

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.т.н., доцент
_____ К.М. Виноградов
_____ 03 июля _____ 2020 г.

Проектирование участка механической обработки детали «Крышка приборная»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–15.03.05.2020.126.00.000ПЗ ВКР

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

Руководитель работы,
доцент
_____ В.Г. Некрутов
_____ 2020 г.

Автор работы
студент группы ДО-505
_____ Е.В. Шалютов
_____ 2020 г.

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

Челябинск 2020

АННОТАЦИЯ

Шалютов, Е.В. Проектирование участка механической обработки детали «крышка приборная» – Челябинск: ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», ИОДО; 2020, 96 с., 15 ил., библиографический список – 20 наименований, 8 листов чертежей ф. А1.

После анализа существующего технологического процесса предложены прогрессивный способ получения литой заготовки и новый вариант технологического процесса механической обработки детали «Крышка приборная». Вместо устаревшего программного технологического оборудования предложено использовать современные обрабатывающие центры, что позволяет существенно сократить количество операций и штучное время изготовления одной детали.

Для оснащения технологического процесса спроектированы:

- грибковая фреза;
- приспособление для токарной операции;
- приспособление для контроля внутренних резьб;

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.

| | | | | | | | | |
|------------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---|---|-------------|---------------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.00.000 ПЗ | | | |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | Проектирование участка механической обработки детали «Крышка приборная» | <i>Лит.</i> | <i>Лист</i> | <i>Листов</i> |
| <i>Разраб.</i> | | Шалютов Е.В. | | | | | 5 | 96 |
| <i>Провер.</i> | | Некрутов В.Г. | | | | | | |
| <i>Реценз.</i> | | | | | | | | |
| <i>Н. Контр.</i> | | Микерина О.С. | | | | | | |
| <i>Утверд.</i> | | Виноградов К.М. | | | | | | |
| | | | | | | ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» ИОДО Кафедра «ТТС» гр.ДО-505 | | |

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 8 |
| 1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ | 9 |
| 1.1 Назначение и описание детали..... | 9 |
| 1.2 Анализ конструкции детали на технологичность..... | 10 |
| 1.3 Определение типа производства..... | 10 |
| 1.4 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений..... | 11 |
| 1.5 Задачи проектирования..... | 14 |
| 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ | 15 |
| 2.1 Техничко – экономическое обоснование выбора типа заготовки.... | 15 |
| 2.1.1 Заготовка-прокат..... | 16 |
| 2.1.2 Заготовка выполненная методом литья под давлением..... | 20 |
| 2.2 Выбор и описание технологического оборудования..... | 23 |
| 2.3 Выбор смазочно-охлаждающей жидкости..... | 26 |
| 2.4 Разработка маршрутного технологического процесса..... | 27 |
| 2.5 Расчет припусков..... | 27 |
| 2.5.1 Аналитический метод определения припусков..... | 28 |
| 2.5.2 Табличный метод определения припусков..... | 31 |
| 2.5.3 Расчет припусков для линейных размеров..... | 32 |
| 2.6 Расчет режимов резания..... | 34 |
| 2.7 Расчет технической нормы времени..... | 38 |
| 3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ..... | 46 |
| 3.1 Проектирование клинового трехкулачкового пневматического пат- рона..... | 46 |
| 3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования..... | 46 |
| 3.1.2 Проектирование схемы приспособления..... | 46 |
| 3.1.3 Расчет основных элементов приспособления..... | 47 |
| 3.1.4 Компоновка приспособления..... | 49 |
| 3.2 Проектирование режущего инструмента..... | 50 |
| 3.2.1 Выбор и описание режущего инструмента..... | 50 |
| 3.2.2 Конструирование режущего инструмента..... | 51 |
| 3.2.3 Выбор марки материала режущей части..... | 52 |
| 3.2.4 Геометрия фрезы..... | 56 |
| 3.3 Проектирование приспособления для контроля внутренних резьб... | 57 |
| 3.3.1 Выбор схемы замера..... | 57 |
| 3.3.2 Разработка схемы приспособления..... | 57 |
| 3.3.3 Расчёт основных элементов..... | 58 |
| 3.3.4 Компоновка контрольного приспособления..... | 59 |
| 4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ..... | 63 |
| 4.1 Выбор и определение количества оборудования..... | 63 |
| 4.2 Определение состава и количества работающих..... | 65 |

