк (Zr) – 0,06.

Механические свойства данного сплава: временное сопротивление – 157 МПа, относительное удлинение – 1,0%, твердость по Бринеллю – 50 НВ, также имеют высокую теплопрочность, коррозионную стойкость и хорошо работает при вибрационных нагрузках.

Расчет коэффициента использования металла произведем по формуле

$$K = \frac{m_2}{m_1} \cdot 100\%,$$

где m_1 – масса исходной заготовки: $m_1 = 0,90$ кг;

m_2 – масса получаемой детали: $m_2 = 0,71$ кг.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 29 |

$$K = \frac{0,71}{0,90} \cdot 100\% = 79\%$$

Коэффициент использования материала достаточно высок, это говорит о том, что в стружку уходит 16 % материала, следовательно, выбранный способ получения исходной заготовки экономичен.

Литье под давлением занимает одно из ведущих мест в литейном производстве. Все направления развития литья под давлением можно условно разбить на три группы:

первая – литье с низкими скоростями впуска через толстые питатели, обеспечивающие заполнение сплошными потоками и эффективную подпрессовку; применяют для толстостенных отливок несложной конфигурации, к которым предъявляют высокие требования по прочности и герметичности;

вторая – литье с высокими скоростями впуска через тонкие питатели с образованием дисперсного заполнения; применяют для тонкостенных отливок сложной конфигурации, к которым предъявляют высокие требования по качеству поверхности и четкости рельефа;

третья – литье со средними скоростями впуска с образованием совмещенных турбулентных и дисперсных потоков; требует обязательной подпрессовки, применяют для отливок с неравномерной толщиной стенок; пористость в таких отливках уменьшают за счет установки фильтров, промывников или изменением газового режима пресс-форм.

В каждом из этих направлений возможно вакуумирование прессформ, для которого многими фирмами созданы специальные вакуумные машины с горячими и холодными камерами прессования.

Номенклатура отливок под давлением очень велика. Этим способом изготавливают отливки самой разнообразной конфигурации, со сложными криволинейными каналами и полостями, сложной конструкцией и многочисленными отверстиями, с тонкими стенками и ребрами и малыми радиусами закругления, уменьшать припуски на последующую механическую обработку, получать заготовки с высокими механическими свойствами, максимально приближенные к форме и размерам готовой детали.

Таким образом, деталь – корпус прибора, представляющий собой отливку угловой формы из сплава АК12ч. Отливка, довольно проста по конфигурации, получена литьем под давлением и припуски на обработку минимальны – 1 мм. на сторону, следовательно, условию минимальной металлоемкости данная деталь удовлетворяет. Эскиз заготовки представлен на рисунке 2.7.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 30 |

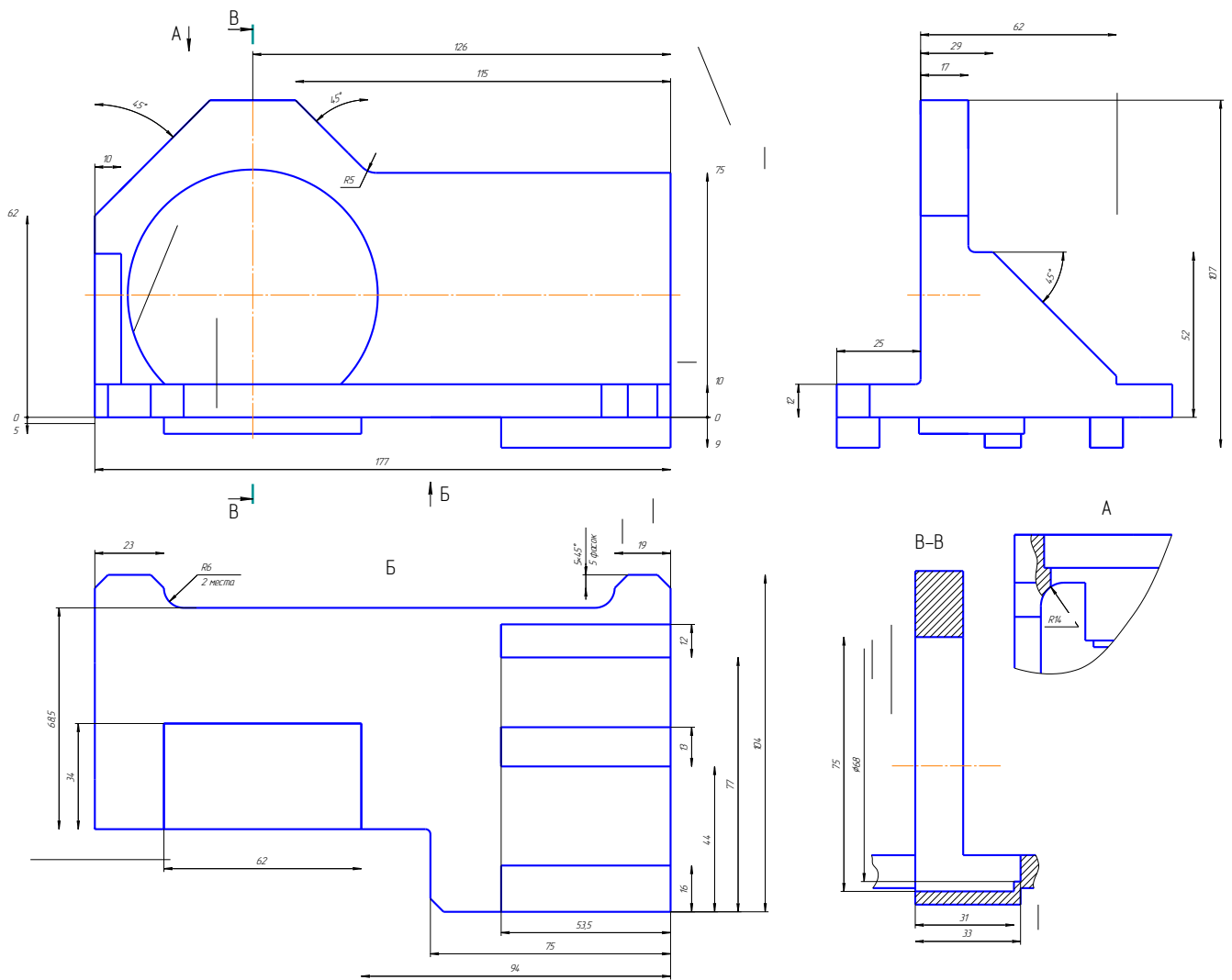


Рисунок 2.7– Эскиз заготовки

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

150305.2020.029.000 ПЗ ВКР

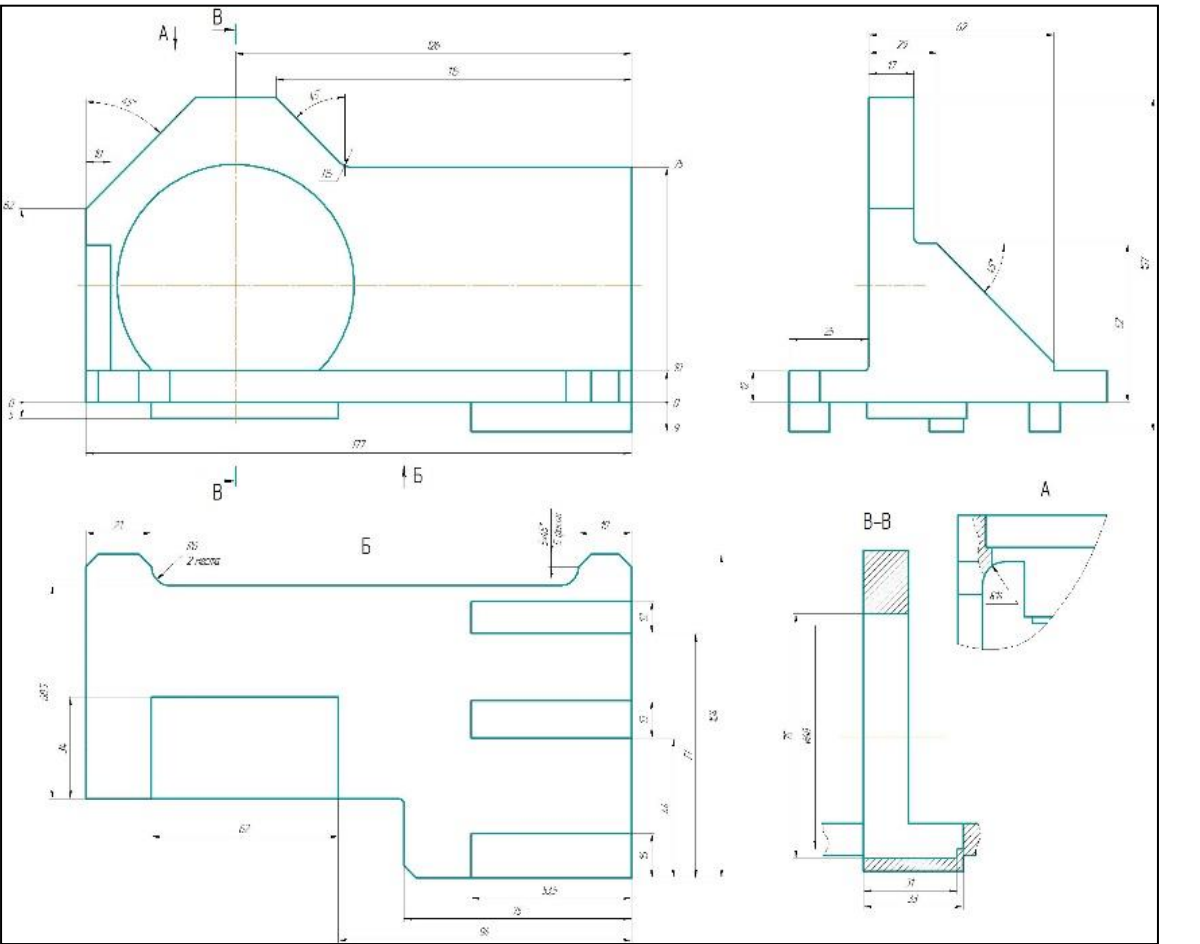
Лист

31

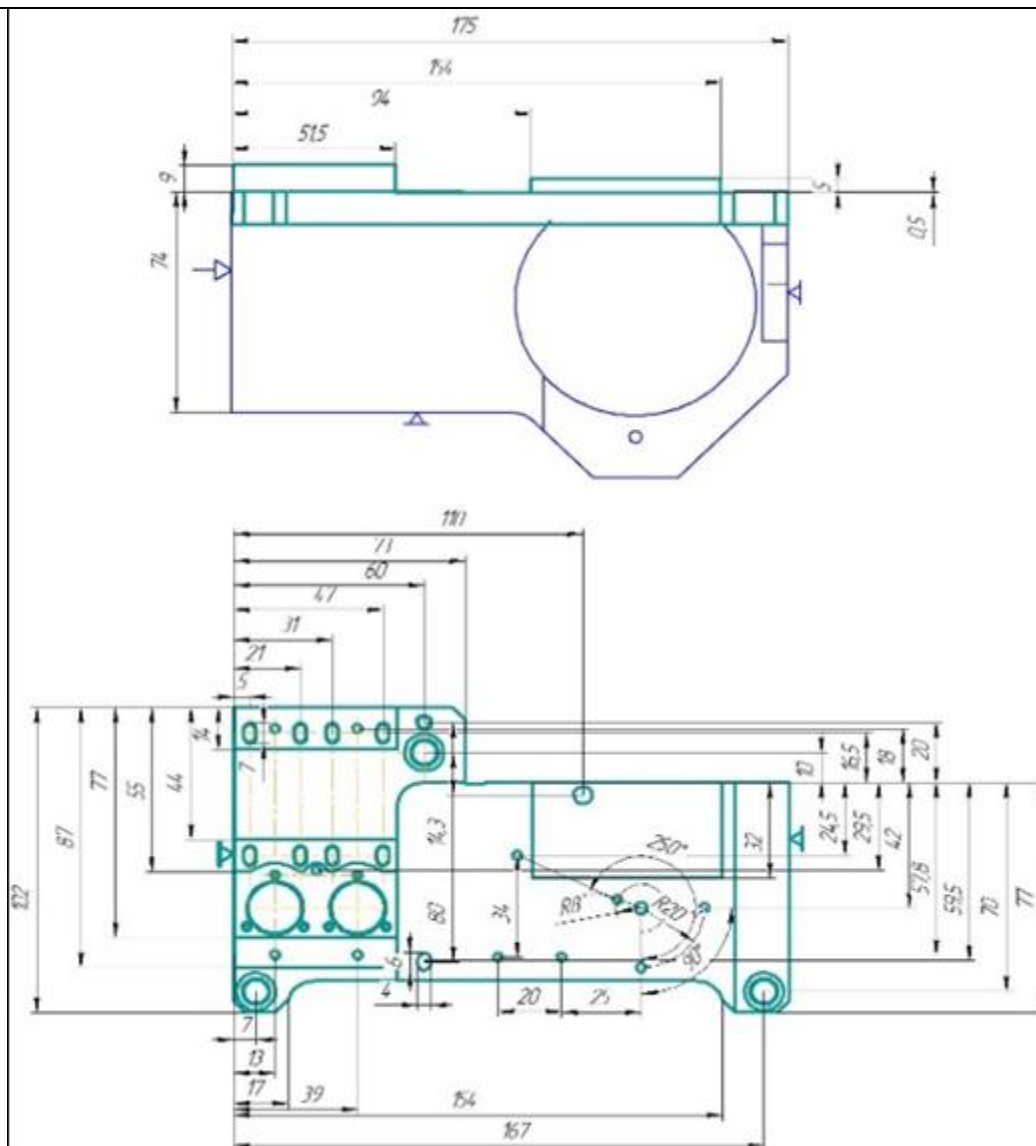
2.3.4 План операций и переходов проектного техпроцесса

План операций и переходов проектного техпроцесса представлен в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – План операций и переходов проектного техпроцесса

| | |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>000 Заготовительная</p> |  <p>В качестве вида получения заготовки выбираем отливку, методом литья под давлением. Этот способ является наиболее рациональным для данной детали, позволяет получить достаточно точные размеры, что уменьшает припуски на обработку.</p> |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Продолжение таблицы 2.6



015 Фрезерная с ЧПУ

Выполняется на станке с ЧПУ DMU 85 monoBLOCK. Производится чистовое фрезерование плоскостей, выступов и обнижений, сверление, развертка и зенкерование отверстий, фрезерование пазов и снятие фасок. В качестве режущего инструмента применяются: концевые фрезы со сменными многогранными пластинами ВКЗ ГОСТ 3882–76 и фрезы торцевые Р6М5 ГОСТ 26595 – 85, сверла центровочные Р6М5 ГОСТ 14952–75, сверла спиральные ВКЗ ГОСТ 10903–77, зенкер 2320–2401 ВКЗ ГОСТ 14953–69, зенкер 2321–2085 ГОСТ 14953–69, метчики ГОСТ 9150–81, развертки Р6М5 ГОСТ 1672–71. В качестве измерительного инструмента применяются пробки, штангенциркуль, глубиномер и шаблоны. Заготовка устанавливается в пневматическое зажимное приспособление, базируясь на одну из стенок и боковым поверхностям корпуса прибора

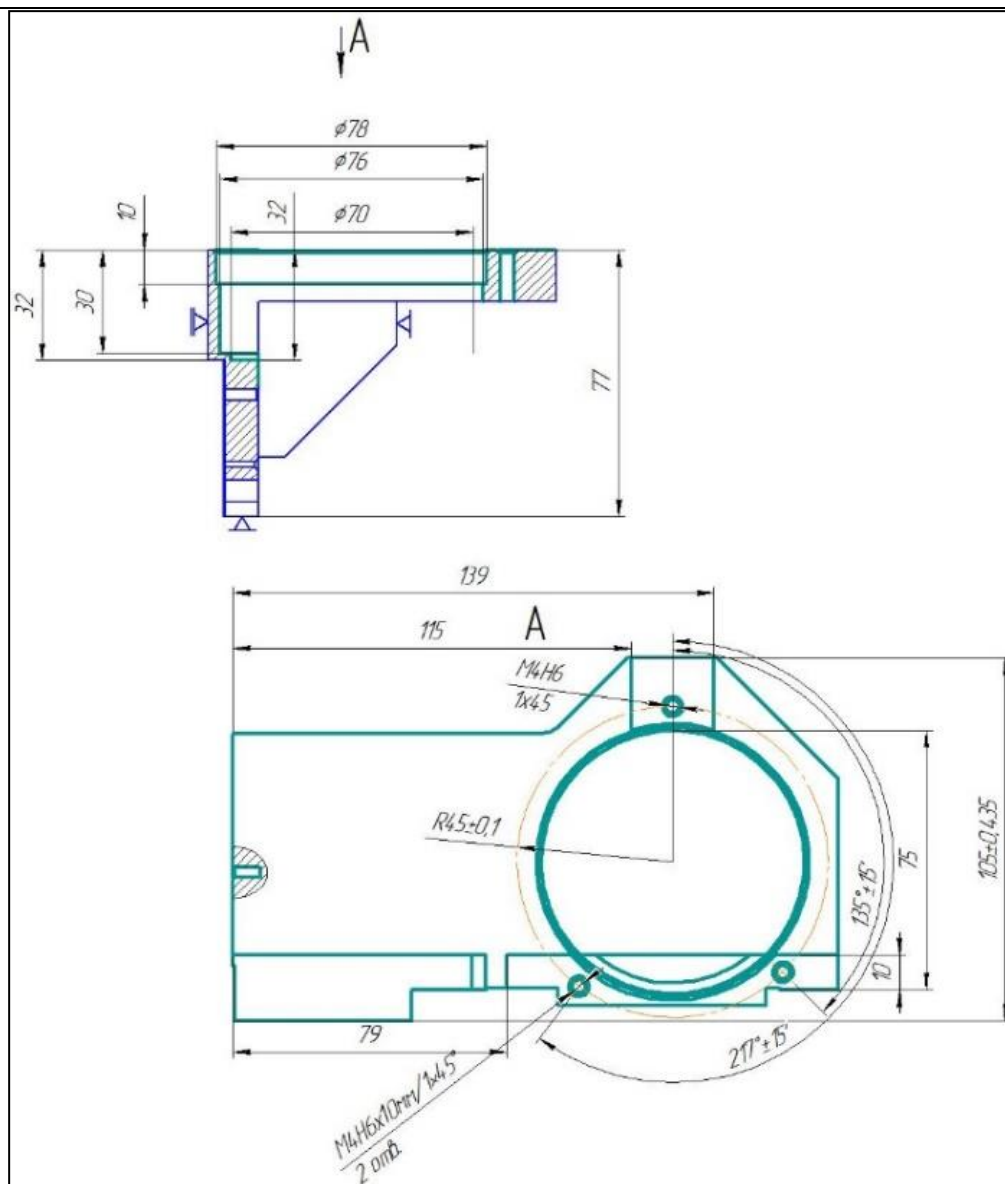
| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

150305.2020.029.000 ПЗ ВКР

Лист

33

Продолжение таблицы 2.6

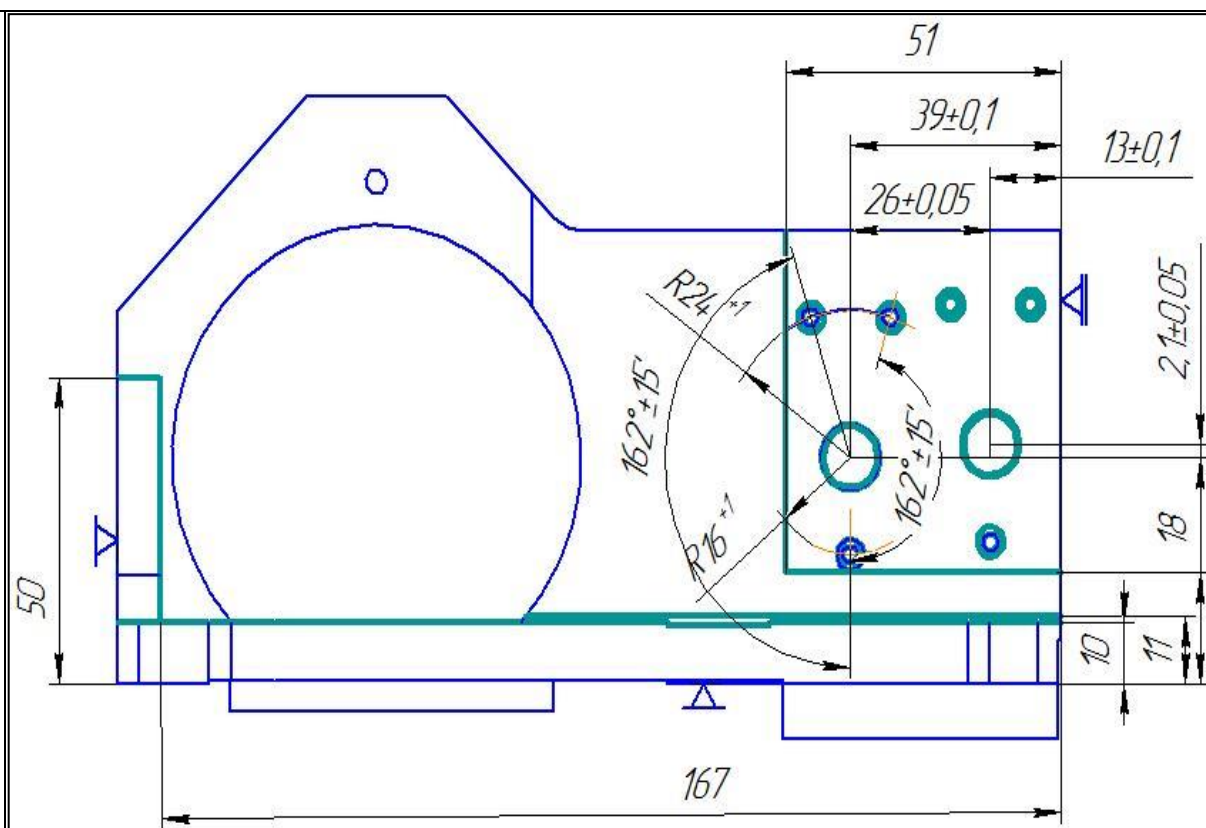


020 Фрезерная с ЧПУ

Выполняется на станке с ЧПУ DMU 85 monoBLOCK.. Производится чистовое фрезерование плоскостей и обнижений, расфрезерование отверстия, сверление и зенкерование отверстий, снятие фасок. Режущий инструмент: концевые фрезы со сменными многогранными пластинами BK3 и фрезы торцевые P6M5, сверла центровочные P6M5, сверла спиральные BK3, зенкер 2320 – 2401 BK3, зенкер 2321 – 2085 ГОСТ 14953 – 69, метчики Измерительный инструмент: пробки, штангенциркуль, глубиномер и шаблоны. Заготовка устанавливается в пневматическое зажимное приспособление, базируясь на одну из стенок и боковым поверхностям корпуса прибора.

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
|------|------|----------|---------|------|

Продолжение таблицы 2.6



025 Фрезерная с ЧПУ

Выполняется на станке с ЧПУ DMU 85 monoBLOCK. Производится чистовое фрезерование плоскостей и скоса на стенке отливки, сверление, развертка и зенкерование отверстий, снятие фасок. В качестве режущего инструмента применяются: концевые фрезы со сменными многогранными пластинами ВК3 ГОСТ 3882 – 80, сверла центровочные Р6М5 ГОСТ 14952 – 75, сверла спиральные ВК3 ГОСТ 10903 – 77, зенкер 2320 – 2401 ВК3 ГОСТ 14953 – 69, зенкер 2321 – 2085 ГОСТ 14953 – 69, развертки Р6М5 ГОСТ 1672 – 71, метчики ГОСТ 9150 – 81. В качестве измерительного инструмента применяются пробки, штангенциркуль, глубиномер и шаблоны. Заготовка устанавливается в тиски пневматические, базируясь на боковые поверхности и основание корпуса прибора.

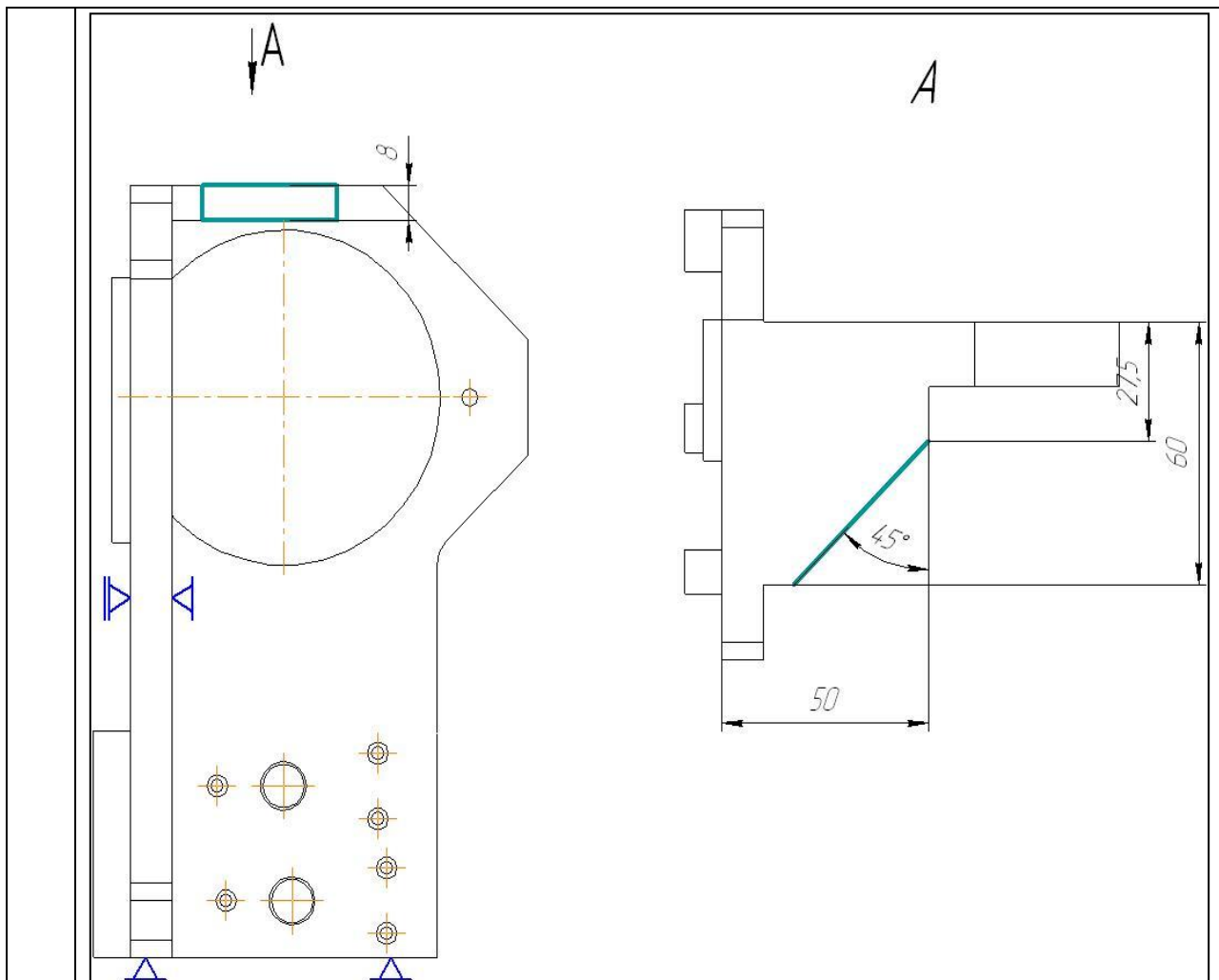
| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
| | | | | |

150305.2020.029.000 ПЗ ВКР

Лист

35

Продолжение таблицы 2.6



030 Фрезерная с ЧПУ

Выполняется на станке с ЧПУ DMU 85 monoBLOCK. Производится чистовое фрезерование скоса на стенке отливки. В качестве режущего инструмента применяются концевая фреза со сменными многогранными пластинами ВКЗ ГОСТ 3882 – 80. В качестве измерительного инструмента применяются штангенциркуль и шаблоны. Заготовка устанавливается в пневматическое зажимное приспособление, переустановка заготовки осуществляется схватом напольного робота и базируется на боковую поверхность и двум стенкам корпуса прибора.

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
|------|------|----------|---------|------|

Окончание таблицы 2.6

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p>035 Фрезерная с ЧПУ</p> | |
| <p>Выполняется на станке с ЧПУ DMU 85 monoBLOCK. Производится чистовое фрезерование плоскости, сверление и зенкерование отверстия, снятие фаски и нарезание резьбы. В качестве режущего инструмента применяются: концевая фреза со сменными многогранными пластинами ВКЗ ГОСТ 3882 – 80, сверло центровочное Р6М5 ГОСТ 14952 – 75, сверло спиральное ВКЗ ГОСТ 10903 – 77, зенкер 2320 – 2401 ВКЗ ГОСТ 14953 – 69, метчик ГОСТ 9150 – 81. В качестве измерительного инструмента применяются пробки, штангенциркуль, глубиномер и шаблоны. Заготовка устанавливается в пневматическое зажимное приспособление схватом напольного робота, базируется на боковую поверхность и две стенки корпуса прибора.</p> | |

2.3.5. Размерный анализ проектного техпроцесса

Размерная цепь представлена на рисунке 2.8.

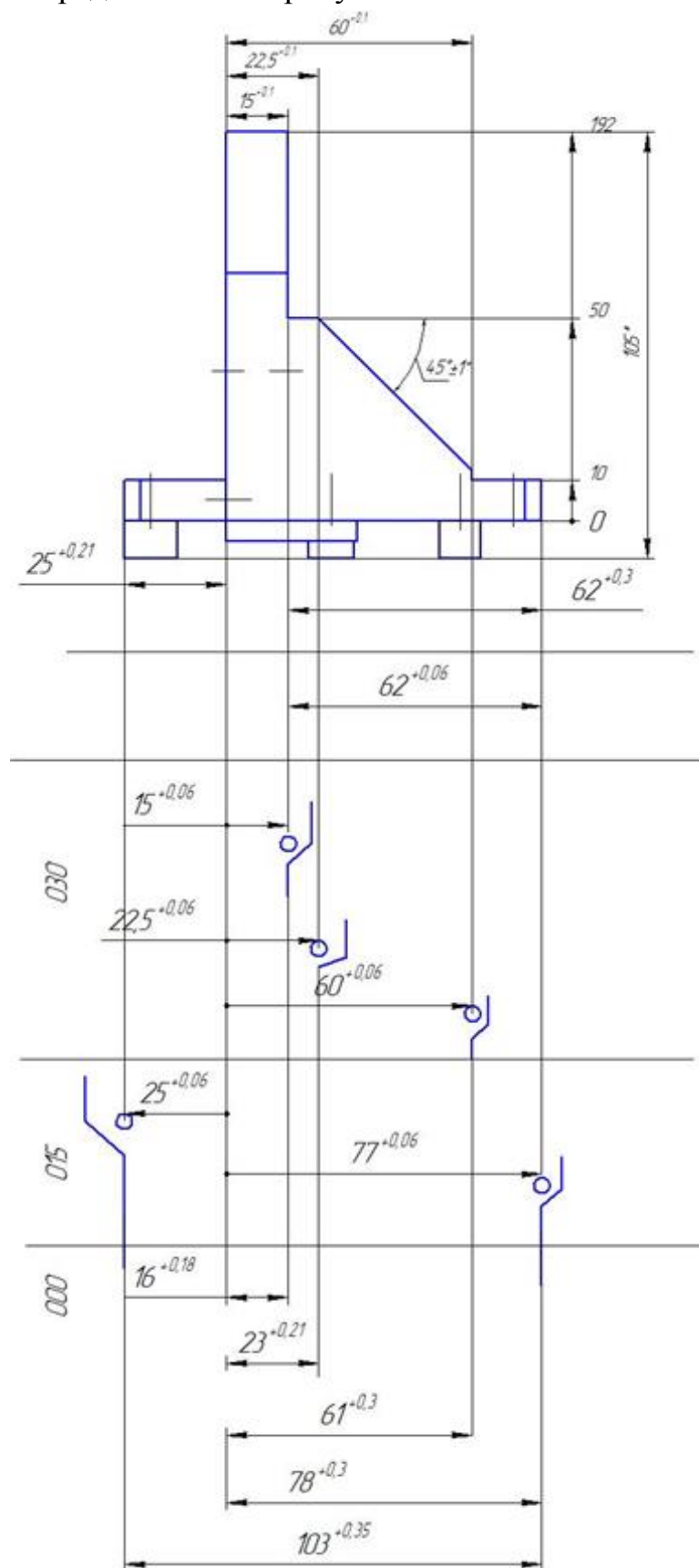


Рисунок 2.8 – Размерная цепь

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

150305.2020.029.000 ПЗ ВКР

Лист

38

$$\begin{aligned}
 Z_{n2} &= Z_{n3} = Z_{n1} \\
 Z_{n4} &= 0,31 + 0,135 - 0,075 = 0,37 \\
 Z_{n5} &= 0,31 + 0,165 + 0,105 = 0,57 \\
 A &= Z_{n1} + 15^{0,06} = 15,31^{0,06} \approx 16 \\
 Б &= Z_{n2} + 2,25^{0,06} = 22,81^{0,06} \approx 23 \\
 В &= Z_{n3} + 60^{0,06} = 60,31^{0,06} \approx 61^{0,06} \\
 Г &= Z_{n4} + 102^{0,08} = 102,37^{0,08} \\
 Д &= Z_{n5} + 102,37^{0,08} = 102,9^{0,08} \approx 103^{0,08}
 \end{aligned}$$

2.3.6. Расчет режимов резания

Определение режимов резания для чистовой фрезерной операции 015 на станке DMU 85 monoBЛОК мощностью 15 кВт.

2.3.6.1 Фрезерование поверхности 1

T2 – фреза торцовая диаметром 80 с СМП ГОСТ 26595-85. Число зубьев у фрезы $z = 12$, ширина фрезерования $B = 51,5$ мм, глубина фрезерования $t = 1$ мм. Стойкость фрез $T = 90$ мин.

При фрезеровании различают подачу на зуб s_z , мм/зуб, подачу на один оборот фрезы s , мм/об, и минутную подачу s_m , мм/мин, которые связаны между собой формулой [6, с. 36]:

$$s_m = s \cdot n = s_z \cdot z \cdot n$$

Исходной величиной подачи при черновом фрезеровании является величина ее на один зуб s_z , при чистовом фрезеровании – на один оборот фрезы s , по которой для дальнейшего использования вычисляют величину подачи на один зуб

$$s_z = \frac{s}{z}$$

Выбор подачи $s = 0,4$ мм/об.

$$s_z = \frac{0,4}{12} = 0,03 \text{ мм/зуб.}$$

Скорость резания при фрезеровании – окружная скорость фрезы, которая определяется по формуле [6, с. 37]:

$$V_{фр.} = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v,$$

где D – диаметр фрезы, мм;

C_v – коэффициент, характеризующий материал и условия обработки, $C_v = 245$;

T – период стойкости инструмента, $T = 90$ мин;

t – глубина резания, мм;

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 39 |

S_z – подача на зуб, мм/зуб;

K_v – общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий условия резания, $K_v = 0,8$;

q, x, y, u, p, m – показатели степени, $q = 0,25$, $x = 0,1$, $y = 0,2$, $u = 0,15$, $p = 0,1$, $m = 0,2$.

$$V_{фр.1} = \frac{245 \cdot 80^{0.25}}{90^{0.2} \cdot 1^{0.1} \cdot 0,03^{0.2} \cdot 51,5^{0.15} \cdot 12^{0.1}} \cdot 0,8 = 138,7 \text{ м/мин}$$

Определение частоты вращения фрезы по формуле [6, с. 37]:

$$n = \frac{1000V}{\pi D}$$

$$n_{фр.1} = \frac{1000 \cdot 138,7}{3,14 \cdot 80} = 552 \text{ об/мин}$$

$n_{\Phi} = 600$ об/мин – принимаем по паспорту станка

Для фрезерной обработки силу резания рассчитывают по формуле [6,с.38]:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{мр.},$$

где C_p – постоянная резания, $C_p = 22,6$;

$K_{мр.}$ – общий поправочный коэффициент на силу резания, учитывающий условия резания , $K_{мр.} = 0,74$;

q, x, y, u, w – показатели степени, $x = 0,86$, $y = 0,72$, $u = 1,0$, $q = 0,86$, $w = 0$.

$$P_{z \text{ фр.1}} = \frac{10 \cdot 22,6 \cdot 1^{0.86} \cdot 0,03^{0.72} \cdot 51,5^1 \cdot 12}{80^{0.86} \cdot 600^0} \cdot 0,74 = 322,6 \text{ Н}$$

Крутящий момент, вычисляем по формуле [3,с.39]:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{322,6 \cdot 80}{2 \cdot 100} = 129 \text{ Н·м.}$$

Мощность резания для фрезерной обработки рассчитывается по формуле [6,с.39]:

$$N_{рез} = \frac{P_z \cdot V_{\Phi}}{60 \cdot 1020} = \frac{322,6 \cdot 151}{60 \cdot 1020} = 0,8 \text{ кВт}$$

Основное время T_0 , определяем по формуле:

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{S_o \cdot n_{\Phi}} i = \frac{120}{0,4 \cdot 600} i = 0,5 \text{ мин}$$

где $L_{p.x} = \ell + \Delta + y = 102 + 9 + 9 = 120$ мм.

2.3.6.2 Фрезерование поверхности 2

T2 – фреза торцовая диаметром 80 с СМП ГОСТ 26595-85. Число зубьев у фрезы $z = 12$, ширина фрезерования $B = 123,5$ мм, глубина фрезерования $t = 5$ мм. Стойкость фрез $T = 90$ мин.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 40 |

Выбор подачи $s = 0,4$ мм/об.

$$s_z = \frac{0,4}{12} = 0,03 \text{ мм/зуб.}$$

Скорость резания при фрезеровании – окружная скорость фрезы, которая определяется по формуле:

$$V_{фр.} = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v,$$

где D – диаметр фрезы, мм;

C_v – коэффициент, характеризующий материал и условия обработки, $C_v = 245$;

T – период стойкости инструмента, $T = 90$ мин;

t – глубина резания, мм;

S_z – подача на зуб, мм/зуб;

K_v – общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий условия резания, $K_v = 0,8$;

q, x, y, u, p, m – показатели степени, $q = 0,25, x = 0,1, y = 0,2, u = 0,15, p = 0,1, m = 0,2$.

$$V_{фр.1} = \frac{245 \cdot 80^{0,25}}{90^{0,2} \cdot 5^{0,1} \cdot 0,03^{0,2} \cdot 123,5^{0,15} \cdot 12^{0,1}} \cdot 0,8 = 99,3 \text{ м/мин}$$

Определение частоты вращения фрезы:

$$n_{фр.1} = \frac{1000 \cdot 99,3}{3,14 \cdot 80} = 395 \text{ об/мин}$$

$n_{\phi} = 450$ об/мин – принимаем по паспорту станка

Для фрезерной обработки силу резания рассчитывают по формуле:

$$P_{z \text{ фр.1}} = \frac{10 \cdot 22,6 \cdot 5^{0,86} \cdot 0,03^{0,72} \cdot 123,5^1 \cdot 12}{80^{0,86} \cdot 450^0} \cdot 0,74 = 3094 \text{ Н}$$

где C_p – постоянная резания, $C_p = 22,6$;

K_{mp} – общий поправочный коэффициент на силу резания, учитывающий условия резания, $K_{mp} = 0,74$;

q, x, y, u, w – показатели степени, $x = 0,86, y = 0,72, u = 1,0, q = 0,86, w = 0$.

Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{3094 \cdot 80}{2 \cdot 100} = 1238 \text{ Нм.}$$

Мощность резания для фрезерной обработки рассчитывается по формуле:

$$N_{рез} = \frac{P_z \cdot V_{\phi}}{60 \cdot 1020} = \frac{3094 \cdot 113}{60 \cdot 1020} = 5,7 \text{ кВт}$$

Основное время T_0

$$T_0 = \frac{L_{p,x}}{S_o \cdot n_{\phi}} i = \frac{223}{0,4 \cdot 450} \cdot 1 = 1,2 \text{ мин}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 41 |

где $L_{p,x} = \ell + \Delta + y = 204 + 9 + 9 = 223$ мм.

2.3.6.3 Фрезерование поверхности 3

T5 – фреза концевая диаметром 25 со сменными твердосплавными пластинами. Число зубьев у фрезы $z = 2$, ширина фрезерования $B = 5$ мм, глубина фрезерования $t = 25$ мм. Стойкость фрезы $T = 90$ мин.

Подача $s = 0,12$ мм/об.

$$s_z = \frac{0,12}{2} = 0,06 \text{ мм/зуб.}$$

Скорость резания при фрезеровании – окружная скорость фрезы, которая определяется по формуле:

$$V_{фр.1} = \frac{185,5 \cdot 25^{0,45}}{90^{0,33} \cdot 25^{0,3} \cdot 0,06^{0,2} \cdot 5^{0,1} \cdot 2^{0,1}} \cdot 0,8 = 75,3 \text{ м/мин}$$

где D – диаметр фрезы, мм;

C_v – коэф-нт, характеризующий материал и условия обработки, $C_v = 185,5$;

T – период стойкости инструмента, $T = 90$ мин;

t – глубина резания, мм;

S_z – подача на зуб, мм/зуб;

K_v – общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий условия резания, $K_v = 0,8$;

q, x, y, u, p, m – показатели степени, $q = 0,45$, $x = 0,3$, $y = 0,2$, $u = 0,1$, $p = 0,1$, $m = 0,33$.

Определение частоты вращения фрезы:

$$n_{фр.1} = \frac{1000 \cdot 75,3}{3,14 \cdot 25} = 959 \text{ об/мин}$$

$n_{\Phi} = 1000$ об/мин – принимаем по паспорту станка

Для фрезерной обработки силу резания рассчитывают по формуле:

$$P_{z \text{ фр.1}} = \frac{10 \cdot 22,6 \cdot 25^{0,86} \cdot 0,06^{0,72} \cdot 5^1 \cdot 2}{25^{0,86} \cdot 1000^0} \cdot 0,74 = 217 \text{ Н}$$

где C_p – постоянная резания, $C_p = 22,6$;

K_{mp} – общий поправочный коэффициент на силу резания, учитывающий условия резания , $K_{mp} = 0,74$;

q, x, y, u, w – показатели степени, $x = 0,86$, $y = 0,72$, $u = 1,0$, $q = 0,86$, $w = 0$.

Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{217 \cdot 25}{2 \cdot 100} = 27 \text{ Н·м.}$$

Мощность резания для фрезерной обработки рассчитывается по формуле:

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 42 |

$$N_{рез} = \frac{P_z \cdot V_\phi}{60 \cdot 1020} = \frac{217 \cdot 78,5}{60 \cdot 1020} = 0,3 \text{ кВт}$$

Основное время T_0

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{S_o \cdot n_\phi} i = \frac{587}{0,12 \cdot 1000} 1 = 4,8 \text{ мин}$$

где $L_{p.x} = \ell + \Delta + y = 568 + 9 + 9 = 587 \text{ мм}$.

2.3.6.4 Фрезерование контура детали.

$T1$ – фреза концевая диаметром 18 Т5К10 ГОСТ 26595-85. Число зубьев у фрезы $z = 2$, ширина фрезерования $B = 10 \text{ мм}$, глубина фрезерования $t = 1 \text{ мм}$. Стойкость фрезы $T = 90 \text{ мин}$.

Выбираем $s = 0,08 \text{ мм/об}$.

$$s_z = \frac{0,08}{2} = 0,04 \text{ мм/зуб}$$

Скорость резания при фрезеровании – окружная скорость фрезы, которая определяется по формуле:

$$V_{фр.1} = \frac{185,5 \cdot 18^{0,45}}{90^{0,33} \cdot 1^{0,3} \cdot 0,04^{0,2} \cdot 10^{0,1} \cdot 2^{0,1}} \cdot 0,8 = 166 \text{ м/мин}$$

где: C_v – коэффициент, характеризующий материал и условия обработки,

$$C_v = 185,5;$$

T – период стойкости инструмента, $T = 90 \text{ мин}$;

t – глубина резания, мм;

S_z – подача на зуб, мм/зуб;

K_v – общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий условия резания,

$$K_v = 0,8;$$

q, x, y, u, p, m – показатели степени, $q = 0,45$, $x = 0,3$, $y = 0,2$, $u = 0,1$, $p = 0,1$, $m = 0,33$.

Определение частоты вращения фрезы по формуле:

$$n_{фр.1} = \frac{1000 \cdot 166}{3,14 \cdot 18} = 2937 \text{ об/мин}$$

$n_\phi = 2000 \text{ об/мин}$ – принимаем по паспорту станка.

Для фрезерной обработки силу резания рассчитывают по формуле:

$$P_{z \text{ фр.1}} = \frac{10 \cdot 22,6 \cdot 1^{0,86} \cdot 0,04^{0,72} \cdot 10^1 \cdot 2}{18^{0,86} \cdot 2000^0} \cdot 0,74 = 28 \text{ Н}$$

где C_p – постоянная резания, $C_p = 22,6$;

K_{mp} – общий поправочный коэффициент на силу резания, учитывающий условия резания, $K_{mp} = 0,74$;

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 43 |

q, x, y, u, w – показатели степени, x = 0,86 , y = 0,72 , u = 1,0 , q = 0,86 , w = 0.

Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{28 \cdot 18}{2 \cdot 100} = 2,52 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Мощность резания для фрезерной обработки рассчитывается по формуле:

$$N_{рез} = \frac{P_z \cdot V_\phi}{60 \cdot 1020} = \frac{28 \cdot 113}{60 \cdot 1020} = 0,05 \text{ кВт}$$

Основное время T₀

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{S_o \cdot n_\phi} i = \frac{543}{0,04 \cdot 2000} i = 6,8 \text{ мин}$$

где L_{p.x} = ℓ + Δ + y = 525 + 9 + 9 = 543 мм.

2.3.6.5 Фрезерование выборки

T1 – фреза концевая диаметром 18 Т5К10 ГОСТ 26595-85. Число зубьев у фрезы z = 2, ширина фрезерования B = 9 мм, глубина фрезерования t = 18 мм. Стойкость фрезы T = 90 мин.

Выбор подачи s = 0,08 мм/об.

$$s_z = \frac{0,08}{2} = 0,04 \text{ мм/зуб}.$$

Скорость резания при фрезеровании – окружная скорость фрезы, которая определяется по формуле:

$$V_{фр.1} = \frac{185,5 \cdot 18^{0,45}}{90^{0,33} \cdot 18^{0,3} \cdot 0,04^{0,2} \cdot 9^{0,1} \cdot 2^{0,1}} \cdot 0,8 = 74 \text{ м/мин}$$

где C_v – коэф-нт, характеризующий материал и условия обработки, C_v = 185,5;

T - период стойкости инструмента, T = 90 мин;

t – глубина резания, мм;

S_z – подача на зуб, мм/зуб;

K_v – общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий условия резания, K_v = 0,8;

q, x, y, u, p, m – показатели степени, q = 0,45 , x = 0,3 , y = 0,2 , u = 0,1 , p = 0,1, m = 0,33.