| | | |
|-----|--|----|
| 4.3 | Определение потребного количества мостовых кранов..... | 67 |
| 4.4 | Определение потребного количества тележек..... | 68 |
| 4.5 | Выбор способа транспортирования стружки..... | 69 |
| 4.6 | Планировка оборудования и определение производственной площади..... | 70 |
| 4.7 | Выбор типа, формы и определение размеров здания..... | 73 |
| 5 | БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ..... | 78 |
| 5.1 | Обеспечение защиты от механического травмирования на производственном участке..... | 78 |
| 5.2 | Расчет общего искусственного освещения..... | 85 |
| 5.3 | Мероприятия по защите от экстремальных осадков и снежно-ледниковых явлений..... | 87 |
| 6 | ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ..... | 92 |
| 6.1 | Ориентировочные расчеты себестоимости изготовления детали... | 92 |
| | ЗАКЛЮЧЕНИЕ..... | 94 |
| | БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК..... | 95 |

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы.

Машиностроение остается одной из крупнейших отраслей промышленности в России. Оно объединяет огромное количество крупных и средних предприятий, а соответственно миллионы людей, занятых на них.

В настоящее время, когда прогресс не стоит на месте, ведутся разработки современных систем автоматизации и управления, инновационных материалов и точнейших механизмов. А это значит, что производство должно модернизироваться и идти в ногу со временем, включая в процесс производства передовое оборудование, современное программное обеспечение, прогрессивные режущие инструменты, усовершенствованную оснастку, по возможности механизировать и автоматизировать ручной труд, стремиться применять инновационные методы получения заготовок и другое.

Новейшие технологии, которые внедряются в процесс производства, дают возможность выпускаемым изделиям быть всегда конкурентоспособными в сложных условиях рыночной экономики, а предприятию оставаться рентабельным.

Таким образом, происходит модернизация и развитие как отрасли в целом, так и отдельных предприятий в частности. А это в свою очередь, является залогом конкурентоспособности и рентабельности производства.

Цель работы – разработать технологический процесс и рассчитать целесообразность его внедрения в производственный процесс.

В связи с этим ставятся задачи усовершенствования технологического процесса механической обработки детали, применения современного и более производительного оборудования с числовым программным управлением.

Задачи работы:

- провести анализ технологичности детали и существующих технологических процессов;
- провести размерный анализ разработанного технологического процесса по базовой детали;
- спроектировать приспособление и режущий инструмент, предназначенные для применения при обработке детали;
- спроектировать участок механической обработки деталей типа «Крышка приборная»;
- произвести экономические расчеты показателей эффективности и целесообразности данного проекта.

Объект работы – деталь типа «Крышка приборная».

Предмет работы – разработка участка механической обработки детали типа «Крышка приборная».

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 8 |

1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Назначение и описание детали

Деталь Крышка приборная представляет собой тело вращения с лыской и имеет множество сквозных и глухих соосных отверстий диаметрами от 2 до 46мм с резьбами от М3, до М48, а также одно многоступенчатое отверстие диаметром от 192 до 206 мм, имеющее резьбу М205х3 в соответствии с рисунком 1.1. Что касается применения детали: Крышка приборная является, местом крепления различного оборудования, то есть, предназначена для непосредственного размещения на ней каких либо приборов датчиков и т.д.



Рисунок 1.1 – Объемная модель детали

Материал детали – АЛ19 характеризуется определенным химическим составом и физико-механическими свойствами, приведенными в таблицах 1.1 и 1.2.

Таблица 1.1 – Химический состав стали

| Состав элементов, % | | | | | | |
|---------------------|------|----------|------|---------|----------|-----------|
| Железо | Цинк | Алюминий | Медь | Кремний | Марганец | Примеси |
| Fe | Zn | Al | Cu | Si | Mn | |
| 0,2 | 0.2 | 94,75 | 4.5 | 0,7 | 0,7 | 0,06 ≤ |

Таблица 1.2 – Физико-механические свойства стали

| Марка | σ_T , кгс/мм ² | σ_B , кгс/мм ² | δ_5 , % | ψ , % |
|-------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|---------------|
| АЛ19 | 120 | 150 | 8 | 45 |

σ_T – предел текучести;

σ_B – предел прочности при растяжении (временное сопротивление разрыву);

δ – относительное удлинение при разрыве;

ψ – относительное сужение.