Определение частоты вращения фрезы:

$$n_{фр.1} = \frac{1000 \cdot 74}{3,14 \cdot 18} = 1315 \text{ об/мин}$$

n_ф = 1500 об/мин – принимаем по паспорту станка.

Для фрезерной обработки силу резания рассчитывают по формуле:

$$P_{z \text{ фр.1}} = \frac{10 \cdot 22,6 \cdot 18^{0,86} \cdot 0,04^{0,72} \cdot 9^1 \cdot 2}{18^{0,86} \cdot 1500^0} \cdot 0,74 = 301 \text{ Н}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 44 |

где C_p – постоянная резания, $C_p = 22,6$;

K_{mp} – общий поправочный коэффициент на силу резания, учитывающий условия резания, $K_{mp} = 0,74$;

q, x, y, u, w – показатели степени, $x = 0,86$, $y = 0,72$, $u = 1,0$, $q = 0,86$, $w = 0$.

Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{301 \cdot 18}{2 \cdot 100} = 27 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Мощность резания для фрезерной обработки рассчитывается по формуле:

$$N_{рез} = \frac{P_z \cdot V_\phi}{60 \cdot 1020} = \frac{301 \cdot 85}{60 \cdot 1020} = 0,4 \text{ кВт}$$

Основное время T_0

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{S_o \cdot n_\phi} i = \frac{131}{0,04 \cdot 1500} 1 = 2,2 \text{ мин}$$

где $L_{p.x} = \ell + \Delta + y = 113 + 9 + 9 = 131 \text{ мм}$.

2.3.6.6 Фрезерование выборки R4 и скругления R8

T3 – фреза концевая диаметром 8 Т5К10 ГОСТ 26595-85. Число зубьев у фрезы $z = 2$, ширина фрезерования $B = 10 \text{ мм}$, глубина фрезерования $t = 1 \text{ мм}$. Стойкость фрезы $T = 90 \text{ мин}$.

Выбор подачи $s = 0,04 \text{ мм/об}$.

$$s_z = \frac{0,04}{2} = 0,02 \text{ мм/зуб}.$$

Скорость резания при фрезеровании – окружная скорость фрезы, которая определяется по формуле:

$$V_{фр.1} = \frac{185,5 \cdot 8^{0,45}}{90^{0,33} \cdot 1^{0,3} \cdot 0,02^{0,2} \cdot 10^{0,1} \cdot 2^{0,1}} \cdot 0,8 = 74 \text{ м/мин}$$

где C_v – коэф-нт, характеризующий материал и условия обработки, $C_v = 185,5$;

T – период стойкости инструмента, $T = 90 \text{ мин}$;

t – глубина резания, мм;

S_z – подача на зуб, мм/зуб;

K_v – общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий условия резания, $K_v = 0,8$;

q, x, y, u, r, m – показатели степени, $q = 0,45$, $x = 0,3$, $y = 0,2$, $u = 0,1$, $r = 0,1$, $m = 0,33$.

Определение частоты вращения фрезы

$$n_{фр.1} = \frac{1000 \cdot 74}{3,14 \cdot 8} = 2945 \text{ об/мин}$$

$n_\phi = 3000 \text{ об/мин}$ – принимаем по паспорту станка

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 45 |

Для фрезерной обработки силу резания рассчитывают по формуле:

$$P_{z \text{ фр.1}} = \frac{10 \cdot 22,6 \cdot 1^{0,86} \cdot 0,02^{0,72} \cdot 10^1 \cdot 2}{8^{0,86} \cdot 3000^0} \cdot 0,74 = 34 \text{ Н}$$

где C_p – постоянная резания, $C_p = 22,6$;

$K_{\text{мр.}}$ – общий поправочный коэффициент на силу резания, учитывающий условия резания, $K_{\text{мр.}} = 0,74$;

q, x, y, u, w – показатели степени, $x = 0,86$, $y = 0,72$, $u = 1,0$, $q = 0,86$, $w = 0$.

Крутящий момент:

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{34 \cdot 8}{2 \cdot 100} = 1,36 \text{ Н·м.}$$

Мощность резания для фрезерной обработки рассчитывается по формуле:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z \cdot V_{\text{ф}}}{60 \cdot 1020} = \frac{34 \cdot 75}{60 \cdot 1020} = 0,04 \text{ кВт}$$

Основное время T_0

$$T_0 = \frac{L_{\text{р.х}}}{S_0 \cdot n_{\text{ф}}} i = \frac{68}{0,02 \cdot 3000} 1 = 1,1 \text{ мин}$$

где $L_{\text{р.х}} = \ell + \Delta + y = 50 + 9 + 9 = 68 \text{ мм.}$

2.3.6.7 Центрировка 34-х отверстий

T4 – сверло центровочное диаметром 1 Р6М5 ГОСТ 14952-75.

Глубина резания $t = 0,5D = 0,5 \times 1 = 0,5 \text{ мм.}$

Подача $S_0 = 0,09 \text{ мм/об.}$

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} K_v = \frac{36,3 \cdot 1^{0,25}}{20^{0,125} \cdot 0,09^{0,55}} 1 = 80,6 \text{ м/мин}$$

где $C_v = 36,3$; $q = 0,25$, $y = 0,55$, $m = 0,125$

$$K_v = K_M \cdot K_H \cdot K_E = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 80,6}{3,14 \cdot 1} = 25669 \text{ об/мин}$$

$n_{\text{ф}} = 3000 \text{ об/мин}$ – принимаем по паспорту станка.

$$V_{\text{ф}} = \frac{\pi D n_{\text{ф}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 1 \cdot 3000}{1000} = 9,42 \text{ м/мин}$$

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,005 \cdot 1^2 \cdot 0,09^{0,8} \cdot 1 = 0,0075 \text{ Н·м}$$

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 9,8 \cdot 1^2 \cdot 0,09^{0,7} \cdot 1 = 17,64$$

Мощность резания, кВт:

$$N_{\text{рез}} = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n_{\text{ф}}}{9750} = \frac{0,0075 \cdot 3000}{9750} = 0,002 \text{ кВт}$$

Основное время T_0 :

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 46 |

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{S_o \cdot n_\phi} \cdot i = \frac{1}{0,09 \cdot 3000} \cdot 34 = 0,13 \text{ мин}$$

где $L_{p.x} = \ell + \Delta + y = 1 + 0 + 0 = 1 \text{ мм}$,

$$y = t \cdot \text{ctg}\varphi = 0,5 \cdot \text{ctg}90 = 0.$$

2.3.6.8 Сверление 6-и отверстий диаметром 1,6 под М2-6Н

Т6 – сверло спиральное диаметром 1,6 Р6М5 ГОСТ 10903-77.

Глубина резания $t = 0,5D = 0,5 \times 1,6 = 0,8 \text{ мм}$.

Подача $S_0 = 0,09 \text{ мм/об}$.

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} K_V = \frac{36,3 \cdot 1,6^{0,25}}{20^{0,125} \cdot 0,09^{0,55}} 1 = 90 \text{ м/мин}$$

где $C_V = 28,1$ $q = 0,25$, $y = 0,55$, $m = 0,125$

$$K_V = K_M \cdot K_H \cdot K_E = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 90}{3,14 \cdot 1,6} = 17914 \text{ об/мин}$$

$n_\phi = 3000 \text{ об/мин}$ – принимаем по паспорту станка.

$$V_\phi = \frac{\pi D n_\phi}{1000} = \frac{3,14 \cdot 1,6 \cdot 3000}{1000} = 15 \text{ м/мин}$$

$$M_{KP} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P = 10 \cdot 0,005 \cdot 1,6^2 \cdot 0,09^{0,8} \cdot 1 = 0,02 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$P_O = 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P = 10 \cdot 9,8 \cdot 1,6^2 \cdot 0,09^{0,8} \cdot 1 = 37,6 \text{ Н}$$

Мощность резания, кВт:

$$N_{рез} = \frac{M_{KP} \cdot n_\phi}{9750} = \frac{0,02 \cdot 3000}{9750} = 0,006 \text{ кВт}$$

Основное время T_0 :

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{S_o \cdot n_\phi} = \frac{12}{0,09 \cdot 3000} = 0,04 \cdot 6 = 0,24 \text{ мин}$$

где $L_{p.x} = 12 \text{ мм}$.

2.3.6.9 Сверление 6-и отверстий под М3 – 6Н, и 4-х отверстия под диаметр 3К7, 2-х отверстия под диаметр 4Н9

Т7 – сверло ступенчатое диаметром 2,5 Р6М5.

Глубина резания $t = 0,5D = 0,5 \times 2,5 = 1,25 \text{ мм}$.

Подача $S_0 = 0,09 \text{ мм/об}$.

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} K_V = \frac{36,3 \cdot 2,5^{0,25}}{20^{0,125} \cdot 0,09^{0,55}} 1 = 105 \text{ м/мин.}$$

где $C_V = 36,3$ $q = 0,25$, $y = 0,55$, $m = 0,125$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 47 |

$$K_V = K_M \cdot K_I \cdot K_E = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 105}{3,14 \cdot 2,5} = 13376 \text{ об/мин}$$

$n_\Phi = 3000$ об/мин – принимаем по паспорту станка.

$$V_\Phi = \frac{\pi D n_\Phi}{1000} = \frac{3,14 \cdot 2,5 \cdot 3000}{1000} = 23,6 \text{ м/мин}$$

$$M_{KP} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P = 10 \cdot 0,005 \cdot 2,5^2 \cdot 0,09^{0,8} \cdot 1 = 0,05 \text{ Н·м}$$

$$P_o = 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P = 10 \cdot 9,8 \cdot 2,5^2 \cdot 0,09^{0,8} \cdot 1 = 92 \text{ Н}$$

Мощность резания, кВт:

$$N_{рез} = \frac{M_{KP} \cdot n_\Phi}{9750} = \frac{0,05 \cdot 3000}{9750} = 0,015 \text{ кВт}$$

Основное время T_0 :

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{S_o \cdot n_\Phi} = \frac{12}{0,09 \cdot 3000} + \frac{21}{0,09 \cdot 3000} = 0,04 \cdot (7 + 2) + 0,08 \cdot 4 = 0,68 \text{ мин}$$

где $L_{p.x} = 12$ мм.

2.3.6.10 Развертывание 4-х отверстия диаметром 3К7

T8 – развертка машинная диаметром 3К7, P6M5 тип I ГОСТ 1672-71.

Глубина резания

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{3 - 2,5}{2} = 0,25 \text{ мм.}$$

Подача $S_0 = 0,56$ мм/об.

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_V = \frac{23,2 \cdot 3^{0,2}}{20^{0,3} \cdot 0,25^{0,1} \cdot 0,56^{0,5}} \cdot 1 = 18 \text{ м/мин}$$

где $C_V = 23,2$; $q = 0,2$; $x = 0,1$; $y = 0,5$; $m = 0,3$.

$$K_V = K_M \cdot K_I \cdot K_E = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 18}{3,14 \cdot 3} = 1910 \text{ об/мин}$$

$n_\Phi = 2000$ об/мин — принимаем по паспорту станка.

$$V_\Phi = \frac{\pi D n_\Phi}{1000} = \frac{3,14 \cdot 3 \cdot 2000}{1000} = 18,8 \text{ м/мин}$$

$$M_{KP} = \frac{C_P \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot D \cdot z}{2 \cdot 100} \cdot K_P = \frac{17,2 \cdot 0,25^{1,0} \cdot 0,09^{0,4} \cdot 3 \cdot 6}{2 \cdot 100} \cdot 1 = 0,15 \text{ Н·м}$$

Мощность резания, кВт:

$$N_{рез} = \frac{M_{KP} \cdot n_\Phi}{9750} = \frac{0,15 \cdot 2000}{9750} = 0,03 \text{ кВт}$$

Основное время T_0 :

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 48 |

$$T_o = \frac{L_{p,x}}{S_o \cdot n_\phi} = \frac{21}{0,56 \cdot 2000} = 0,02 \cdot 4 = 0,08 \text{ мин}$$

где $L_{p,x} = 19 + 1 + 1 = 21$ мм.

2.3.6.11 Развертывание 2-х отверстия диаметром 4Н9

T9 – развертка машинная диаметром 4Н9, Р6М5 тип I ГОСТ 1672–71.

Глубина резания

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{4 - 2,5}{2} = 0,75 \text{ мм.}$$

Подача $S_0 = 0,56$ мм/об.

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_V = \frac{23,2 \cdot 4^{0,2}}{20^{0,3} \cdot 0,75^{0,1} \cdot 0,56^{0,5}} 1 = 16,6 \text{ м/мин}$$

где $C_v = 23,2$; $q = 0,2$; $x = 0,1$; $y = 0,5$; $m = 0,3$.

$$K_V = K_M \cdot K_H \cdot K_E = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 16,6}{3,14 \cdot 4} = 1321 \text{ об/мин}$$

$n_\phi = 1400$ об/мин — принимаем по паспорту станка.

$$V_\phi = \frac{\pi D n_\phi}{1000} = \frac{3,14 \cdot 4 \cdot 1400}{1000} = 17,6 \text{ м/мин}$$

$$M_{KP} = \frac{C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot D \cdot z}{2 \cdot 100} \cdot K_P = \frac{17,2 \cdot 0,75^{1,0} \cdot 0,09^{0,4} \cdot 4 \cdot 6}{2 \cdot 100} \cdot 1 = 0,6 \text{ Н·м}$$

Мощность резания, кВт:

$$N_{рез} = \frac{M_{KP} \cdot n_\phi}{9750} = \frac{0,6 \cdot 1400}{9750} = 0,08 \text{ кВт}$$

Основное время T_0 :

$$T_o = \frac{L_{p,x}}{S_o \cdot n_\phi} = \frac{12}{0,56 \cdot 1400} = 0,015 \cdot 2 = 0,03 \text{ мин}$$

где $L_{p,x} = 10 + 1 + 1 = 12$ мм.

2.3.6.12 Сверление 9-и отверстий диаметром 4 под заход фрезы в пазы

T10 – сверло спиральное диаметром 4, Р6М5 ГОСТ 10903–77.

Глубина резания $t = 0,5D = 0,5 \times 4 = 2$ мм.

Подача $S_0 = 0,1$ мм/об.

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} K_V = \frac{36,3 \cdot 4^{0,25}}{20^{0,125} \cdot 0,1^{0,55}} 1 = 113 \text{ м/мин.}$$

где $C_v = 36,3$ $q = 0,25$, $y = 0,55$, $m = 0,125$

$$K_V = K_M \cdot K_H \cdot K_E = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 49 |

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 113}{3,14 \cdot 4} = 8997 \text{ об/мин}$$

$n_{\Phi} = 3000$ об/мин — принимаем по паспорту станка.

$$V_{\Phi} = \frac{\pi D n_{\Phi}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 4 \cdot 3000}{1000} = 37,7 \text{ м/мин}$$

$$M_{KP} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P = 10 \cdot 0,005 \cdot 4^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 1 = 0,13 \text{ Н·м}$$

$$P_O = 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P = 10 \cdot 9,8 \cdot 4^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 1 = 251 \text{ Н}$$

Мощность резания, кВт:

$$N_{рез} = \frac{M_{KP} \cdot n_{\Phi}}{9750} = \frac{0,13 \cdot 3000}{9750} = 0,04 \text{ кВт}$$

Основное время T_0 :

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{S_o \cdot n_{\Phi}} = \frac{21}{0,1 \cdot 3000} = 0,07 \cdot 9 = 0,63 \text{ мин}$$

где $L_{p.x} = 19 + 1 + 1 = 21$ мм.

2.3.6.13 Сверление 1-го отверстия диаметром 6

T11 – сверло спиральное диаметром 6, Р6М5 ГОСТ 10903–77.

Глубина резания $t = 0,5D = 0,5 \times 6 = 3$ мм.

Подача $S_0 = 0,15$ мм/об.

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} K_V = \frac{36,3 \cdot 6^{0,25}}{20^{0,125} \cdot 0,15^{0,55}} 1 = 110 \text{ м/мин.}$$

где $C_v = 36,3$ $q = 0,25$, $y = 0,55$, $m = 0,125$

$$K_V = K_M \cdot K_H \cdot K_E = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 110}{3,14 \cdot 6} = 5838 \text{ об/мин}$$

$n_{\Phi} = 3000$ об/мин — принимаем по паспорту станка.

$$V_{\Phi} = \frac{\pi D n_{\Phi}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 6 \cdot 3000}{1000} = 56,5 \text{ м/мин}$$

$$M_{KP} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P = 10 \cdot 0,005 \cdot 6^2 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 1 = 0,36 \text{ Н·м}$$

$$P_O = 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P = 10 \cdot 9,8 \cdot 6^2 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 1 = 705,6 \text{ Н}$$

Мощность резания, кВт:

$$N_{рез} = \frac{M_{KP} \cdot n_{\Phi}}{9750} = \frac{0,36 \cdot 3000}{9750} = 0,11 \text{ кВт}$$

Основное время T_0 :

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{S_o \cdot n_{\Phi}} = \frac{12}{0,15 \cdot 3000} = 0,03 \text{ мин}$$

где $L_{p.x} = 10 + 1 + 1 = 12$ мм.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 50 |

2.3.6.14 Сверление 3-х отверстия диаметром 8

T12 – сверло спиральное диаметром 8, Р6М5 ГОСТ 10903–77.

Глубина резания $t = 0,5D = 0,5 \times 8 = 4$ мм.

Подача $S_0 = 0,2$ мм/об.

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} K_V = \frac{36,3 \cdot 8^{0,25}}{20^{0,125} \cdot 0,2^{0,55}} 1 = 103 \text{ м/мин.}$$

где $C_V = 36,3$ $q = 0,25$, $y = 0,55$, $m = 0,125$

$$K_V = K_M \cdot K_H \cdot K_E = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 103}{3,14 \cdot 8} = 4100 \text{ об/мин}$$

$n_\Phi = 3000$ об/мин — принимаем по паспорту станка.

$$V_\Phi = \frac{\pi D n_\Phi}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 3000}{1000} = 75,4 \text{ м/мин}$$

$$M_{KP} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P = 10 \cdot 0,005 \cdot 8^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 1 = 0,86 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$P_O = 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P = 10 \cdot 9,8 \cdot 8^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 1 = 1693 \text{ Н}$$

Мощность резания, кВт:

$$N_{рез} = \frac{M_{KP} \cdot n_\Phi}{9750} = \frac{0,86 \cdot 3000}{9750} = 0,26 \text{ кВт}$$

Основное время T_0 :

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{S_o \cdot n_\Phi} = \frac{12}{0,2 \cdot 3000} = 0,02 \cdot 3 = 0,06 \text{ мин}$$

где $L_{p.x} = 10 + 1 + 1 = 12$ мм.

2.3.6.15 Сверление 2-х отверстия диаметром 16 под Ø17H7

T13 – сверло спиральное диаметром 16, Р6М5 ГОСТ 10903–77.

Глубина резания $t = 0,5D = 0,5 \times 16 = 8$ мм.

Подача $S_0 = 0,4$ мм/об.

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} K_V = \frac{36,3 \cdot 16^{0,25}}{20^{0,125} \cdot 0,4^{0,55}} 1 = 242 \text{ м/мин.}$$

где $C_V = 36,3$ $q = 0,25$, $y = 0,55$, $m = 0,125$

$$K_V = K_M \cdot K_H \cdot K_E = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 242}{3,14 \cdot 16} = 4816 \text{ об/мин}$$

$n_\Phi = 1500$ об/мин – принимаем по паспорту станка.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 51 |

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n_{\phi}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 16 \cdot 1500}{1000} = 75,4 \text{ м/мин}$$

$$M_{KP} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P = 10 \cdot 0,005 \cdot 16^2 \cdot 0,4^{0,8} \cdot 1 = 6,1 \text{ Н·м}$$

$$P_0 = 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P = 10 \cdot 9,8 \cdot 16^2 \cdot 0,4^{0,8} \cdot 1 = 12042 \text{ Н}$$

Мощность резания, кВт:

$$N_{рез} = \frac{M_{KP} \cdot n_{\phi}}{9750} = \frac{6,1 \cdot 1500}{9750} = 0,94 \text{ кВт}$$

Основное время T_0 :

$$T_o = \frac{L_{p,x}}{S_o \cdot n_{\phi}} = \frac{12}{0,4 \cdot 1500} = 0,02 \cdot 2 = 0,04 \text{ мин}$$

где $L_{p,x} = 10 + 1 + 1 = 12 \text{ мм}$.

2.3.6.16 Развертывание 2-х отверстия диаметром 17Н7

T14 – развертка машинная диаметром 17Н7 Р6М5 тип II ГОСТ 1672–71.

Глубина резания

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{17 - 16}{2} = 0,5 \text{ мм.}$$

Подача $S_0 = 1,82 \text{ мм/об}$.

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_V = \frac{23,2 \cdot 16^{0,2}}{60^{0,3} \cdot 0,5^{0,1} \cdot 1,82^{0,5}} \cdot 1 = 10 \text{ м/мин}$$

$C_V = 23,2$; $q = 0,2$; $x = 0,1$; $y = 0,5$; $m = 0,3$.

$$K_V = K_M \cdot K_H \cdot K_E = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 10}{3,14 \cdot 17} = 187 \text{ об/мин}$$

$n_{\phi} = 300 \text{ об/мин}$ — принимаем по паспорту станка.

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n_{\phi}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 17 \cdot 300}{1000} = 16 \text{ м/мин}$$

$$M_{KP} = \frac{C_P \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot D \cdot z}{2 \cdot 100} \cdot K_P = \frac{17,2 \cdot 0,5^{1,0} \cdot 0,23^{0,4} \cdot 17 \cdot 8}{2 \cdot 100} \cdot 1 = 3,5 \text{ Н·м}$$

Мощность резания, кВт:

$$N_{рез} = \frac{M_{KP} \cdot n_{\phi}}{9750} = \frac{3,5 \cdot 300}{9750} = 0,11 \text{ кВт}$$

Основное время T_0 :

$$T_o = \frac{L_{p,x}}{S_o \cdot n_{\phi}} = \frac{12}{1,82 \cdot 300} = 0,02 \cdot 2 = 0,04 \text{ мин}$$

где $L_{p,x} = 10 + 1 + 1 = 12 \text{ мм}$.

2.3.6.17 Фрезерование обнизки диаметром 12,5

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 52 |

T3 – фреза концевая диаметром 8 Т5К10 ГОСТ 26595-85.

Число зубьев у фрезы $z = 2$, ширина фрезерования $B = 2$ мм, глубина фрезерования $t = 2$ мм. Стойкость фрезы $T = 90$ мин.

Выбор подачи $s = 0,04$ мм/об.

$$s_z = \frac{0,04}{2} = 0,02 \text{ мм/зуб.}$$

Скорость резания при фрезеровании – окружная скорость фрезы, которая определяется по формуле:

$$V_{\text{фр}} = \frac{185,5 \cdot 8^{0,45}}{90^{0,33} \cdot 2^{0,3} \cdot 0,02^{0,2} \cdot 2^{0,1} \cdot 2^{0,1}} \cdot 0,8 = 116 \text{ м/мин}$$

где $C_v = 185,5$;

T – период стойкости инструмента, $T = 90$ мин;

$K_v = 0,8$;

$q = 0,45$, $x = 0,3$, $y = 0,2$, $u = 0,1$, $p = 0,1$, $m = 0,33$.

Определение частоты вращения фрезы:

$$n_{\text{фр.1}} = \frac{1000 \cdot 116}{3,14 \cdot 8} = 4618 \text{ об/мин}$$

$n_{\text{ф}} = 3000$ об/мин — принимаем по паспорту станка

Для фрезерной обработки силу резания рассчитывают по формуле:

$$P_{z \text{ фр.1}} = \frac{10 \cdot 22,6 \cdot 2^{0,86} \cdot 0,02^{0,72} \cdot 2^1 \cdot 2}{8^{0,86} \cdot 3000^0} \cdot 0,74 = 16,3 \text{ Н}$$

где $C_p = 22,6$; $K_{\text{мр.}} = 0,74$; $x = 0,86$, $y = 0,72$, $u = 1,0$, $q = 0,86$, $w = 0$.

Крутящий момент:

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{16,3 \cdot 8}{2 \cdot 100} = 0,6 \text{ Н·м.}$$

Мощность резания для фрезерной обработки рассчитывается по формуле:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z \cdot V_{\text{ф}}}{60 \cdot 1020} = \frac{16,3 \cdot 75}{60 \cdot 1020} = 0,02 \text{ кВт}$$

Основное время T_0

$$T_o = \frac{L_{p,x}}{S_o \cdot n_{\text{ф}}} i = \frac{24}{0,02 \cdot 3000} 3 = 1,2 \text{ мин}$$

где $L_{p,x} = \ell + \Delta + y = 20 + 2 + 2 = 24$ мм.

2.3.6.18 Фрезерование 8-ми пазов 7×4 на глубину 19 за 10 проходов и 1-го паза 6×4 на глубину 10 за 5 проходов

T15 – фреза концевая диаметром 4 Т5К10 ГОСТ 26595-85.

Число зубьев у фрезы $z = 2$, ширина фрезерования $B = 4$ мм, глубина фрезерования $t = 2$ мм. Стойкость фрезы $T = 90$ мин.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 53 |

Выбор подачи $s = 0,04$ мм/об.

$$s_z = \frac{0,04}{2} = 0,02 \text{ мм/зуб.}$$

Скорость резания при фрезеровании – окружная скорость фрезы, которая определяется по формуле:

$$V_{фр} = \frac{185,5 \cdot 4^{0,45}}{90^{0,33} \cdot 2^{0,3} \cdot 0,02^{0,2} \cdot 4^{0,1} \cdot 2^{0,1}} \cdot 0,8 = 83 \text{ м/мин}$$

где $C_V = 185,5$;

T – период стойкости инструмента, $T = 90$ мин;

$K_V = 0,8$;

$q = 0,45$, $x = 0,3$, $y = 0,2$, $u = 0,1$, $p = 0,1$, $m = 0,33$.

Определим частоту вращения фрезы

$$n_{фр.1} = \frac{1000 \cdot 83}{3,14 \cdot 4} = 6608 \text{ об/мин}$$

$n_{\phi} = 3000$ об/мин – принимаем по паспорту станка

Для фрезерной обработки силу резания рассчитывают по формуле:

$$P_{z \text{ фр.1}} = \frac{10 \cdot 22,6 \cdot 2^{0,86} \cdot 0,02^{0,72} \cdot 4^1 \cdot 2}{4^{0,86} \cdot 3000^0} \cdot 0,74 = 43,8 \text{ Н}$$

где $C_P = 22,6$; $K_{мр.} = 0,74$; $x = 0,86$, $y = 0,72$, $u = 1,0$, $q = 0,86$, $w = 0$.

Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{43,8 \cdot 4}{2 \cdot 100} = 0,9 \text{ Н·м.}$$

Мощность резания для фрезерной обработки рассчитывается по формуле:

$$N_{рез} = \frac{P_z \cdot V_{\phi}}{60 \cdot 1020} = \frac{43,8 \cdot 38}{60 \cdot 1020} = 0,03 \text{ кВт}$$

Основное время T_0

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{S_o \cdot n_{\phi}} i = \frac{21}{0,02 \cdot 3000} \cdot 10 + \frac{12}{0,02 \cdot 3000} \cdot 5 = 3,5 + 1,0 = 4,5 \text{ мин}$$

где $L_{p.x} = \ell + \Delta + y = 19 + 1 + 1 = 21$ мм.

2.3.6.19 Зенкерование фасок $0,5 \times 45^\circ$ в 6-и отверстиях диаметром 1,6

T16 – зенковка диаметром 2, $\phi = 90^\circ$, P6M5 ГОСТ 14953-69.

Глубина резания $t = 0,5$ мм.

Подача $S_0 = 0,09$ мм/об.

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} K_V = \frac{36,3 \cdot 2^{0,25}}{20^{0,125} \cdot 0,09^{0,55}} 1 = 96,8 \text{ м/мин.}$$

где $C_V = 36,3$ $q = 0,25$, $y = 0,55$, $m = 0,125$

$$K_V = K_M \cdot K_H \cdot K_E = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 54 |

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 96,8}{3,14 \cdot 2} = 15414 \text{ об/мин}$$

$n_{\Phi} = 3000$ об/мин — принимаем по паспорту станка.

$$V_{\Phi} = \frac{\pi D n_{\Phi}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 2 \cdot 3000}{1000} = 19 \text{ м/мин}$$

$$M_{KP} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P = 10 \cdot 0,005 \cdot 2^2 \cdot 0,09^{0,8} \cdot 1 = 0,03 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$P_O = 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P = 10 \cdot 9,8 \cdot 2^2 \cdot 0,09^{0,8} \cdot 1 = 59 \text{ Н}$$

Мощность резания, кВт:

$$N_{рез} = \frac{M_{KP} \cdot n_{\Phi}}{9750} = \frac{0,03 \cdot 3000}{9750} = 0,01 \text{ кВт}$$

Основное время T_0 :

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{S_o \cdot n_{\Phi}} = \frac{1,5}{0,09 \cdot 3000} = 0,006 \cdot 6 = 0,036 \text{ мин}$$

где $L_{p.x} = 0,5 + 1 + 0 = 1,5$ мм.

3.20 Зенкерование фаски $0,5 \times 45^\circ$ в отверстии диаметром 4.

T18 – зенковка диаметром 6, $\varphi = 90^\circ$, P6M5 ГОСТ 14953-69.

Глубина резания $t = 0,5$ мм.

Подача $S_0 = 0,15$ мм/об.

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} K_V = \frac{36,3 \cdot 6^{0,25}}{20^{0,125} \cdot 0,15^{0,55}} 1 = 129 \text{ м/мин.}$$

где $C_v = 36,3$ $q = 0,25$, $y = 0,55$, $m = 0,125$

$$K_V = K_M \cdot K_H \cdot K_E = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 129}{3,14 \cdot 6} = 6847 \text{ об/мин}$$

$n_{\Phi} = 3000$ об/мин — принимаем по паспорту станка.

$$V_{\Phi} = \frac{\pi D n_{\Phi}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 6 \cdot 3000}{1000} = 56,5 \text{ м/мин}$$

$$M_{KP} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P = 10 \cdot 0,005 \cdot 6^2 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 1 = 0,36 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$P_O = 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P = 10 \cdot 9,8 \cdot 6^2 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 1 = 705 \text{ Н}$$

Мощность резания, кВт:

$$N_{рез} = \frac{M_{KP} \cdot n_{\Phi}}{9750} = \frac{0,36 \cdot 3000}{9750} = 0,11 \text{ кВт}$$

Основное время T_0 :

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{S_o \cdot n_{\Phi}} = \frac{1,5}{0,15 \cdot 3000} = 0,003 \text{ мин}$$

где $L_{p.x} = 0,5 + 1 + 0 = 1,5$ мм.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 55 |

2.3.6.21 Зенкерование фасок $0,5 \times 45^\circ$ в 3-х отверстиях диаметром 8

T19 – зенковка диаметром 10, $\varphi = 90^\circ$, Р6М5 ГОСТ 14953–69.

Глубина резания $t = 0,5$ мм.

Подача $S_0 = 0,2$ мм/об.

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} K_V = \frac{36,3 \cdot 10^{0,25}}{20^{0,125} \cdot 0,2^{0,55}} 1 = 109 \text{ м/мин.}$$

где $C_V = 36,3$ $q = 0,25$, $y = 0,55$, $m = 0,125$

$$K_V = K_M \cdot K_H \cdot K_E = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 109}{3,14 \cdot 10} = 3471 \text{ об/мин}$$

$n_\Phi = 3000$ об/мин — принимаем по паспорту станка.

$$V_\Phi = \frac{\pi D n_\Phi}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 3000}{1000} = 94,2 \text{ м/мин}$$

$$M_{KP} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P = 10 \cdot 0,005 \cdot 10^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 1 = 1,35 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$P_0 = 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P = 10 \cdot 9,8 \cdot 10^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 1 = 2646 \text{ Н}$$

Мощность резания, кВт:

$$N_{рез} = \frac{M_{KP} \cdot n_\Phi}{9750} = \frac{1,35 \cdot 3000}{9750} = 0,42 \text{ кВт}$$

Основное время T_0 :

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{S_0 \cdot n_\Phi} = \frac{1,5}{0,2 \cdot 3000} = 0,003 \cdot 3 = 0,009 \text{ мин}$$

где $L_{p.x} = 0,5 + 1 + 0 = 1,5$ мм.

2.3.6.22 Зенкерование фасок $0,5 \times 45^\circ$ в 2-х отверстиях диаметром 17

T20 – зенковка диаметром 20, $\varphi = 90^\circ$, Р6М5 ГОСТ 14953–69.

Глубина резания $t = 0,5$ мм.

Подача $S_0 = 0,4$ мм/об.

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} K_V = \frac{36,3 \cdot 20^{0,25}}{20^{0,125} \cdot 0,4^{0,55}} 1 = 84,7 \text{ м/мин.}$$

где $C_V = 36,3$; $q = 0,25$; $y = 0,55$; $m = 0,125$

$$K_V = K_M \cdot K_H \cdot K_E = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 84,7}{3,14 \cdot 20} = 1348 \text{ об/мин}$$

$n_\Phi = 1500$ об/мин – принимаем по паспорту станка.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 56 |

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n_{\phi}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 1500}{1000} = 94,2 \text{ м/мин}$$

$$M_{KP} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P = 10 \cdot 0,005 \cdot 20^2 \cdot 0,4^{0,8} \cdot 1 = 9,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$P_O = 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P = 10 \cdot 9,8 \cdot 20^2 \cdot 0,4^{0,8} \cdot 1 = 18816 \text{ Н}$$

Мощность резания, кВт:

$$N_{рез} = \frac{M_{KP} \cdot n_{\phi}}{9750} = \frac{9,6 \cdot 1500}{9750} = 1,5 \text{ кВт}$$

Основное время T_0 :

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{S_o \cdot n_{\phi}} = \frac{1,5}{0,4 \cdot 1500} = 0,003 \cdot 2 = 0,006 \text{ мин}$$

где $L_{p.x} = 0,5 + 1 + 0 = 1,5 \text{ мм}$.

2.3.6.23 Нарезание резьбы М2 – 6Н

Т21 – метчик диаметром 2 мм (6 отверстий). Материал режущей части Р18.

Глубина резания $t = 0,2 \text{ мм}$.

Подача $S = 0,5 \text{ мм/об}$.

Скорость резания вычисляем по формуле:

$$v = \frac{C_v D^{q_v}}{T^m S^{y_v}} K_v$$

где $C_v = 64,8$; $q_v = 1,2$; $m = 0,9$; $y_v = 0,5$;

$$v = \frac{64,8 \cdot 2^{1,2}}{90^{0,9} \cdot 0,5^{0,5}} \cdot 0,56 = 2,1 \text{ м/мин},$$

Крутящий момент определяем по формуле:

$$M_{кр} = 10 C_M D^{q_M} P^{y_M} K_P \text{ Н} \cdot \text{м}$$

где $C_M = 0,0022$; $q_M = 1,8$; $y_M = 1,5$,

$$M = 10 \cdot 0,0022 \cdot 2^{1,8} \cdot 0,5^{1,5} \cdot 1,1 = 0,03 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

Мощность находим по формуле:

$$N = \frac{Mn}{975} \text{ кВт},$$

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 2,1}{3,14 \cdot 2} = 334 \text{ об/мин},$$

Принимаем $n = 500 \text{ об/мин}$.

$$v_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 2 \cdot 500}{1000} = 3,14 \text{ м/мин},$$

$$N = \frac{0,03 \cdot 500}{975} = 0,02 \text{ кВт}.$$

Основное технологическое время:

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 57 |

$$T_o = \frac{10 + 3}{500 \cdot 0,5} = 0,05 \text{ мин,}$$

$$T_{o.общ} = 0,05 \cdot 6 = 0,3 \text{ мин.}$$

2.3.6.24 Нарезание резьбы МЗ – 6Н.

T22 – метчик диаметром 3 мм (7 отверстий). Материал режущей части P18.

Глубина резания $t = 0,25$ мм.

Подача $S = 0,5$ мм/об.

Скорость резания

$$v = \frac{C_v D^{q_v}}{T^m S^{y_v}} K_v$$

где $C_v = 64,8$; $q_v = 1,2$; $m = 0,9$; $y_v = 0,5$;

$$v = \frac{64,8 \cdot 3^{1,2}}{90^{0,9} \cdot 0,5^{0,5}} \cdot 0,56 = 3,4 \text{ м/мин,}$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 C_m D^{q_m} P^{y_m} K_p \text{ Н}\cdot\text{м,}$$

где $C_m = 0,0022$; $q_m = 1,8$; $y_m = 1,5$,

$$M = 10 \cdot 0,0022 \cdot 3^{1,8} \cdot 0,5^{1,5} \cdot 1,1 = 0,06 \text{ Н}\cdot\text{м,}$$

Мощность:

$$N = \frac{Mn}{975} \text{ кВт,}$$

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 3,4}{3,14 \cdot 3} = 361 \text{ об/мин,}$$

Принимаем $n = 500$ об/мин.

$$v_\phi = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 3 \cdot 500}{1000} = 4,7 \text{ м/мин,}$$

$$N = \frac{0,06 \cdot 500}{975} = 0,03 \text{ кВт.}$$

Основное технологическое время

$$T_o = \frac{10 + 3}{500 \cdot 0,5} = 0,05 \text{ мин,}$$

$$T_{o.общ} = 0,05 \cdot 7 = 0,35 \text{ мин.}$$

Данные по операции 015 сводим в таблицу 2.7.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 58 |

Таблица 2.7 – Режимы резания для операции 015

| № перех. | Инструмент | Глубина резания t , мм | Скорость резания $V_{рез}$, м/мин | Подача S_z , мм/зуб S_o , мм/об | Частота вращения шпинделя n , об/мин | Стойкость инструмента T , мин | Мощность резания N , кВт | T_o , мин |
|----------|---------------|--------------------------|------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------|
| 1. | Фреза Ø80 | 1 | 151 | 0,03 | 600 | 90 | 0,8 | 0,5 |
| 2. | Фреза Ø80 | 5 | 113 | 0,03 | 450 | 90 | 5,7 | 1,2 |
| 3. | Фреза Ø25 | 25 | 78,8 | 0,06 | 1000 | 90 | 0,3 | 4,8 |
| 4. | Фреза Ø18 | 1 | 113 | 0,04 | 2000 | 90 | 0,05 | 6,8 |
| 5. | Фреза Ø18 | 18 | 85 | 0,04 | 1500 | 90 | 0,4 | 2,2 |
| 6. | Фреза Ø8 | 1 | 75 | 0,02 | 3000 | 90 | 0,04 | 1,1 |
| 7. | Сверло Ø1 | 0,5 | 9,42 | 0,09 | 3000 | 20 | 0,002 | 0,13 |
| 8. | Сверло Ø1,6 | 0,8 | 15 | 0,09 | 3000 | 20 | 0,006 | 0,24 |
| 9. | Сверло Ø2,5 | 1,25 | 23,6 | 0,09 | 3000 | 20 | 0,015 | 0,68 |
| 10. | Развертка Ø3 | 0,25 | 18,8 | 0,09 | 2000 | 20 | 0,03 | 0,08 |
| 11. | Развертка Ø4 | 0,75 | 17,6 | 0,09 | 1400 | 20 | 0,08 | 0,03 |
| 12. | Сверло Ø4 | 2 | 37,7 | 0,1 | 3000 | 20 | 0,04 | 0,63 |
| 13. | Сверло Ø6 | 3 | 56,5 | 0,15 | 3000 | 20 | 0,11 | 0,03 |
| 14. | Сверло Ø8 | 4 | 75,4 | 0,2 | 3000 | 20 | 0,26 | 0,06 |
| 15. | Сверло Ø16 | 8 | 75,4 | 0,4 | 1500 | 20 | 0,94 | 0,04 |
| 16. | Развертка Ø17 | 0,5 | 16 | 1,82 | 300 | 20 | 0,11 | 0,04 |
| 17. | Фреза Ø8 | 2 | 75 | 0,02 | 3000 | 90 | 0,02 | 1,2 |
| 18. | Фреза Ø4 | 2 | 37,7 | 0,02 | 3000 | 90 | 0,03 | 4,5 |
| 19. | Зенковка Ø2 | 0,5 | 19 | 0,09 | 3000 | 20 | 0,01 | 0,036 |
| 20. | Зенковка Ø6 | 0,5 | 56,5 | 0,15 | 3000 | 20 | 0,11 | 0,003 |
| 21. | Зенковка Ø10 | 0,5 | 94,2 | 0,2 | 3000 | 20 | 0,42 | 0,009 |
| 22. | Зенковка Ø20 | 0,5 | 94,2 | 0,4 | 1500 | 20 | 1,5 | 0,006 |
| 23. | Метчик М2 | 0,2 | 3,14 | 0,5 | 500 | 20 | 0,02 | 0,3 |
| 24. | Метчик М3 | 0,25 | 4,7 | 0,5 | 500 | 20 | 0,03 | 0,35 |
| Итого | | | | | | | | 25,013 |

Расчет режимов резания табличным методом

Режимы резания на остальные переходы и операции рассчитаем табличным методом, при котором все параметры выбираются из нормативных таблиц. Полученные данные сводим в таблицу 2.8.

Таблица 2.8 – Режимы резания

| № перехода | Инструмент | Глубина резания t , мм | Подача S , мм/об или S_z , мм/зуб | Скорость резания V , м/мин | Частота вращения шпинделя n , об/мин | Стойкость инструмента T , мин | Мощность резания N , кВт |
|---------------------|---------------|--------------------------|---------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Операция 020 | | | | | | | |
| 1 | Фреза Ø 80 | 1 | 0,1 | 240 | 900 | 90 | 2,16 |
| 2 | Фреза Ø 25 | 1 | 0,1 | 150 | 1500 | 90 | 0,96 |
| 3 | Сверло Ø 1 | 0,5 | 0,08 | 53 | 2000 | 30 | 0,17 |
| 4 | Сверло Ø 3,3 | 1,65 | 0,1 | 70 | 2000 | 30 | 0,25 |
| 5 | Зенковка Ø 5 | 1 | 0,15 | 50 | 2000 | 60 | 0,2 |
| 6 | Метчик М4 | 0,35 | 1 | 15 | 318 | 30 | 0,1 |
| Операция 025 | | | | | | | |
| 1 | Фреза Ø 25 | 1 | 0,1 | 150 | 1500 | 90 | 0,96 |
| 2 | Сверло Ø 1 | 0,5 | 0,08 | 53 | 2000 | 30 | 0,17 |
| 3 | Сверло Ø 2,5 | 1,25 | 0,1 | 70 | 2000 | 30 | 0,25 |
| 4 | Сверло Ø 9 | 4,5 | 0,2 | 85 | 1500 | 30 | 0,3 |
| 5 | Развертка Ø10 | 0,5 | 0,54 | 20 | 2000 | 30 | 0,1 |
| 6 | Зенковка Ø 3 | 1 | 0,15 | 90 | 1500 | 60 | 0,2 |
| 7 | Зенковка Ø12 | 0,5 | 0,2 | 80 | 1500 | 60 | 0,3 |
| 8 | Метчик М3 | 0,25 | 0,5 | 12 | 318 | 30 | 0,1 |
| Операция 030 | | | | | | | |
| 1 | Фреза Ø 25 | 1 | 0,1 | 150 | 1500 | 90 | 0,96 |
| Операция 035 | | | | | | | |
| 1 | Фреза Ø 25 | 1 | 0,1 | 150 | 1500 | 90 | 0,96 |
| 2 | Сверло Ø 1 | 0,5 | 0,08 | 53 | 2000 | 30 | 0,17 |
| 3 | Сверло Ø 2,5 | 1,25 | 0,1 | 70 | 2000 | 30 | 0,25 |
| 4 | Зенковка Ø 3 | 1 | 0,15 | 90 | 1500 | 60 | 0,2 |
| 5 | Метчик М3 | 0,25 | 0,5 | 12 | 318 | 30 | 0,1 |

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Проектирование станочного приспособления

Приспособление предназначено для фрезерования поверхностей заготовки (рисунок 3.1).

Проектируемое приспособление устанавливается на стол станка. В состав приспособления входят: основание 1, с расположенными на нем пневмоцилиндром 2, упором 5, губкой правой 4. При поступлении воздуха в правую полость пневмоцилиндра через штуцер, поршень начинает движение. Поршень 3 прижимает деталь, уложенную в упор, к правой губке 4. Таким образом деталь лишается пяти степеней свободы. При этом во время механической обработки, деталь надежно закреплена.

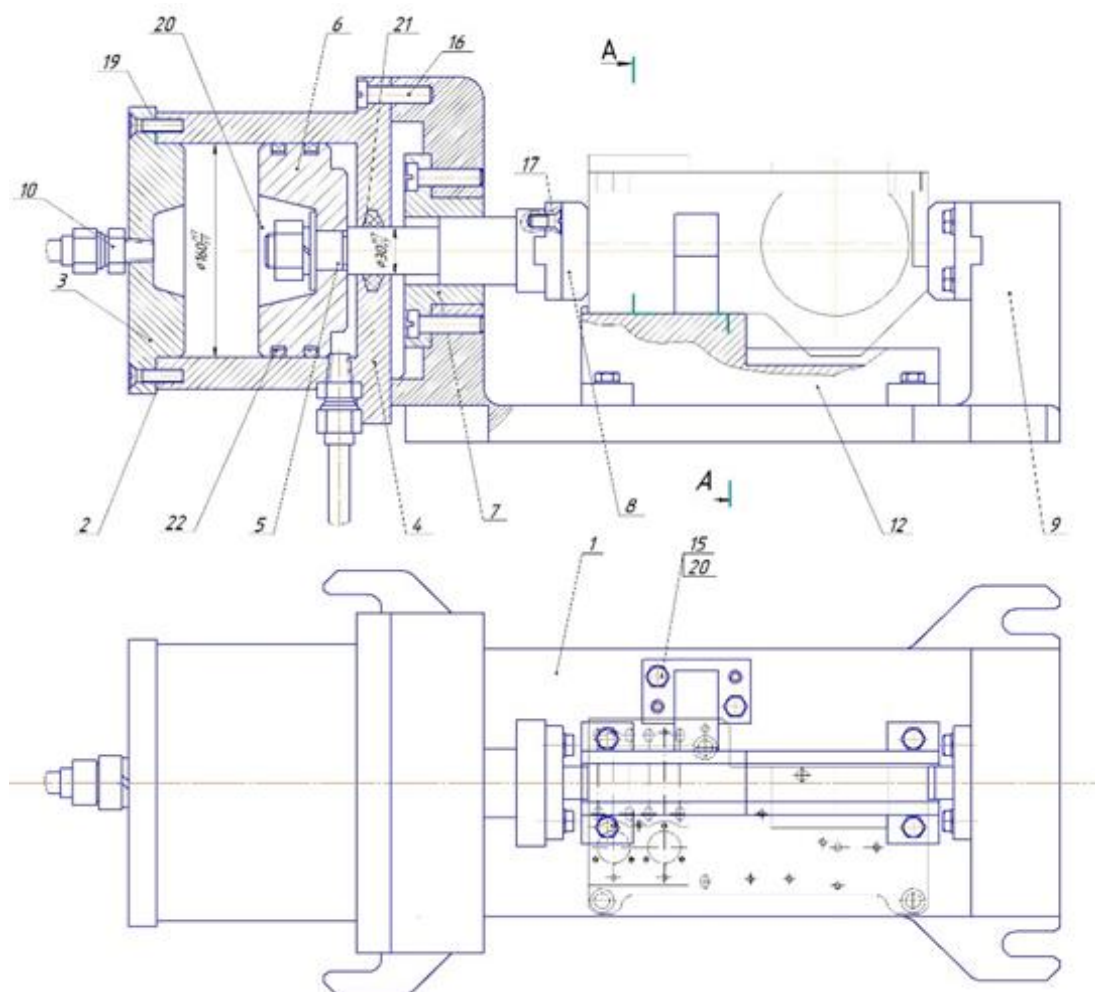


Рисунок 3.1 – Схема закрепления заготовки в приспособлении

Для расчета эффективности работы приспособления необходимо знать, с какой силой будет зажата деталь между губками. При этом сила зажима W должна быть больше силы пытающейся сдвинуть заготовку Pz . Сила зажима напрямую зависит от диаметра пневмоцилиндра.

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
|------|------|----------|---------|------|
| | | | | |

Необходимо уточнить особенности выполнения операции, связанные с конструкцией станочного приспособления, путем разработки возможной схемы обработки (рисунок 3.2).

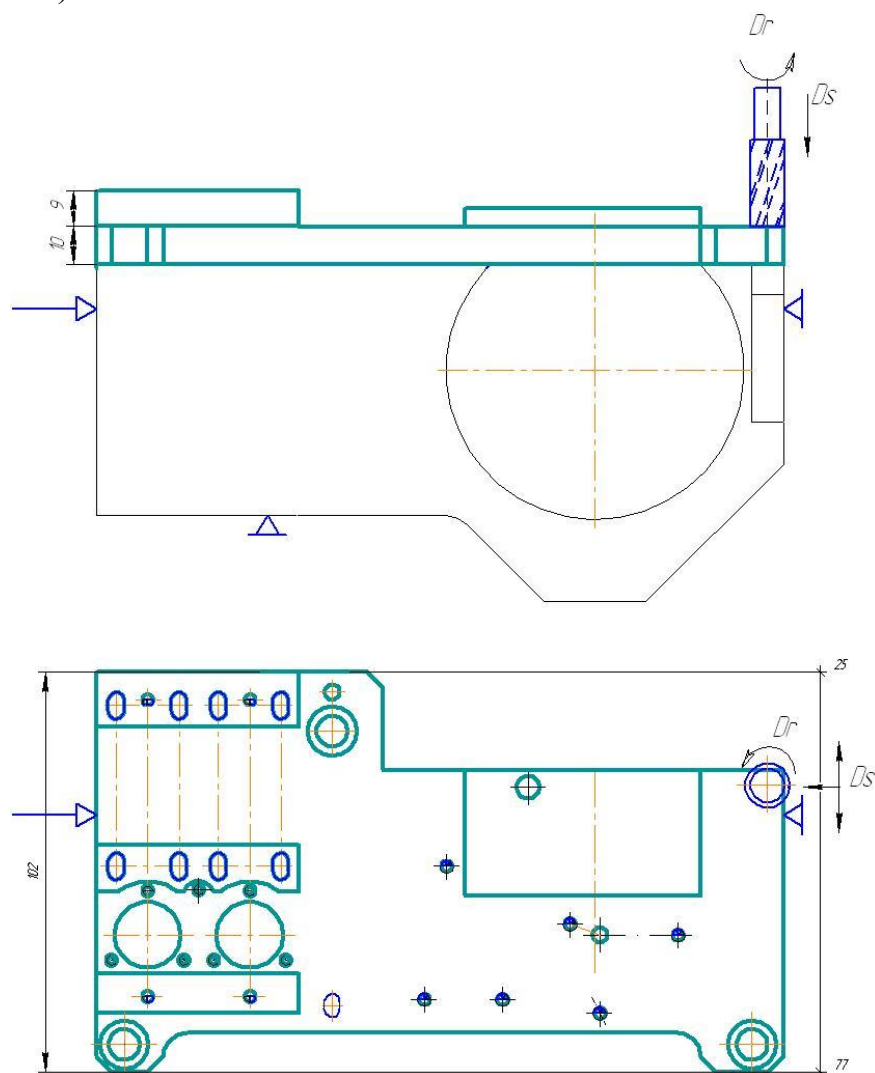


Рисунок 3.2 – Схема обработки

Для определения условий закрепления заготовки необходимо определение параметров зажимного устройства с учетом его структуры.

Определение лимитирующего силового параметра

Составляющие силы резания при фрезеровании:

- P_z – окружная составляющая (направлена перпендикулярно радиусу фрезы);
- P_y – радиальная составляющая (направлена по радиусу).

Взаимноперпендикулярные составляющие силы P_{yz} (равнодействующая сила):

- P_h – горизонтальная составляющая силы P_{yz} ;
- P_v – вертикальная составляющая силы P_{yz} .

Сила P_z оказывает влияние на эффективную мощность резания.

Сила P_y отжимает фрезу от обрабатываемой заготовки.

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

Сила P_h действует на механизм подачи стола фрезерного станка. С учетом этой величины рассчитывают элементы крепления заготовки в станочном приспособлении.

При определении лимитирующего силового параметра необходимо из множества силовых параметров выявить тот, который оказывает наиболее неблагоприятное воздействие на заготовку в процессе резания. Схема к определению лимитирующего силового параметра показана на рисунке 3.3.

Определение расчетного уравнения

Воспользуемся принципом разделения сил действующих на заготовку при обработке, на две группы:

- 1) силы стремящиеся сохранить положение заготовки в станочном приспособлении – сумма всех сил $M_{уд}$;
- 2) силы стремящиеся нарушить положение заготовки в станочном приспособлении – сумма всех сил $M_{кр}$.

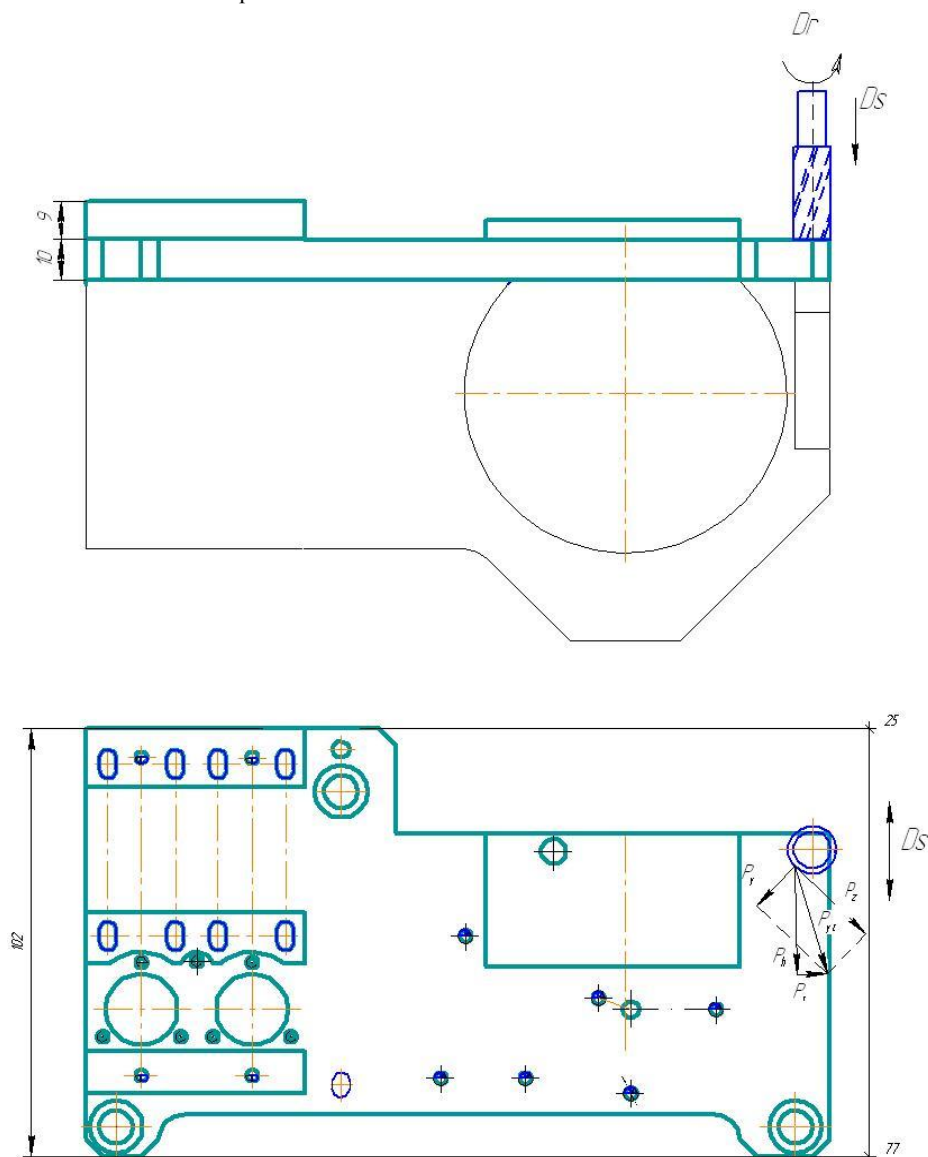


Рисунок 3.3 – Схема к определению лимитирующего силового параметра

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

Расчетное уравнение получено путем введения в уравнение коэффициента надежности k :

$$M_{кр} = k P_v l_{max}$$

$$M_{y\delta} = W f l_{max}$$

$$M_{кр} = M_{y\delta}$$

Уравнение примет вид:

$$k P_v l_{max} = W f l_{max},$$

следовательно,

$$W = \frac{P_z \cdot k}{f_1 + f_2}$$

Определение параметров входящих в расчетное уравнение

Необходимо определить три группы параметров входящих в расчетное уравнение:

- коэффициент надежности закрепления;
- силы резания;
- коэффициенты трения.

Коэффициент надежности закрепления находится по формуле:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6,$$

Значения промежуточных коэффициентов:

$$k_0 = 1,5; k_1 = 1,2; k_2 = 1,0; k_3 = 1,0; k_4 = 1,0; k_5 = 1,0; k_6 = 1,0.$$

по которым вычисляется значение коэффициента надежности закрепления

$$k = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,8.$$

Силу резания берем из расчетов режимов резания на данную операцию.

$$P_z = 3094 \text{ Н};$$

радиальная составляющая силы $P_y = (0,3 \dots 0,5) P_z$;

горизонтальная составляющая силы $P_h = (0,3 \dots 0,5) P_z$;

вертикальная составляющая силы $P_v = 0,9 P_z$;

$$P_y = 0,4 \cdot 3094 = 1237,6 \text{ Н};$$

$$P_h = 0,3 \cdot 3094 = 928,2 \text{ Н};$$

$$P_v = 0,9 \cdot 3094 = 2784,6 \text{ Н},$$

Значение коэффициента трения – сцепления принимаем равным $f_1 = 0,25$, $f_2 = 0,25$ сталь по стали при чистой обработке поверхностей;

Значение теоретической силы закрепления:

$$W = \frac{P_z \cdot k}{f_1 + f_2} = \frac{3094 \cdot 1,8}{0,25 + 0,25} = 11138,4 \text{ Н}$$

Уравнение силового замыкания, выражающее равновесие сил в структуре зажимного устройства определяется по формуле:

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 64 |

$$Q = \frac{W}{\eta}$$

где Q – тяговое усилие, создаваемое силовым приводом, Н;

W – сила закрепления заготовки, Н;

η – коэффициент полезного действия, для пневмоцилиндра = 0,85.

$$Q = \frac{11138,4}{0,85} = 13104 \text{ Н}$$

Диаметр пневмоцилиндра определяется по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi\rho}}, \text{ Н}$$

где ρ – давление рабочей среды в системе, давление сжатого воздуха принимается в пределах $\rho = 0,4...0,63$ МПа.

Конструкция в расчет губок прижима.

Расчет диаметра пневмоцилиндра:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 13104}{3,14 \cdot 0,6}} = 156,79 \text{ мм}$$

Устанавливаем стандартный диаметр пневмоцилиндра $D = 160$ мм и штока $d = 30$ мм.

Расчет приспособления на точность обработки.

Расчет точности обработки заготовки при проектировании СП производится с целью определения условия – будет ли разрабатываемая конструкция СП обеспечивать точность обработки, требуемую технологическим процессом.

Необходимость таких расчетов связана с тем, что в процессе обработки заготовки в СП неизбежно возникают погрешности, величина которых зависит от многих факторов, в том числе от конструкции СП и точности его изготовления.

Суммарная погрешность обработки $\Delta\Sigma$ складывается из большего числа систематических и случайных погрешностей.

$$\Delta\Sigma = k \cdot \Delta_{мо} + \Delta_c + \Delta_{и} + \Delta_{изм} + \Delta_{у.п.} + \Delta_{р.и} + \Delta_{н.п.},$$

где k – коэффициент зависящий от точности выполняемого параметра и учитывающий долю погрешности (0,6 – для 8-9 квалитетов точности);

$\Delta_{мо}$ - погрешность применяемого метода обработки, $\Delta_{и} = 0$, так как при обработке детали на данной операции не выполняется ни одного технического требования.;

Δ_c – погрешность от геометрической неточности применяемого оборудования,
 $\Delta_c = 0,020$ мм;

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 65 |

$\Delta_u = -$ погрешность от неточности изготовления режущего инструмента и его износа, $\Delta_u = 0$;

$\Delta_{изм}$ – погрешность метода измерения (определяется как 30% допуска на проверяемый параметр), $\Delta_u = 0,05 \cdot 0,3 = 0,015$ мм;

$\Delta_{y.n.}$ – погрешности, связанные с установкой заготовки в СП;

$\Delta_{p.и.} = 0$ – погрешности, связанные с расположением режущего инструмента,

$\Delta_{н.п.}$ – настройки СП на станке, $\Delta_{н.п.} = 0,25 \cdot 0,1 = 0,025$ мм;

$$\Delta_{y.n.} = \sqrt{\Delta_{б.н.}^2 + \Delta_{з.п.}^2 + \Delta_{и.п.}^2}$$

где $\Delta_{б.н.}$ – погрешность базирования заготовки, $\Delta_{д.и.} = 0$ так как заготовка установлена на плоские контактные поверхности;

$\Delta_{з.п.}$ – погрешность закрепления заготовки в СП, $\Delta_{з.п.} = 0,09$ мм;

$\Delta_{и.п.}$ – погрешность изготовления и износа рабочей поверхности установочного элемента, $\Delta_{и.п.} = 0$;

$$\Delta_{y.n.} = \sqrt{0,09^2} = 0,09$$

$$\Delta \Sigma = 0,6 \cdot 0 + 0,020 + 0 + 0,015 + 0,09 + 0 + 0,025 = 0,15$$

Вероятностный метод

$$\Delta \Sigma = (k \cdot \Delta_{мо} + \Delta_c + \Delta_u + \Delta_{изм} + \Delta_{y.n.} + \Delta_{p.и.} + \Delta_{н.п.}) \cdot x,$$

где x – коэффициент вероятности (0,6);

$$\Delta \Sigma = (0,6 \cdot 0 + 0,020 + 0 + 0,015 + 0,09 + 0 + 0,025) \cdot 0,6 = 0,09$$

Следовательно, проектируемая конструкция станочного приспособления будет обеспечивать требуемую точность обработки.

Установочная база приспособления представлена поверхностью с четверя упорами, отнимающими у детали четыре степени свободы, нижняя поверхность отнимает одну степень свободы, боковые опоры по одной. Таким образом, конструкция данного станочного приспособления жестко фиксирует и закрепляет заготовку, лишает ее всех степеней свободы, то есть выполняет все требования предъявляемые к станочному приспособлению.

Станочное приспособление крепится к столу станка с помощью четырех болтов.

3.2 Проектирование режущего инструмента

3.2.1 Расчет концевой фрезы с СМП.

Данный корпус прибора имеет множество конструкторских элементов (плоскости, уступы, скосы, перепады и т.д.) и сравнительно небольшой по габаритам, для обработки его поверхностей выбираем концевую фрезу с механическим креплением сменных, многогранных пластин. Применение сменных, многогранных пластин исключает операции переточки инструмента, пайки ножей снижает количество брака при изготовлении, и при этом дает возможность многократного использования корпуса и использование новых марок твердого сплава, в том числе трудно поддающихся пайке.

Выбираем корпус фрезы из стали 40Х ГОСТ 4543-71, а сменную, многогранную пластину из твердого сплава ВК3 ГОСТ 3882-80, как рекомендуется для обработки алюминиевых сплавов.

Выбор конструкции фрезы

Определим диаметр фрезы в зависимости от ширины обрабатываемой поверхности по формуле:

$$D = (1,2 \div 1,5) \cdot B$$

где D – проверяемый диаметр фрезы;

B – ширина обрабатываемой поверхности = 15 мм, тогда

$$D = 1,5 \cdot 15 = 25 \text{ мм.}$$

Принимаем стандартный размер фрезы $D = 25$ мм.

Число зубьев фрезы предварительно рассчитываем из условия равномерного фрезерования по формуле

$$z = \frac{(360 \cdot \xi)}{\psi},$$

где ψ – угол контакта фрезы с заготовкой

$$\psi = \arctg\left(1 - \left(\frac{2 \cdot t}{D}\right)\right) = \arctg\left(1 - \left(\frac{2 \cdot 1}{25}\right)\right) = 44,2 \approx 44^\circ$$

$\xi \geq 2$ – коэффициент равномерности фрезерования, $\xi = 1$.

$$z = \frac{(360 \cdot 1)}{44} = 8$$

По данным расчетам число зубьев получается слишком большим. Для удобства размещения пластин с механическим креплением число зубьев берем меньше, чем получено по формуле, поэтому принимаем $z = 2$.

Диаметр оправки назначаем 25 по прочности подходит для данной фрезы и условий обработки.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 67 |

Выбранная и рассчитанная фреза изображена на рисунке 3.4.

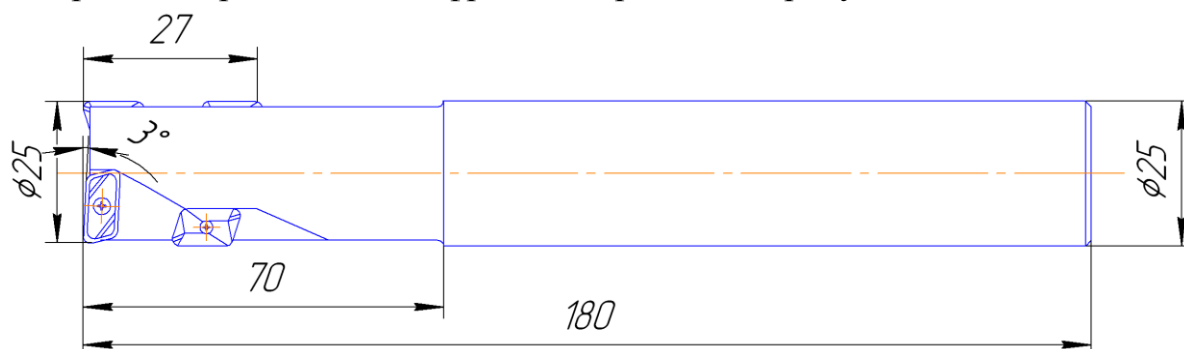


Рисунок 3.4 – Фреза концевая с СМП

Для выбора пластины рассчитаем число граней пластины по формуле:

$$n = \frac{360}{(\varphi + \varphi_1)},$$

где φ и φ_1 – углы в плане (главный и вспомогательный). По рекомендациям для обработки алюминия выбираем $\varphi = 3^\circ$ и $\varphi_1 = 87^\circ$

Тогда

$$n = \frac{360}{(3 + 87)} = 4$$

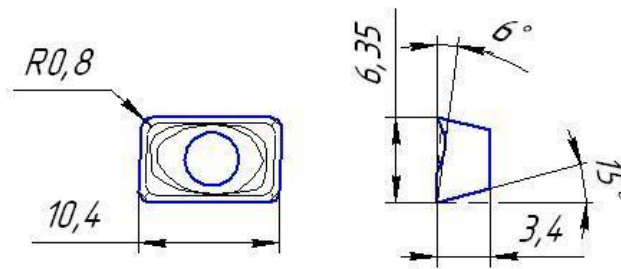
Выбираем пластинку ромбической формы. Задний угол α принимаем 15° , он необходим для устранения трения задней поверхности пластины об обрабатываемую поверхность в процессе резания. Для обеспечения заданных углов у фрезы, выбираем пластину с углами $\alpha = 11^\circ, \gamma = 6^\circ$.

Длину режущей кромки пластины принимаем такую, чтобы она обеспечивала удаление срезаемого слоя на всю толщину за один проход. Выбираем подходящие нам пластинки из каталога DIJET : центральная пластина – ZDMT100308L, периферийная пластина – ZPMT13T308R.

Так как фреза предназначена для торцового фрезерования необработанной поверхности, то главным условием является жесткое закрепление пластины. Поэтому выбираем закрепление пластины – через центральное отверстие винтом с конической головкой. Базируем пластину по двум сторонам. Это наиболее широко применяемый способ крепления, он наиболее технологичен и прост по сравнению с другими. Он обеспечивает поджим пластины к базовым поверхностям за счет смещения осей, то есть точное позиционирование пластины в гнезде корпуса.

Эскиз пластин показан на рисунке 3.5.

Центральная пластина



Периферийная пластина

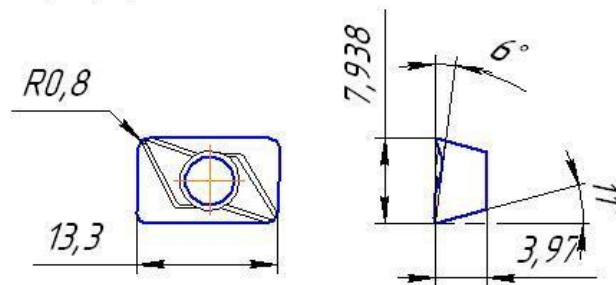


Рисунок 3.5 – Эскиз пластин

Расчет надежности крепления фрезы

Данную фрезу будем крепить по цилиндрическому хвостовику, который устанавливается в цилиндрическую оправку через зажимную цангу. Диаметр оправки влияет на работу инструмента. В процессе фрезерования оправка находится под действием крутящего и изгибающего моментов. Поэтому при выборе диаметра оправки необходимо выполнять проверочный расчет на прочность. Эскиз оправки показан на рисунке 3.6.

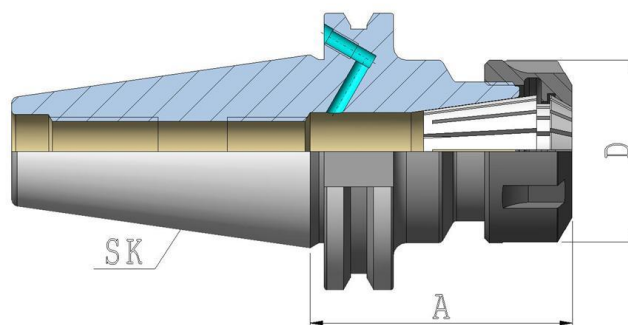


Рисунок 3.6 – Эскиз оправки

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
|------|------|----------|---------|------|
| | | | | |

Составные силы резания фрезерования представлены на рисунке 3.7.

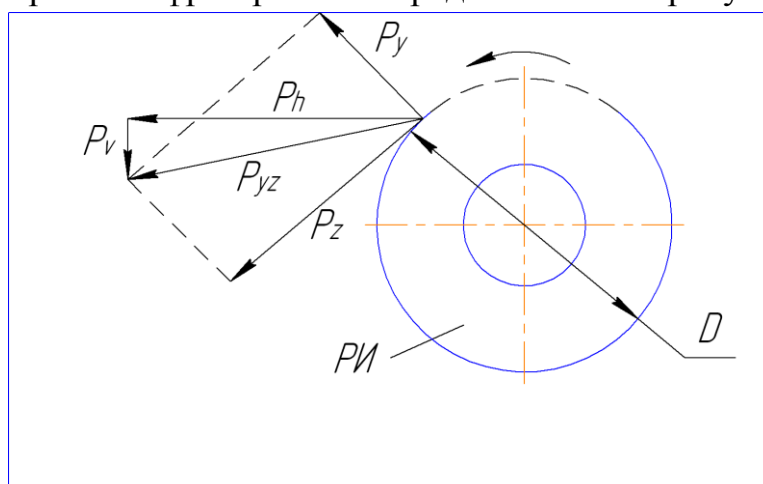


Рисунок 3.7 – Составные силы резания фрезерования

Величины составляющих сил резания (см. рисунок 3.7):

P_h – горизонтальная (сила подачи);

P_v – вертикальная (отрыв заготовки от стола);

P_y – радиальная;

P_{yz} – составляющая для расчет оправки на изгиб.

Окружная сила P_z является основной при фрезеровании и она равна:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^u \cdot K_{mp}}{D^q \cdot n^w};$$

где C_p – коэффициент, учитывающий характер обрабатываемого материала,
 $C_p = 22,6$

x, y, u, q, w - показатели степени, зависящие от материала пластины, для твердого сплава $x=1, y=0,75, u=1,1, q=1,3, w=0,2$.

n – частота вращения фрезы, об/мин.

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}; \quad n = \frac{1000 \cdot 78,5}{3,14 \cdot 25} = 1000 \text{ об/мин}$$

K_{mp} – поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала (для алюминия) :

$$K_{pm} = \frac{HB}{190^n},$$

$$K_{pm} = \frac{50}{190^1} = 0,26;$$

где HB – твердость обрабатываемой детали $HB=50$;

n – показатель степени, $n=1$

$$P_z = \frac{10 \cdot 22,6 \cdot 2^1 \cdot 0,12^{0,75} \cdot 15^{1,1} \cdot 0,26}{25^{1,3} \cdot 1000^{0,2}} = 1794,5 \text{ Н}$$

Определение составляющих сил резания для расчета оправки на изгиб:

$$P_{yz} = (P_y^2 + P_z^2)^{1/2}$$

$$P_y = 0,35 P_z = 0,35 \times 1794,5 = 628 \text{ Н}$$

$$P_{yz} = (628^2 + 1451,5^2)^{1/2} = 1901,2 \text{ Н}$$

Определение крутящего момента на шпинделе для расчета оправки на кручение:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 1000} = \frac{1794,5 \cdot 25}{2 \cdot 1000} = 22,43 \text{ Нм}$$

Расчет радиального биения фрезы

В процессе сборки фрез необходимо обеспечить минимальное биение режущих кромок инструмента, что существенно влияет на эффективность многозубого инструмента, так как выступающие зубья будут изнашиваться в следствии работы с величиной подачи зубьев, отличающейся от расчетной. Схема несимметричного торцового фрезерования показана на рисунке 3.8.

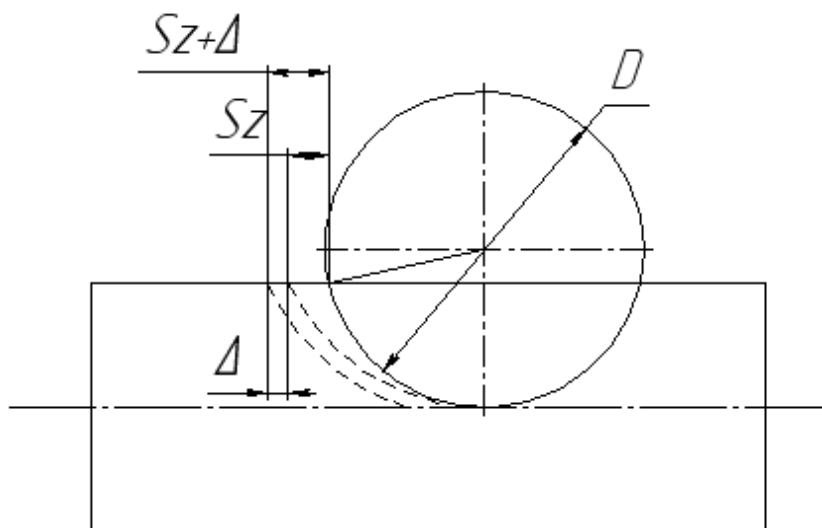


Рисунок 3.8 – Схема несимметричного торцового фрезерования

Радиальное биение не должно превышать величины:

$$\Delta \leq \frac{2\sqrt{m-1}}{m} S_z,$$

где S_z – подача при фрезеровании, $S_z = 0,06$ мм/зуб;

m – параметр обработки, $m = \frac{D}{t} = \frac{25}{2} = 12,5$ мм;

t – глубина резания, мм;

$$\Delta = \frac{2 \cdot \sqrt{12,5-1}}{12,5} \cdot 0,06 = 0,03 \text{ мм/зуб.}$$

Тогда при $S_Z = 0,06$ мм/зуб и $\Delta = 0,03$ мм/зуб, получаем $\Delta \leq S_Z$ - неравенство выполняется.

3.2.2 Расчет метчика

В данном корпусе прибора для крепления с ответной частью нарезаются отверстия М2, М3, глухие глубиной 6 мм и М4 сквозные, так как шаг перечисленных резьб менее 1мм, степень точности резьбовых отверстий 6Н

Параметры резьбового соединения нам задан по чертежу: отверстие сквозное с резьбой М4 и шагом 0,7.

Окончательное решение о количестве метчиков в комплекте принимается после проверки выполнения условия $M_p \leq M_{кр}$, где M_p – крутящий момент резьбонарезная; $M_{кр}$ – критический крутящий момент, допускаемый прочностью метчика.

$$M_p = C_M d^{q_M} p^{Y_M} K_M K_3$$

где d – номинальный наружный диаметр метчика ($d = D$); P – шаг резьбы;

C_M , q_M , Y_M – коэффициент и показатели степени, учитывающие материал заготовки и рабочей части метчика;

K_M – коэффициент, учитывающий тип метчика и обрабатываемый материал;

K_3 – коэффициент, учитывающий влияние затупления метчика

$$M_p = 0,22 \cdot 4^{1,2} \cdot 0,7^{1,5} \cdot 0,7 \cdot 3 = 1,43$$

Выбор схемы резания и определение размеров режущей части метчика

Основными параметрами режущей части метчиков является угол φ и длина режущей части L_1 . Взаимосвязь между ними определяется по формуле

$$\varphi = (d - d_T) / (2L_1)$$

На величину φ и L_1 оказывают влияние и конструктивные особенности отверстия под резьбу: для гаечных метчиков $\varphi = 3 - 5^\circ$; для черновых $\varphi = 4 - 7^\circ$; для средних (комплект из трех штук) $8 - 14^\circ$; для чистовых $18 - 23^\circ$. Для нарезания резьбы в сквозных отверстиях принимаются бóльшие значения φ . Угол φ оказывает влияние на период стойкости метчика, определяет толщину срезаемой стружки, а следовательно, нагрузку, приходящую на зубья, условия теплоотвода и т. д. С уменьшением угла φ период стойкости метчиков повышается. Длина режущей части L_1 прямо пропорционально влияет на основное технологическое время. Она зависит от точности нарезания резьбы и свойств материала заготовки. Чем выше точность и ниже шероховатость резьбы, тем меньше должна быть толщина срезаемого слоя и тем больше, следовательно, будет L_1 . С увеличением твердости и прочности обрабатываемого материала, L_1 должна уменьшаться. Сравнительно большая L_1 у корригированных метчиков объясняется меньшими силами резания и M_p . Число перьев метчика z влияет на условия отвода стружки и толщину срезаемого

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 72 |

слоя, а следовательно, на величину крутящего момента при резьбонарезании. Наибольшее распространение получили метчики с тремя и четырьмя перьями. Метчики, имеющие четыре пера, более склонны к заклиниванию в отверстиях, особенно при обработке вязких материалов и крутящий момент при их работе больше, чем у метчиков с тремя перьями. Число перьев зависит от типа метчика, обрабатываемого материала и размера резьбы. $\phi = 23$, $L1 = 6P$, $z = 2$, Длина калибрующей части $L2 = 4,5$.

Резьбу калибрующей части выполняют с обратной конусностью (уменьшение диаметров d , $d1$, $d2$ в направлении к хвостовику). Обратная конусность является обязательным конструктивным элементом метчика, так как ее отсутствие вызывает повышенное трение и схватывание между зубьями метчика и резьбовой поверхностью заготовки, что приводит к заклиниванию и поломке метчика. Обратная конусность находится в пределах $0,04 - 0,08$ мм на 100 мм условной длины резьбовой части метчика. Метчики малых диаметров $1 - 4$ мм, у которых не произведено заточивание по профилю зубьев, имеют увеличенную обратную конусность в пределах $0,16 - 0,2$ мм на 100 мм длины. Из-за наличия обратной конусности диаметры метчиков оказываются переменными.

Стружечные канавки являются важным элементом метчиков. Часть профиля канавки является передней поверхностью, которая при пересечении с задней поверхностью образует режущие кромки (лезвия) зубьев метчика. Размеры канавок должны быть достаточными для свободного размещения и удаления стружки. Канавки должны обеспечивать рациональную геометрию зубьев и быть простыми в изготовлении. Профиль канавок должен быть очерчен плавной линией во избежание появления трещин при термической обработке. Если канавки прямые (не винтовые), то их профиль полностью соответствует профилю дисковой фасонной фрезы.

Значение переднего $\gamma_b = 12$ и заднего $\alpha_b = 12$ углов метчика при вершине зуба.

Боковые стороны (кромки) режущих и калибрующих зубьев метчика, кроме резания, выполняют также функции ходового винта, т. е. обеспечивают осевую подачу на шаг резьбы за один оборот метчика.

Назначение и расчет размеров и допусков на профиль резьбы метчика зависит от профиля, размеров и точности нарезаемой резьбы. Номинальные значения наружных диаметров резьбы метчика и гайки (d , D) одинаковы. Допуски на параметры резьбы метчиков (d , $d1$, $d2$, P) назначают согласно стандартам. Класс точности метчиков выбирают в зависимости от степени точности нарезаемой резьбы.

Расчет бесстружечного метчика

Бесстружечными метчиками могут обрабатываться не только цилиндрические, но и конические резьбы. Для получения цилиндрической резьбы диаметром 10 мм

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 73 |

(и менее) и конической резьбы 1/8 дюйма (и менее) применяются метчики с «трехгранным» профилем поперечного сечения метчика, а больших размеров – с «четырехгранным» профилем. В практике встречаются метчики с большим количеством граней.

Основным критерием стойкости бесстружечного метчика является износ наружного диаметра до размера, при котором прекращается свинчивание калибра с обрабатываемого резьбового отверстия. Экспериментально установлено, что оптимальный диаметр:

$$d_H = (d_o + 0,102P + \Delta_o) - \Delta_o,$$

где d_o – диаметр отверстия под нарезание резьбы, мм;

P – шаг резьбы, мм;

Δ_o – допуск на изготовление наружного диаметра, мм.

$$d_H = (4,6 + 0,102 \cdot 0,7 + 0,02) - 0,02 = 4,702 - 0,02 \text{ мм}$$

Расчет среднего диаметра производится по формуле:

$$d_{cp} = (D_2 + 0,65b + \Delta_2) - \Delta_2,$$

где D_2 – средний диаметр гайки, мм;

b – поле допуска среднего диаметра гайки, мм;

Δ_2 – допуск на изготовление среднего диаметра метчика, мм.

$$d_{cp} = (4,48 + 0,65 \cdot 0,125 + 0,02) - 0,02 = 4,581 - 0,02 \text{ мм}$$

Расчет внутреннего диаметра производится по формуле:

$$d_{вн} = (D_1 + \Delta_1) - \Delta_1,$$

где D_1 – внутренний диаметр резьбового отверстия, мм;

Δ_1 – поле допуска внутреннего диаметра, мм.

$$d_{вн} = (4,134 + 0,2) - 0,2 = 4,334 - 0,2 \text{ мм}$$

Минимальный размер площадки по внутреннему диаметру резьбового профиля:

$$m_{\min} = (0,866P + d_{вн \min} - d_{cp \max}) \cdot \operatorname{tg} 0,5\alpha,$$

$$m_{\min} = (0,866 \cdot 0,8 + 4,134 - 4,581) \cdot 0,577 = 0,142 \text{ мм}$$

Максимальный размер площадки:

$$m_{\max} = (0,866P + d_{вн \max} - d_{cp \min}) \cdot \operatorname{tg} 0,5\alpha,$$

$$m_{\max} = (0,866 \cdot 0,8 + 4,334 - 4,561) \cdot 0,577 = 0,269 \text{ мм}$$

Номинальный размер площадки:

$$\Delta_m = m_{\max} - m_{\min} = 0,269 - 0,142 = 0,127 \text{ мм}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 74 |

Для сквозных отверстий длина заборной части зависит от угла заборного конуса, равного $4,5^\circ$. Рекомендуется:

$$l_1 = \frac{1,4(d_H - d_{отв})}{2 \cdot \operatorname{tg} 4,5} = \frac{0,143}{0,158} = 0,905 \text{ мм}$$

Принимаем $l_1 = 1$ мм. Длина калибрующей части установлена производственным опытом $l_2 = 9,6$ мм.

Эскиз метчика представлен на рисунке 3.9

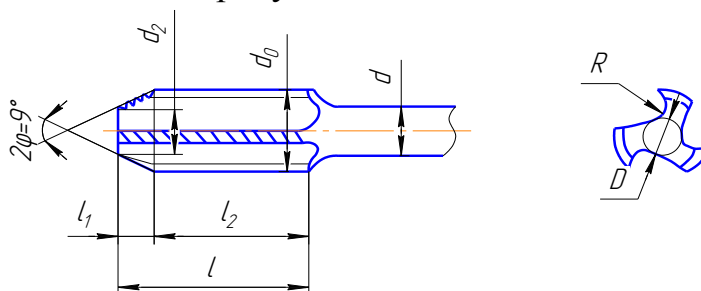


Рисунок 3.9 Бесстружечный метчик

Класс точности метчика.

Хвостовик метчика.

Хвостовик служит для базирования и закрепления метчика в патроне или цанге и для передачи крутящего момента от шпинделя станка или воротка (при нарезании резьбы вручную). Диаметр хвостовика d_3 должен быть меньше d_1 на $0,25 - 1,5$ мм. Это необходимо для того, чтобы хвостовик свободно проходил через сквозное отверстие заготовки, а также для обеспечения возможности нарезания резьбы в отверстиях, длина которых больше рабочей части метчика. У метчиков диаметром d 4 мм, с целью уменьшения вероятности его поломки, диаметр d_3 делается большим d . С обоих торцов таких метчиков делаются наружные центровые конуса с углом при вершине 60° , которые служат базой при изготовлении, переточке и контроле метчика. Для крепления метчиков широко применяются разжимные (разрезные) конусные втулки с отверстием под хвостовик и гнездом под квадрат. Втулку вместе с вставленным в нее метчиком слегка забивают в конусное гнездо шпинделя станка (жесткое крепление).

При выборе инструмента по каталогу, ближайший подходящий метчик T100-NM100DA-M4 D150. Эскиз метчика представлен на рисунке 3.10.

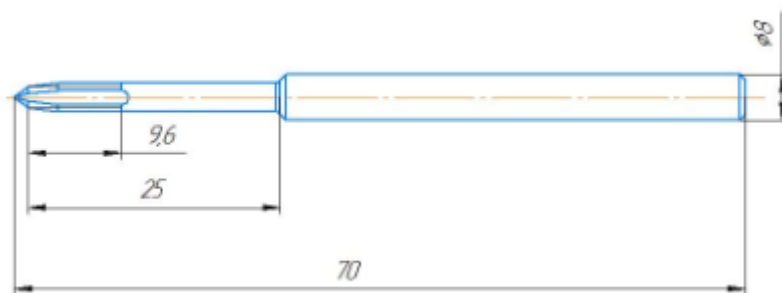


Рисунок 3.10 – Эскиз метчика

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 76 |

3.3. Описание работы контрольного приспособления

Для контроля параметров детали: плоскостности поверхностей относительно базы «К»;

Контрольное приспособление представлено на рисунке 3.11.

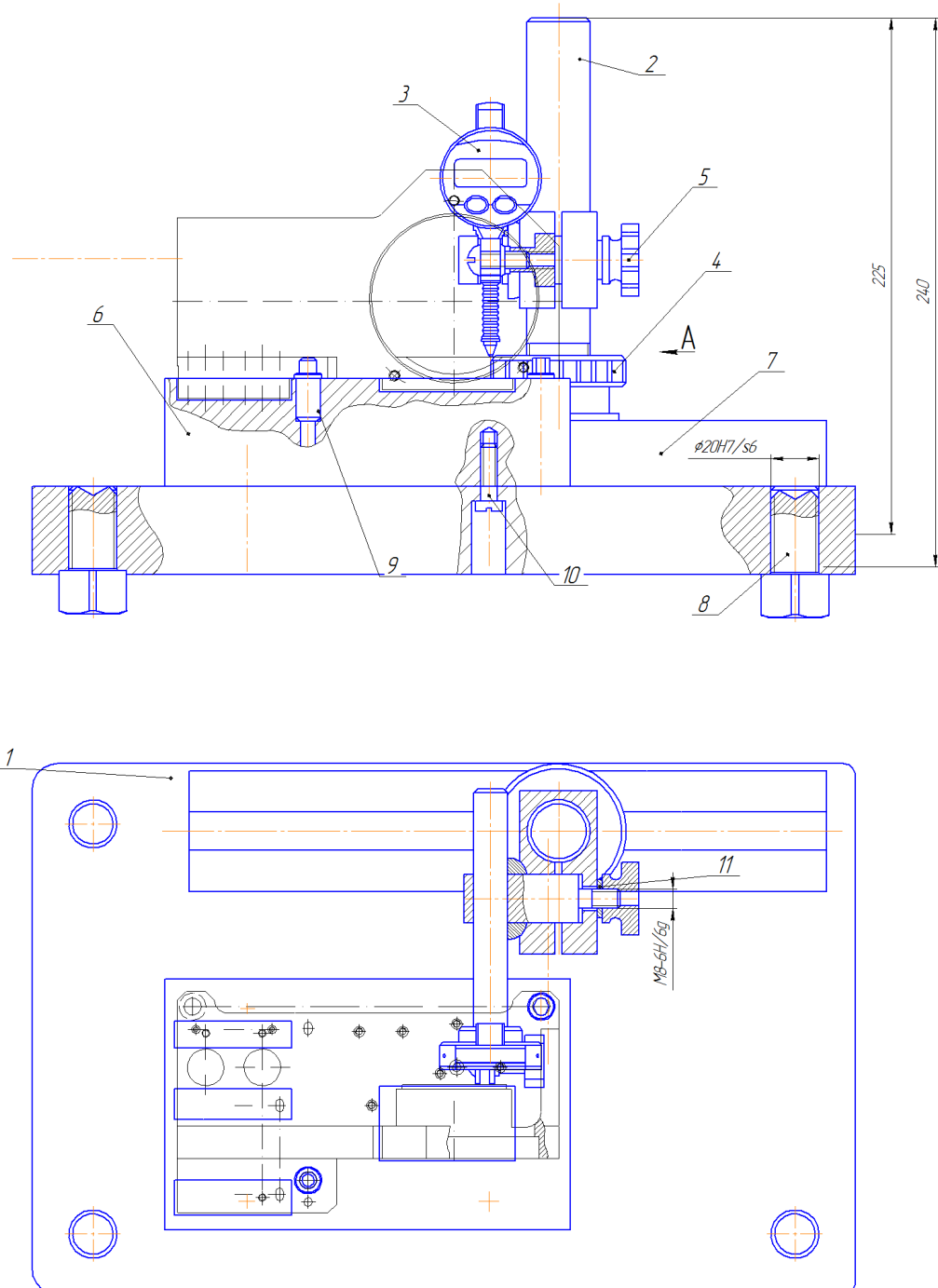


Рисунок 3.11 – Контрольное приспособление

Описание контрольного приспособления

Данное контрольное приспособление (см. Рисунок 3.11) предназначено для контроля перпендикулярности торца детали и плоскостности на поверхности детали размером 10 мм.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 77 |

Приспособление состоит из плиты с установленной на ней колонкой, по которой перемещается зажим со штангой. В штанге закреплена измерительная головка SylvacCS44. На плите устанавливается стойка контроля плоскости. В паз основания устанавливается колонка, которая имеет возможность перемещаться по пазу основания и фиксируется в нужном положении гайкой. На колонке устанавливается клеммовый зажим, позволяющий установить измерительную головку в нужном положении по высоте и по вылету.

На плите закрепляется подставка, в которой имеются освобождения, выбранные специально для данного корпуса прибора. Деталь базируется на два пальца запрессованных в подставку.

Измерение перпендикулярности производится путем снятия показаний измерительной головкой в верхней и нижней точках торца детали. Измерение плоскости производится путем снятия показаний измерительной головкой в нескольких точках плоскости детали размером 10 мм.

Такое контрольное приспособление универсально, так как конструкция его простая и не требует специальных измерительных приборов. Контроль может осуществляться контролером 3 разряда.

Описание контрольно – измерительной машины и обоснование выбора

Для автоматизации измерения и контроля детали – корпус прибора применим контрольно – измерительную машину (КИМ) фирмы Global, представленную на рисунке 3.12.

КИМ имеет порталную компоновку. Основание (рабочий стол) выполнено из черного южноафриканского гранита. Особенностью КИМ GLOBAL является то, что направляющая, по которой происходит перемещение портала, выполнена внутри гранитного основания. По сравнению с традиционной схемой крепления направляющей (когда она просто приклеивается сверху плиты основания), данная схема имеет ряд существенных преимуществ:

- абсолютно ровная поверхность рабочего стола (без выступающей сбоку стола направляющей портала);
- возможность загрузки и выгрузки деталей с любой стороны рабочего стола КИМ;
- удобство измерения детали с любой стороны;



Рисунок 3.12 – КИМ Global Classic

Подвижные части КИМ GLOBAL изготовлены из легких металлов и сплавов. Конструкция подвижных частей обеспечивает максимальную жесткость конструкции при минимально возможной массе.

Перемещение всех подвижных частей производится на аэростатических опорах (пневмоподшипниках), что обеспечивает легкость и плавность перемещения КИМ, а также полностью исключает механический износ направляющих.

Двигатели привода КИМ вынесены за пределы базовой металлоконструкции, за счет этого тепло, выделяемое при работе двигателей, не оказывает влияния на характеристики точности КИМ:

- максимальная скорость перемещения 52 м/мин
- максимальное ускорение 4.3 м/с^2

Высокая точность измерения обеспечивается за счет ряда новых технических решений, использованных в конструкции КИМ:

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 79 |

- стальные оптические линейки со сверхвысокой разрешающей способностью (до 0.039 мкм);
- линейная компенсация температуры оптических линеек и детали (7 датчиков);
- полная математическая компенсация геометрических погрешностей машины по 21 параметру.

КИМ GLOBAL оснащаются автоматической поворотной головкой модели Renishaw PH10MQ повышенной точности и любым из трех видов измерительных щупов Renishaw: TP20 (стандартный), TP200 (повышенной точности), SP600M (для непрерывного сканирования), а также различными типами бесконтактных лазерных щупов Renishaw.

Все модели КИМ GLOBAL могут оснащаться магазинами для автоматической смены щупов.

КИМ GLOBAL использует контроллер системы ЧПУ нового поколения, современные мощные персональные компьютеры на базе процессора Pentium IV с операционными системами WINDOWS NT/2000/XP.

Управление КИМ осуществляется системой ЧПУ, возможно управление в ручном режиме от джойстика с выносного пульта управления.

Исключительная точность во всем:

- жесткая алюминиевая конструкция;
- тяжелый, надежный гранитный стол защищает от воздействий вибрации;
- монолитная конструкция стола: запатентованные направляющие в форме ласточкиного хвоста выполнены непосредственно в гранитной плоскости, что улучшает точность и повторяемость измерений;
- система поглощения вибраций на оси Z обеспечивает хорошую стабильность несмотря на высокую динамичность во время работы;
- вынесенные электродвигатели приводов снижают вес перемещаемых частей, обеспечивая быструю настройку и способствуют рассеиванию тепла;
- запатентованная конструкция противовеса шпинделя улучшает выполнение измерений;
- малая занимаемая площадь и небольшая высота позволяет размещать систему в небольшом пространстве;
- рабочая плоскость, на одном уровне с направляющими, облегчает доступ к рабочему столу со всех сторон.

| | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|----------------------------|------|
| | | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | 80 |

4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

В зависимости от масштаба производства и размера цеха состав отделений может быть различным – некоторые отделения и складские помещения объединяются, в ряде случаев некоторые отделения являются общими для нескольких цехов.

В качестве оборудования для доставки заготовок до места обработки и до складов будут использоваться электротележки, которые просты в управлении и бесшумны. Грузоподъемный кран, установленный на тележке, позволяет снизить трудоемкость погрузочно-разгрузочных работ. Их выгодно использовать в нашем случае, т.к. программа выпуска небольшая, а вес изделия не превышает 20 кг. Грузоподъемность тележки 0,75 т.

Накопители в поточном производстве нам потребуются только для выгрузки заготовок у станка и в конце обработки. Для этой цели мы будем использовать тару ящичного типа (ящичные поддоны). В этой же таре заготовки и готовые изделия будут поступать со складов и на склады с помощью электротележек. Ящик с заготовками или деталями грузим на тележки с помощью простейших напольных роботов, которые устанавливаем у станка (грузоподъемность робота до 200 кг; по 12 деталей в партии).

Пустая тара после обработки всех деталей партии будет поступать обратно на склад для загрузки в нее новой партии заготовок. Пустые ящики для заготовок будут доставляться со склада готовых изделий по мере использования готовых изделий в дальнейшем производстве.

Загрузка и выгрузка деталей со станка и на станок будет осуществляться также напольным роботом с грузоподъемностью до 200 кг.

Площадь складочных площадок:

$$S_{cc} = \frac{m_{\Sigma} t}{D \cdot q \cdot K_u};$$

где: $m_{\Sigma} = 0.0009 \cdot 10000 \text{ шт} = 9 \text{ т.};$

$t = 12$ суток (нормативный запас хранения грузов для средних заготовок при среднесерийном производстве);

D – число календарных дней в году ($D=365$ дней);

$m_{\Sigma} = 0,00071 \cdot 10000 \text{ шт} = 7,1 \text{ т.};$

$t = 15$ суток (для средних деталей в среднесерийном производстве);

q – средняя грузонапряженность площади склада t/m^2 ;

Для среднесерийного производства:

$q_3 = 2,8 t/m^2$ (для хранения в стеллажах высотой до 2,5-4м.);

$q_2 = 1,8 t/m^2$;

K_u – коэффициент использования площади ($K_u=0,25$ – при обслуживании электрогрузчиком).

Площадь склада заготовок:

$$S_{ck_3} = \frac{9 \cdot 12}{365 \cdot 2,8 \cdot 0,25} = 0,42 \text{ м}^2 \approx 0,5 \text{ м}^2.$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 81 |

Площадь склада готовых изделий:

$$S_{ck_2} = \frac{7,1 \cdot 15}{365 \cdot 1,8 \cdot 0,25} = 0,7 \text{ м}^2.$$

Число кладовщиков, обслуживающих склады:

- склад заготовок в среднесерийном производстве:

1 человек на 135 станков.

- склад готовых деталей:

1 человек на 80 производственных рабочих или станков.

Схема работы представлена на рисунке 4.1.

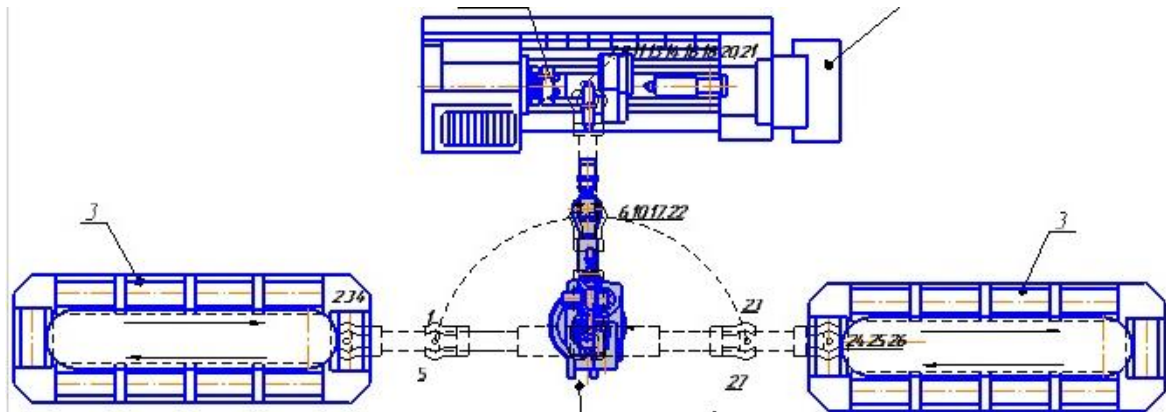


Рисунок 4.1 – Схема работы

В качестве оборудования для складов применяется электропогрузчик, т.к. программа выпуска небольшая и нет смысла использовать высокие стеллажные конструкции с применением кранов-штабелеров.

Число секций стеллажа:

$$S_{cc} = \frac{\sum Z_{TI}}{Z};$$

где: Z – число единиц тары, размещаемой в одной секции выбранного типа стеллажа.

Z_{TI} – число поддонов для размещения необходимого запаса по каждой группе заготовок и деталей:

$$Z_{TI} = \frac{Q_i}{C_{TI}};$$

где: C_{TI} – средняя вместимость тары выбранного типа;

Q_i – запас хранения по каждой группе заготовок.

$$Q_i = \frac{m_i \cdot t_i}{365};$$

где: m_i – масса поступающих за год деталей и заготовок;

t_i – запас хранения (дни).

Стеллажи являются клеточного типа каркасные по ГОСТ 14757-81.

$m_3 = 9000 \text{ кг}$; $t_3 = 12 \text{ суток}$;

| | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|----------------------------|------|
| | | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | 82 |

$$m_2 = 7100 \text{ кг}; \quad t_2 = 15 \text{ суток};$$

$$Q_3 = \frac{9000 \cdot 12}{365} = 296 \text{ кг};$$

$$Q_2 = \frac{7100 \cdot 15}{365} = 292 \text{ кг}.$$

$C_{\text{тн}} = 12$ деталей или заготовок.

$$Z_{\text{mm}} = \frac{296}{12} = 24,7;$$

$$Z_{\text{mm}} = \frac{292}{12} = 24,4;$$

$$Z_{\text{смс}} = \frac{24,7}{9} = 2,74 = 3; \quad Z = 9 \text{ шт}$$

$$Z_{\text{сст}} = \frac{24,4}{9} = 2,71 = 3 \text{ - секций в стеллажах.}$$

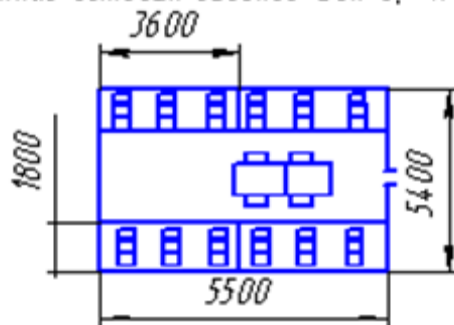
Склад готовых деталей: $S_{\text{ск}} = 0,7 \text{ м}^2$.

Тара та же.

$$Z_p = 1 \cdot 3 = 3 \text{ секции.}$$

Стеллажи клеточного типа представлены на рисунке 4.2.

Склад готовых изделий: $S_{\text{ск}} = 0,7 \text{ м}^2$.



Всего ящиков: $Z_{p \text{ max}} = 4 \times 12 = 48$

Рисунок 4.2 – Стеллажи клеточного типа

В данном случае склад будет иметь децентрализованную систему, то их размещение на территории цеха будет следующее:

В начале линии механической обработки предусматривается склад заготовок. Он состоит из одного помещения, т.к. заготовки имеют одинаковую конфигурацию и материал. Для хранения готовых изделий в структуре цеха предусматривается склад готовых изделий.

Т.к. заготовками являются изделия из сплава АК12ч, то образуются сливная стружка. Она достаточно хорошо удаляется из зоны резания и хорошо транспортируется за пределы станка. Поэтому стружколомающие устройства не понадобятся.

Т.к. программа выпуска в поточном производстве небольшое и цех обслуживает всего 1 станок, то для удаления стружки мы будем применять ручные тележки, т.к. установка какого-либо конвейера будет экономически нецелесообразна.

Для переработки стружки принимаем следующую последовательность технологических операций:

Для сырой стружки сплава АК12ч (т.к. будет подаваться СОЖ):

- грохочение;
- обезжиривание;
- брикетирование.

Система переработки стружки у нас будет централизованная, т.к. выход стружки невелик, не более 1 тн/г. На всем заводе будет один участок переработки стружки.

Для обезжиривания стружки принимаем центрифуги периодического действия (т.к. программа выпуска невелика и количество стружки тоже).

До помещения в центрифугу стружку промываем в горячей воде для удаления грязи в моечной машине, а затем стружка сушится в сушильном барабане при $t = 300...350\text{ }^{\circ}\text{C}$.

При укрупненном проектировании площадь участка сбора и переработки стружки принимается:

$$S_c = (0,03...0,4) S_{пр}$$

где $S_{пр}$ – производственная площадь цеха, м^2

Производственную площадь участка, представленную на рисунке 4.3 принимаем по предварительной компоновке:

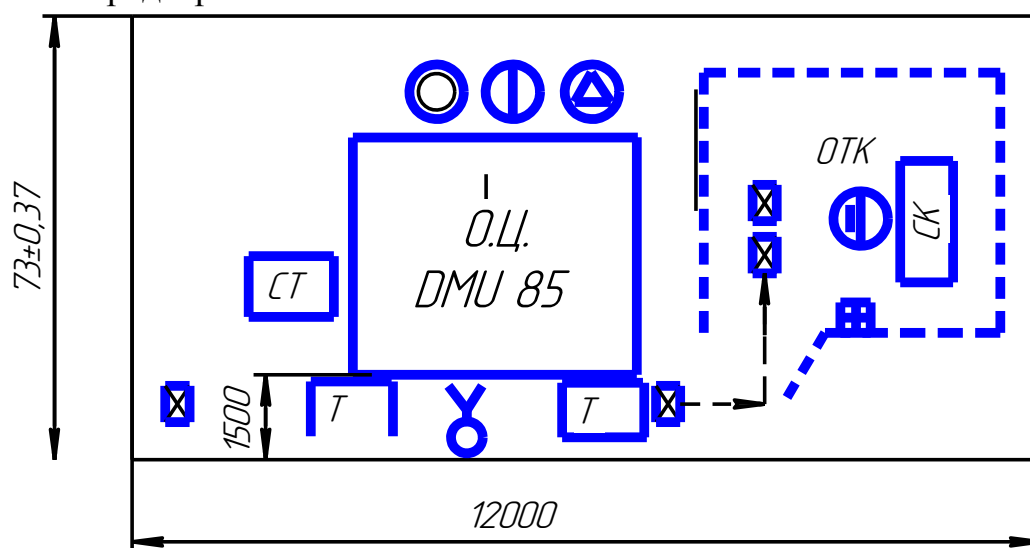


Рисунок 4.3 – Производственная площадь участка

$$L = 4,000 + 0,8 + 4,000 = 8,8 \text{ м.}$$

$$B = 4,000 \times 2 + 2,500 \times 2 + 1,500 \times 2 = 12 \text{ м.}$$

$$S_{пр.} = L \times B = 105,6 \text{ м}^2.$$

$$S_c = (0,03...0,04) \times 105,6 \text{ м}^2 = 4 \text{ м}^2.$$

Проектирование подсистемы СОЖ.

В небольших цехах применяют децентрализованную систему снабжения станков СОЖ. СОЖ доставляют к станкам в таре и также удаляют.

Потребность СОЖ:

Для станков до 25 т: при односменном режиме работы:

Ежесуточный долив СОЖ:

- на масляной основе – 3 кг;
- на водной основе – 4,5 кг.

Нормы ежесуточного долива СОЖ в % в зависимости от емкости системы охлаждения станка:

До 50 литров емкости: при односменном режиме работы:

- СОЖ на масляной основе – 4%;
- СОЖ на водной основе – 6%.

Средние сроки замены СОЖ: в месяцах:

- СОЖ на водной основе – 1 раз;
- СОЖ на масляной основе – 6 раз.

Для автоматизации производства на комплексной операции для установки полуфабриката на станок используется промышленный робот, представленный на рисунке 4.4.



Рисунок 4.4 – Промышленный робот

Вывод: в результате анализов базового техпроцесса и проектируемого были достигнуты следующие цели: количество станков снизится в 1,5 раза, время, используемое на изготовление детали снизится в 11,2 раза. Для изготовления детали применяется новейшее оборудование с ЧПУ, отвечающее всем требованиям современной промышленности.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНИДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Анализ спроектированного техпроцесса на наличие потенциально опасных и вредных производственных факторов

При проектировании технологического процесса обработки детали «Корпус прибора», спроектированный участок механической обработки данной детали был проведен анализ и предусмотрены меры, обеспечивающие безопасные и безвредные условия труда производственных рабочих.

Установка заготовки на станок осуществляется в ручную рабочим. Перемещение заготовки от операции к операции осуществляется с помощью робота. Для обработки данной детали предусмотрены современные обрабатывающие центры, в таких станках при обработке деталь полностью со всех станков закрыто защитными кожухами. Так как станки, применяемые в технологическом оборудовании, выпускаются серийно, то они удовлетворяют требованиям ГОСТ 12.2.009-85 .

Перечислим опасные и вредные производственные факторы на данном участке механической обработки детали «Корпус прибора».

Пыль, образующаяся при обработке и способы борьбы с ней.

При обработке алюминия образуется мелкая пыль. Её содержание в воздухе не должно превышать 5мг/м^3 . Для обеспечения этого предлагается:

- герметизировать станки для меньшего износа;
- периодически следить за состоянием воздушной среды в цехе;
- предусмотреть устройство общей вентиляции.

Шум, генерируемый работающим оборудованием

Шум - сочетание звуков разной интенсивности, оказывающий неблагоприятное воздействие на организм человека и, в первую очередь на нервную систему. Нормативные значения уровня шума для постоянных рабочих мест по ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ приводятся в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Уровень шума для постоянных рабочих мест

| Уровень звукового давления в дБ и октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | Уровни звука |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|--------------|
| 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | |
| 99 | 92 | 86 | 83 | 80 | 78 | 76 | 74 | 85 |

Применяемое оборудование является серийным и уровень шума, генерируемый им, не превышает установленных норм.

Вибрация, возникающая при работе оборудования

Вибрация – это колебания механической системы в результате действия сово-

купности случайных и неуравновешенных сил. Вибрация оказывает вредное воздействие на организм человека. Нормированные значения вибрации по ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Значения вибрации

| | Среднеквадратичное значение вибрации в октавных полосах со среднегеометрической частотой, Гц | | | | | | | | |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------|------|-----|------|-----|-----|-----|
| На постоянных рабочих местах | 1 | 2 | 4 | 8 | 16 | 31,5 | 63 | 125 | 250 |
| Общая технологическая вибрация | - | 1,3 | 0,46 | 0,22 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | - |

Применяемое оборудование является серийным, соответствует ГОСТ 12.2.003-83 ССБТ, поэтому уровень шума не будет превышать допустимый.

Смазывающе-охлаждающая жидкость, применяемая в техпроцессе

В процессе механической обработки на станке DMU 85 monoBLOCK применяется СОЖ, которая способствует повышению режимов резания, стойкости инструмента, снижает запыленность рабочей зоны. В качестве СОЖ используется эмульсионный раствор на водной основе. Подача его в рабочую зону осуществляется методом полива. Ориентировочные количества паров воды и тумана эмульсии, выделяемых за один час работы станка в расчете на 1 кВт мощности приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Выделение паров воды и тумана эмульсии за час работы оборудования

| Оборудование | Масса, г/час | |
|-----------------------|--------------|----------------|
| | Пары воды | Туман эмульсии |
| Металлорежущие станки | 150 | 0,0063 |

5.2 Анализ травматизма

Меры предупреждения травматизма сводятся к устранению непосредственных или способствующих причин его возникновения. Поэтому этих мер так же много, как и самих причин. На предприятиях необходимо проводить тщательное расследование каждого случая травматизма с выявлением причин, его вызывающих, и принятием соответствующих мер по устранению их.

Анализ травматизма включает несколько стадий:

- выявляются все причины, которые привели к травме;

– выявляется взаимосвязь технических причин, которые непосредственно привели к травме;

– основные причины, которые привели к травме.

Кроме того, нужно систематически за определенные периоды (месяц, квартал, год) анализировать все случаи травм по их характеру и причинам. Такой анализ позволяет установить наиболее частые и характерные для данного предприятия причины травматизма и сосредоточить основные усилия на их устранении. Расследование каждого конкретного случая производится непосредственно на месте происшествия в тот же или на следующий день с участием представителей администрации цеха или участка, здравпункта и профсоюзных органов. Периодический анализ травматизма проводится профсоюзными органами и администрацией с привлечением работников здравпункта или медсанчасти, санэпидстанции и рабочего актива.

Причинами несчастного случая могут быть техническими, организационными и личностные.

К техническим относятся конструктивные недостатки машин, отсутствие сигнализации, неисправность машин и механизмов, неудовлетворительное состояние зданий и сооружений, несовершенный технологический процесс.

Организационные причины – нарушение технологического процесса, нарушение правил дорожного движения, плохая организация работ, не применение СИЗ или неисправные СИЗ, плохой инструктаж, нарушение трудовой дисциплины, использование человека не по специальности.

К личностным причинам, относятся неосторожность, невнимательность, ошибочное действие человека.

Существует несколько методов изучения травматизма:

- 1) Технический (при котором устанавливается степень опасности);
- 2) Групповой метод (при котором устанавливается причина и повторяемость);
- 3) Топографический (изучается место происшествия);
- 4) Монографический метод (детальное изучение машин, сырья и окружающей среды);
- 5) Статистический (расчет коэффициентов чистоты, тяжести и нетрудоспособности).

5.3 Техника безопасности

Под техникой безопасности подразумевается комплекс мероприятий технического и организационного характера, направленных на создание безопасных условий труда и предотвращение несчастных случаев на производстве.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 88 |

На любом предприятии принимаются меры к тому, чтобы труд работающих был безопасным, и для осуществления этих целей выделяются большие средства. На заводах имеется специальная служба безопасности, подчиненная главному инженеру завода, разрабатывающая мероприятия, которые должны обеспечить рабочему безопасные условия работы, контролирующая состояние техники безопасности на производстве и следящая за тем, чтобы все поступающие на предприятие рабочие были обучены безопасным приемам работы.

5.3.1 Меры и средства защиты

Средства индивидуальной защиты на производстве (СИЗ) – это приспособления, предохраняющие открытые кожные поверхности и различные органы человека от любого нежелательного внешнего воздействия в процессе труда. Это может быть воздействие вредных веществ, находящихся в окружающем воздухе, твердых частиц, пыли, брызг водных растворов с агрессивной кислотной, щелочной средой, различных излучений, действие высоких и низких температур или механическое воздействие. Соответственно, средства индивидуальной защиты на производстве должны изготавливаться из высококачественных тепло- и морозостойких материалов, рассчитанных на возможный контакт с агрессивными веществами и имеющих повышенные прочностные свойства.

К СИЗ относят средства защиты:

- головы (каска, шлемы);
- органов дыхания (изолирующие дыхательные аппараты, противогазы, респираторы);
- лица и органов зрения (лицевые щитки, защитные очки, прозрачные экраны);
- органов слуха (наушники, шумоизоляционные вкладыши);
- кожи рук (защитные перчатки, рабочие рукавицы);
- страховочные и удерживающие (защищают от падения с большой высоты);
- диэлектрические и пр.

На предприятиях так же предусмотрены различные мероприятия по созданию безопасных и безвредных условий труда:

- 1) Увеличение надежности технической системы
- 2) Качественное обучение человека
- 3) Уменьшение влияния окружающей среды на человека и машину
- 4) Согласование характеристик человека и машины
- 5) Пректирование оптимальных рабочих мест
- 6) Создание комфортной среды обитания
- 7) Использование безвредных источников и веществ
- 8) Разработка СИЗ и средств для окружающей среды

5.3.2 Требования безопасного ведения процесса

Технологические процессы должны исключать или, по крайней мере, сокращать до минимума встречные или перекрещивающиеся грузопотоки, ручную переноску или перегрузку изделий, подъем грузов и т. п. Для складирования изделий и полуфабрикатов, а также запасных частей и оборудования следует отводить специальные безопасные места, чтобы не загромождать ими рабочих площадей, проходов и т. д. Технологическое оборудование и инструменты должны полностью соответствовать своему назначению и всегда находиться в полной исправности.

Приведение технологического процесса в соответствие с ГОСТ 12.3.025-80 ССБТ. Обработка металлов резанием. Общие требования безопасности.

Заготовка на всех операциях устанавливается вручную. От одного станка к другому заготовка передается с помощью тележки. Отвод стружки от станков осуществляется с помощью тележек. Надзор за выполнением техпроцесса осуществляется инженером предприятия.

Технические средства и организационные мероприятия по защите от подвижных частей оборудования и разлетающейся в процессе резания стружки. Для спроектированного техпроцесса предусматриваются следующие виды защиты:

- ограничивающие, закрывающие доступ к опасным частям оборудования. Для этого используются кожухи, щиты, решетки, сетки. Ограждения должны быть достаточно прочными, надежно крепиться к фундаменту или частям машины;
- предохранительные, автоматически отключающие оборудование при выходе какого-либо параметра за пределы допустимого;
- сигнализирующие, окраска опасных частей оборудования в красный цвет;
- для защиты от разлетающейся стружки используются очки, щитки, экраны.

Мероприятия, проводимые при использовании СОЖ:

- на состав применяемой СОЖ необходимо разрешение санитарного надзора;
- состав СОЖ на водном растворе, их антимикробная защита и пастеризация должны удовлетворять требованиям ГОСТ 121.3.025-80 ССБТ. Обработка металлов резанием. Общие требования безопасности;
- приготовление и подача СОЖ к станкам должна быть централизованной;
- периодичность и промывка систем для подачи её должна быть не реже 1 раза в 6 месяцев;
- станки должны быть оборудованы специальными сборниками и экранами защиты оператора;
- помещение оборудуется обще обменной вентиляцией с подачей приточного воздуха в рабочую зону со скоростью не более 0,5 м/с. общая производительность вентиляции должна составлять 850-900 м³/час на один станок;

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 90 |

- рабочие должны использовать дерматологические кремы и пасты;
- необходимо проводить санитарный инструктаж.

Мероприятия по безопасной эксплуатации режущего инструмента:

Для безопасной эксплуатации режущего инструмента необходимо постоянно следить за его состоянием, проверять крепление резцов в расточных оправках и твердосплавных ножей в сборных инструментах.

5.3.3 Электробезопасность

Электробезопасность – система организационных мероприятий и технических средств, обеспечивающих защиту людей от опасного и вредного действия электрического тока.

Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает электролитическое, термическое и биологическое действие, вызывая местные и общие травмы. Характер действия электрического тока на организм человека в зависимости от его величины приведен ниже в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Действие электрического тока на организм человека

| Действующий ток | Величина тока, А | | Характер действия |
|---------------------------|-------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Переменный, 50 Гц | Постоянный | |
| Пороговый осязаемый | 0,6–1,5 | 6–7 | Вызывает ощущение раздражения |
| Пороговый неосязаемый | 10–15 | 50–70 | Вызывает сильные судороги мышц рук, которые человек не в состоянии преодолеть |
| Пороговый фибрилляционный | 100 | 300 | Непосредственное влияние на мышцу сердца, при протекании тока более чем 5 секунд может произойти остановка сердца |

Согласно ПУЭ помещение участка механической обработки относится к особо опасному с точки зрения электрической безопасности. Основные причины несчастных случаев на участке:

- случайное прикосновение или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям, находящимся под напряжением;

- появление напряжения на металлических частях оборудования, кожухах, корпусах в результате повреждения изоляции;
- возникновение напряжений на поверхности земли в результате замыкания токоведущего провода на землю.

На участке необходимо проводить следующие мероприятия по электробезопасности. Так как для питания электрооборудования применяются трехфазные четырехпроводные цепи с глухо заземленной нейтралью напряжением 380/220В необходимо:

- изолировать токоведущие части, что защищает электроустановки от чрезмерной утечки токов, предохраняет людей от поражения током и исключает возникновение пожаров;
- сделать токоведущие части недоступными для случайного прикосновения;
- применять двойную изоляцию, состоящую из рабочей изоляции и дополнительной, повышающей надежность работы, т.е. защищающей человека от поражения при повреждении изоляции;
- зануление, обеспечивающее быстрое отключение поврежденной установки или участка цепи максимальной токовой защиты вследствие короткого однофазного замыкания;
- заземление нейтрали, обеспечивающее невозможность появления напряжения относительно земли на корпусе машины;
- использование изолирующего трапа.
- проводятся также следующие организационные мероприятия:
- периодический инструктаж на рабочем месте с изложением требований безопасности;
- обязательный контроль исправности проводника защитного заземления или зануления, наличия трапа у станка;
- запрещение операторам ремонтировать электрооборудование;
- привлечение к ремонту оборудования лиц электротехнического персонала, своевременно прошедших инструктаж;
- применение предупредительных надписей и указательных знаков.

5.4 Промышленная санитария

Промышленная санитария (производственная санитария) – раздел общей санитарии, осуществляющий мероприятия по правильному устройству, оборудованию и содержанию промышленных предприятий в целях охраны здоровья работающих на них, а также населения, проживающего в ближайшем соседстве с предприятием.

Практические мероприятия по оздоровлению условий труда основываются на гигиенических нормативах для производственных помещений (нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха, предельно допустимые концентрации вредных газов, паров и пыли в воздухе производственных помещений, предельно допустимые уровни шума и вибрации и пр.). К области промышленной санитарии относятся: санитарное благоустройство территории промышленных предприятий и территории, окружающей их, гигиенические вопросы устройства производственных и вспомогательных зданий и помещений, промышленная вентиляция и освещение.

5.4.1 Параметры микроклимата

Микроклимат – это климат внутренней среды помещения. Терморегуляция-комплекс физико-химических и технологических процессов, направленных на постоянное поддержание температуры тела.

К параметрам микроклимата относятся:

- 1) Температура
- 2) Влажность
- 3) Скорость движения воздуха

Температура воздуха, измеряемая в градусах Цельсия, является одним из основных параметров, характеризующих тепловое состояние микроклимата. Температура поверхностей и интенсивность теплового облучения учитываются только при наличии соответствующих источников тепловыделений.

Влажность воздуха - содержание в воздухе водяного пара. Различают абсолютную, максимальную и относительную влажность.

Абсолютная влажность (А) – упругость водяных паров, находящихся в момент исследования в воздухе, выраженная в мм ртутного столба, или массовое количество водяных паров, находящихся в 1 м³ воздуха, выражаемое в граммах.

Максимальная влажность (F) – упругость или масса водяных паров, которые могут насытить 1 м³ воздуха при данной температуре.

Относительная влажность (R) – это отношение абсолютной влажности к максимальной, выраженное в процентах.

Скорость движения воздуха измеряется в м/с.

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Оптимальные величины показателей микроклимата необходимо соблюдать на рабочих местах производственных помещений, на которых выполняются работы операторского типа, связанные с нервно - эмоциональным напряжением (в кабинах,

на пультах и постах управления технологическими процессами, в залах вычислительной техники и др.).

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период 8-часовой рабочей смены. Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности.

Допустимые величины показателей микроклимата устанавливаются в случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономически обоснованным причинам не могут быть обеспечены оптимальные величины.

При обеспечении допустимых величин микроклимата на рабочих местах:

- перепад температуры воздуха по высоте должен быть не более 3° С;
- перепад температуры воздуха по горизонтали, а также ее изменения в течение смены не должны превышать:
 - при категориях работ Ia и Ib – 4° С;
 - при категориях работ IIa и IIб – 5° С;
 - при категории работ III – 6° С.

Микроклимат рабочей зоны участка

Нормируемые параметры микроклимата не должны выходить за пределы нормативных величин, приведенных в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Нормируемые параметры микроклимата

| Период года | Класс условий труда | t воздуха | Относительная влажность, % | Скорость движения воздуха, Дм/с |
|-----------------------|---------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------|
| Холодный и переходный | 1 | 21–24 (25–28) | 60–40 (до 75) | 0,1 (0,1–0,3) |
| | 2 | 18–20 (16–17) | | 0,2 (0,2–0,5) |
| | 3 | 16–18 (15–26) | | 0,3 (0,3–0,6) |
| Теплый | 1 | 22–25 | 60–40 (75-55) | 0,2–0,5 |
| | 2 | 20–23 | | 0,2–0,5 |
| | 3 | 18–21 | | 0,3–0,7 |

Выполнение этих норм осуществляется путем проведения следующих мероприятий:

- в теплое время за счет вентиляции,
- в холодное время за счет вентиляции, отопления;
- защитой от вредных параметров являются средства индивидуальной защиты: комбинезоны, очки, спец. обувь.

Применение данных мероприятий позволит снизить воздействие неблагоприятных параметров микроклимата на работника и, соответственно, повысить его работоспособность.

5.4.2 Естественное освещение

Естественное освещение – освещение помещений светом неба (прямым или отраженным), проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях.

Естественное освещение подразделяется на:

- боковое – естественное освещение помещения через световые проемы в наружных стенах;
- верхнее – естественное освещение помещения через фонари, световые проемы в стенах в местах перепада высот здания;
- комбинированное (верхнее и боковое) – сочетание верхнего и бокового естественного освещения.

Процесс проектирования естественного освещения производственных помещений осложняется рядом обстоятельств, присущих естественному источнику света. К ним относится, прежде всего, непостоянство естественного света. На естественное освещение производственных помещений оказывают влияние эксплуатационные условия, характер застекления светопроемов, загрязнение стекол и др.

5.4.3 Искусственное освещение

Искусственное освещение – освещение помещения только источниками искусственного света.

Искусственное освещение подразделяется на следующие виды:

- рабочее – освещение, обеспечивающее нормируемые осветительные условия (освещенность, качество освещения) в помещениях и в местах производства работ вне зданий;
- аварийное – разделяется на освещение безопасности и эвакуационное освещение;
- охранное – освещение в нерабочее время;
- дежурное – освещение в нерабочее время.

При освещении производственных помещений и территорий используют искусственные источники света, это устройства, предназначенные для превращения какого-либо вида энергии в оптическое излучение. Источник искусственного света используется совместно с осветительной арматурой, данная совокупность источника и осветительной арматуры называется светильником. Осветительная арматура служит для перераспределения светового потока в пространстве, подвода электрического питания, крепления и предохранения источника света от загрязнения и повреждения.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 95 |

Чтобы определить потребную мощность электрической осветительной установки для создания в помещении заданной освещенности необходимо производить расчеты. При проектировании различных систем искусственного освещения применяются различные методы расчетов. Наиболее распространенными, являются следующие:

- метод светового потока (коэффициента использования), применяемый для расчета общего равномерного освещения;
- точечный метод, используемый для расчета общего локализованного и комбинированного освещения;
- метод удельной мощности наиболее применим при ориентировочных расчетах.

5.4.4 Вентиляция

Вентиляцией называется совокупность мероприятий и устройств, используемых при организации воздухообмена для обеспечения заданного состояния воздушной среды в помещениях и на рабочих местах

Вентиляция классифицируется по следующим характерным признакам:

- по способу создания давления для перемещения воздуха: с естественным и искусственным (механическим) побуждением;
- по назначению: приточные и вытяжные;
- по зоне обслуживания: местные и общеобменные;
- по конструктивному исполнению: канальные и бесканальные.

В системах естественной вентиляции, в которых перемещение воздуха создается за счет разности давлений воздушного столба, минимальный перепад по высоте между уровнем забора воздуха из помещения и его выбросом через дефлектор должен быть не менее 3 м. Если в ограждениях здания имеются проемы, то с наветренной стороны атмосферный воздух поступает в помещение, а с заветренной – выходит из него, причем скорость движения воздуха в проемах зависит от скорости ветра, обдувающего здание, и соответственно от величин возникающих разностей давлений.

Системы естественной вентиляции просты и не требуют сложного дорогостоящего оборудования и расхода электрической энергии. Однако зависимость эффективности этих систем от переменных факторов (температуры воздуха, направления и скорости ветра), а также небольшое располагаемое давление не позволяют решать с их помощью все сложные и многообразные задачи в области вентиляции.

В механических системах вентиляции используются оборудование и приборы (вентиляторы, электродвигатели, воздухонагреватели, пылеуловители, автоматика

и др.), позволяющие перемещать воздух на значительные расстояния. Такие системы могут подавать и удалять воздух из локальных зон помещения в требуемом количестве, независимо от изменяющихся условий окружающей воздушной среды. При необходимости воздух подвергают различным видам обработки.

Приточные системы служат для подачи в вентилируемые помещения чистого воздуха взамен удаленного. Приточный воздух в необходимых случаях подвергается специальной обработке (очистке, нагреванию, увлажнению и т. д.).

Вытяжная вентиляция удаляет из помещения (цеха, корпуса) загрязненный или нагретый отработанный воздух. В общем случае в помещении предусматриваются как приточные, так и вытяжные системы. Их производительность должна быть сбалансирована с учетом возможности поступления воздуха в смежные помещения или из смежных помещений.

Местной вентиляцией называется такая, при которой воздух подают на определенные места (местная приточная вентиляция) и загрязненный воздух удаляют только от мест образования вредных выделений (местная вытяжная вентиляция).

Местную вытяжную вентиляцию применяют, когда места выделений вредных веществ в помещении локализованы и можно не допустить их распространение по всему помещению.

Местная вытяжная вентиляция в производственных помещениях обеспечивает улавливание и отвод вредных выделений: газов, дыма, пыли и частично выделяющегося от оборудования тепла.

Общеобменные системы вентиляции – как приточные, так и вытяжные, предназначены для осуществления вентиляции в помещении в целом или в значительной его части.

Общеобменные вытяжные системы относительно равномерно удаляют воздух из всего обслуживаемого помещения, а общеобменные приточные системы подают воздух и распределяют его по всему объему вентилируемого помещения.

Системы вентиляции имеют разветвленную сеть воздухопроводов для перемещения воздуха (канальные системы) либо каналы (воздуховоды) могут отсутствовать, например, при установке вентиляторов в стене, в перекрытии, при естественной вентиляции и т. д. (бесканальные системы).

Таким образом, любая система вентиляции может быть охарактеризована по указанным ниже четырем признакам: по назначению, зоне обслуживания, способу перемешивания воздуха и конструктивному исполнению.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 97 |

5.5 Пожарная безопасность

Пожар – это неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб. Горение – это химическая реакция окисления, сопровождающаяся выделением тепла. Для возникновения горения необходимы:

- горючее вещество;
- окислитель;
- источник загорания.

Загорание – горение, не причинившее материальный ущерб.

Опасными факторами пожара являются:

- повышенная температура воздуха и предметов;
- открытый огонь и искры;
- токсичные продукты горения;
- дым;
- взрывы;
- повреждения и разрушения зданий и сооружения.

Оценка пожарной опасности участка

Спроектированный участок размещается в помещении пожарной опасности категории Д, это помещения, в которых находятся и обрабатываются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Перечень причин возникновения пожара на участке

Пожары на участке возможны по следующим причинам:

- металлообработка связана с применением масел, масло используется для смазки станков и в гидроприводах;
- недостатки в эксплуатации технологического оборудования, системы электроснабжения, освещения, вентиляции, отопления главным образом из-за нарушения графиков их обслуживания и ремонта, это может привести к перегрузке оборудования и короткому замыканию в сетях электроэнергетики;
- возможные нарушения требований пожарной безопасности на участке, связанные с курением в не установленных местах, проведением сварочных и других работ без предварительной подготовки, неудовлетворительное состояние промасленной ветоши, несвоевременной уборкой пролитого масла.

Выбор первичных средств пожаротушения

На участке располагаются следующие первичные средства пожаротушения:

- огнетушитель углекислотный ОУ–5 (1 шт.), применяется для тушения электроустановок;
- огнетушитель водно-пенный ОВП–5 (1 шт.), применяемый для тушения горячей масляной ветоши и других очагов горения, не находящихся под напряжением;
- ящик с песком;

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 98 |

- кусок асбестового полотна 2 × 2 м.;
- ломы (2 шт.);
- багры (2 шт.);
- топоры (2 шт.).

Огнетушители, ящик с песком и пожарный стенд располагаются у ряда колонн около проезда участка.

Мероприятия, предупреждающие пожар на участке

Пожарная профилактика – комплекс организационно-технических мероприятий, направленных на предупреждение пожаров уменьшение его размеров. Пожарная профилактика осуществляется по следующим направлениям:

- 1) Устранение непосредственных или возможных причин пожаров в процессе эксплуатации зданий, технологического оборудования, систем отопления, вентиляции, освещения, электроснабжения;
- 2) Ограничения возможного распространения пожара и взрыва;
- 3) Обеспечение эвакуации людей и оборудования из горящего здания;
- 4) Обеспечение быстрого развертывания действий по пожаротушению;
- 5) Разработка наглядных пособий по пожарной безопасности;
- 6) Разработка инструкций по пожарной безопасности.

5.6 Гражданская оборона

Знание основ гражданской обороны – неперенное условие выживания в чрезвычайных ситуациях, вызванных техногенными катастрофами и природными катаклизмами. Серьезное отношение к вопросам гражданской обороны установилось и на ОАО «Радиозавод».

В целях разрешения задач в области гражданской обороны в соответствии с полномочиями в области ГО создает и содержит силы, средства, запасы материально-технических, медицинских средств, планирует и осуществляет мероприятия по ГО. Руководство гражданской обороны на ОАО «Радиозавод» осуществляет генеральный директор через уполномоченного в области гражданской обороны предприятия – главного инженера.

Мероприятия по ГО организуются в рамках подготовки к ведению и ведения гражданской обороны. Подготовка к ведению заключается в заблаговременном выполнении мероприятий по подготовке к защите населения, материальных ценностей от опасностей, возникающих при военных действиях или вследствие этих действий, а так же при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и технического характера, и осуществляется на основании годового плана.

Планирование основных мероприятий ГО производится с учетом всесторонней оценки обстановки, которая может сложиться на территории предприятия в результате применения современных средств поражения, а так же в результате возможных террористических актов и чрезвычайных ситуаций.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 99 |

6 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Для производства продукции создан отдельный обособленный участок, обладающий правами хозяйственного ведения и оперативного управления финансово-хозяйственной деятельностью.

Данные процесса изготовления детали представлены в таблице, причем заданы общественные нормы времени всех операций по изготовлению продукта.

Для проектирования участка механического цеха машиностроительного завода необходимы следующие данные.

Исходные данные:

- 1) Программа выпуска – 10000 шт;
- 2) Режим работы – 1 смена;
- 3) Вид заготовки – литье по выплавляемым моделям;
- 4) Масса заготовки – 0,9 кг;
- 5) Масса детали – 0,71 кг;
- 6) Марка материала – сплав АК12ч.

Расчет себестоимости изготовления детали по проектному технологическому процессу с использованием базы данных и методики предприятия.

Себестоимость детали определяют по формуле:

$$C = M + 3[1+(H/100)],$$

где M – себестоимость материала, затрачиваемого на деталь, за вычетом стоимости отходов; 3 – прямая заработная плата рабочих по всем операциям изготовления детали; H – цеховые и общезаводские расходы, %.

Себестоимость материала M , затрачиваемого на деталь, за вычетом отходов определяется по формуле:

$$M = M_3 \cdot C_M - (M_3 - M_d) \cdot C_{отх},$$

где M_3 – норма расхода материала на одну деталь, кг; принимается равной массе заготовки; M_d – масса детали; C_M – стоимость одного килограмма материала, руб.; $C_{отх}$ – стоимость одного килограмма реализуемых отходов, руб.

принимается $OЦ = 1$ станок

Определение численности основных производственных рабочих.

К основным производственным рабочим относятся рабочие, которые участвуют в технологическом процессе по изготовлению основной продукции.

Численность рабочих сдельщиков определяются по количеству оборудования – 1 человека

Расчет численности вспомогательных рабочих по проектному техпроцессу

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 100 |

представлен в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Численность вспомогательных рабочих – проектный техпроцесс

| Профессия | Расчетная единица | | Норма обслужив. | Численность рабочих | | Тарифный разряд |
|-----------|------------------------|--------|-----------------|---------------------|----------|-----------------|
| | Наименов. | Кол-во | | Расчетное | Принятое | |
| Наладчик | Кол-во обслуж. станков | 1 | 40 | 0,03 | 1 | 5 |
| Уборщик | Производ. площади | 57 | 400 | 0,031 | 1 | 2 |

Численность работающих по проектному техпроцессу представлена в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Численность работающих по проектному техпроцессу

| Категория работающих | Численность |
|-------------------------|-------------|
| Основные рабочие | 1 |
| Вспомогательные рабочие | 1 |
| Служащие ИТР | 1 |
| Руководители | |
| ИТОГО: | 3 |

Ведомость фонда заработной платы рабочих по проектному техпроцессу представлена в таблице 6.3

Таблица 6.3 – Ведомость фонда заработной платы рабочих по проектному техпроцессу

| Группа | Прямая зарплата | | Премия 70% | Доплата по поясному коэф., руб.15% | Годовой фонд з/платы |
|------------------------------------|----------------------|-------------------|------------------|------------------------------------|----------------------|
| | по сдельн. расценкам | по тариф. ставкам | | | |
| Основ. рабочие по сдельной оплате | 258072,5 | | 180650,75 | 65808,5 | 504531,175 |
| Вспом. рабочие по повремен. оплате | | 115580 | 80906 | 27508,04 | 223994,04 |
| ИТОГО: | 258072,5 | 115580 | 189556,75 | 93316,54 | 728525,215 |

$Z = 728525,215 \text{ руб}$

H – цеховые и общезаводские расходы, %.

Смета цеховых расходов по проектному техпроцессу

ЗП служащих с отчислениями на социальные нужды. Зарплата служащих составляет 30% от зарплаты основных рабочих.

Расчет себестоимости изготовления детали.

Себестоимость – это затрата на изготовление и реализацию продукции. Расчет себестоимости материала представлен в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Расчет себестоимости материала

| Марка материала | Масса заготовки кг | Цена за 1 кг материала | Стоимость материала | Отходы | | | Стоимость за вычетом отходов |
|-----------------|--------------------|------------------------|---------------------|------------------|----------------------|-------------------------|------------------------------|
| | | | | Масса отходов кг | Цена за 1 кг отходов | Стоимость отходов, руб. | |
| Сплав ВТ1-0 | 0,9 | 350 | 315 | 0,19 | 35 | 6,65 | 308,35 |

$M = 308,35 \text{ руб}$

Основная заработная плата $20506,4 \cdot 70\% \cdot 15\% = 40\,090,7 \text{ руб.}$

Отчисления на социальные нужды $\frac{40090,7 \cdot 30\%}{100\%} = 12027,1 \text{ руб.}$

Цеховые расходы на программу $40090,7 \cdot 120\% = 480108,84 \text{ руб.}$

Общезаводские расходы на программу $40090,7 \cdot 90\% = 360816,16 \text{ руб.}$

$H = 480108,84 + 360816,16 = 840925 \text{ руб}$

Годовая программа выпуска 10000 шт

H – на 1 шт = 84,09 руб

$$C = M + 3[1 + (H/100)],$$

$$C = 308,35 + 40090,7[1 + (84,09/100)] = 74075,24 \text{ руб}$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведения анализа действующего технологического процесса изготовления детали «Кронштейн угловой», были выявлены его недостатки, которые были учтены при разработке проектного варианта технологического процесса.

Замена старого оборудования на станки с ЧПУ способствовала повышению производительности труда, снижению затрат на подготовку производства, улучшению условий труда и, соответственно, к увеличению прибыли предприятия.

Спроектирован специальный режущий инструмент – концевая фреза с СМП, позволившая повысить эффективность использования металлообрабатывающего оборудования, а так же уменьшить расход дорогостоящего материала.

Спроектирована технологическая оснастка: фрезерное и контрольное приспособления.

Произведен экономический расчет изготовления детали.

Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности на участке.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 103 |

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя: В 3-х т. Т.1 – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1980. 728с.

2 Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя: В 3-х т. Т.3 – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1980. 560с.

3 Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Минск, «Высшая школа», 1975. 288 с. с ил.

4. Ахлюстина В.В. Приспособления к металлорежущим станком: Учебное пособие. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2011 –174 с.

5 Литье под давлением. Под ред. А.К. Белопухова. М., «Машиностроение», 1975. 400 с. с ил.

6 Мельников Г.Н., Вороненко В.П. Проектирование механосборочных цехов; Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов/Под ред. А.М. Дальского – М.: Машиностроение, 1990. – 352с. ил.

7 Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ. Часть 1 / Под ред. Романова – М.: Экономика, 1990. 208 с.

8 Справочник технолога-машиностроителя. В двух томах. Изд.3-е переработ. Том 1. / Под ред. канд. техн. наук А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. М., Машиностроение, 1972. 694с

9 Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1 / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. 656 с., ил.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 150305.2020.029.000 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 104 |