Характеристика: АЛ19 относится к конструкционным высокопрочным и жаропрочным сплавам. Сплав АЛ19 относится к системе Al–Cu–Mn с добавкой титана до 0,35 %. Сплав характеризуется высокими механическими свойствами при температуре 20 °С и хорошей жаропрочностью, которая может быть повышена одновременным легированием церием (0,2 %) и цирконием (0,2 %). Сплав АЛ19 обладает высокими механическими свойствами при низких температурах, хорошей обрабатываемостью резанием и свариваемостью.

1.2 Анализ конструкции детали на технологичность

Одним из факторов, существенно влияющих на характер технологических процессов, является технологичность конструкции детали. Под технологичностью детали, в первую очередь, понимаем соответствие конструкции требованиям минимальной трудоемкости и материалоемкости. К тому же конфигурация отдельных элементов детали должна быть такой, чтобы можно было применить производительное оборудование, соблюсти принцип постоянства баз; не должно быть завышенных требований к точности и шероховатости поверхностей. Также, говоря о технологичности, не стоит забывать о выборе заготовки: нужно выбрать оптимальный способ получения заготовки, которая будет приближаться по форме к форме готовой детали. Цель анализа технологичности конструкции детали – выявление недостатков конструкции по сведениям, содержащимся в чертежах и технических требованиях, а также возможное улучшение технологичности рассматриваемой конструкции.

Деталь изготавливается из алюминия АЛ19. Такой материал применяется для изготовления фасонных отливок. Так, крышка приборная изготавливается методом литья под давлением, что обеспечивает наибольшее приближение размеров заготовки к размерам детали.

В целом можно сделать вывод, что изготовление детали является высокотехнологичным процессом, так как механическую обработку выполняют на высокоточном оборудовании (станки с ЧПУ). При этом используется специальный режущий инструмент и специальные приспособления, обеспечивающие точное и надежное базирование и закрепление детали.

1.3 Определение типа производства

В зависимости от габаритов, массы $m=2,61$ кг и размера годовой программы выпуска изделий $N=1000$ шт., предусмотренного заданием, определяем тип производства. Если масса детали 2,5–5 кг, а годовая программа выпуска составляет 500–35000 шт., то тип производства таких деталей относится к среднесерийному.

Серийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых периодически повторяющимися партиями, и сравнительно большим объемом выпуска, чем в единичном типе производства. В серийном

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 10 |

производстве технологический процесс изготовления изделия преимущественно дифференцирован, т.е. расчленен на отдельные самостоятельные операции, выполняемые на определенных станках. При серийном производстве обычно применяют универсальные, специализированные, агрегатные, станки с ЧПУ и другие металлорежущие станки, высокопроизводительную оснастку, что позволяет снизить трудоёмкость и себестоимость изготовления изделий.

Для определения оптимальной величины партии воспользуемся упрощенной формулой:

$$n = \frac{N \cdot t}{m \cdot \Phi_y}, \quad (1.1)$$

где n – количество деталей в партии, шт.;

t – необходимый запас деталей на складе $t=5$;

Φ_y – число рабочих дней в году $\Phi_y=247$ день;

N – годовая программа выпуска изделия $N=1000$ шт.

$$n = \frac{1000 \cdot 5}{251 \cdot 2} = 9,96 \text{ шт.}$$

Принимаем количество деталей в партии $n=10$ шт.

1.4. Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений

Наметившееся оживление на рынке отечественного машиностроения поставило перед предприятиями ряд противоречивых задач, суть которых сводится к следующему: как при ограниченных финансовых ресурсах обеспечить производство высококачественной конкурентоспособной машиностроительной продукцией.

Инжиниринговые фирмы, специалисты которых успешно работают на рынке металлорежущего оборудования и режущего инструмента, предлагают эффективные методы достижения высоких показателей в металлообработке. В первую очередь это поставка высокопроизводительного твердосплавного режущего инструмента отечественных и зарубежных производителей.

Например, фирма SGS Tool Company (США), известная на мировом рынке как крупнейший производитель мелкозернистого твердосплавного концевой режущего инструмента: бор-фрезы, концевые и дисковые фрезы, сверла, центровочные сверла.

Результаты использования инструмента SGS:

– высокопроизводительная обработка жаропрочных, нержавеющей сталей, титана, закаленной инструментальной стали до 65 HRCэ, при этом производи-

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 11 |

тельность увеличивается в 10–50 раз по сравнению с отечественным инструментом, а стойкость в 6–30 раз;

– чистота и точность обрабатываемой поверхности зачастую позволяет исключить операции шлифовки (шероховатость поверхности при работе с инструментом SGS – 7–8 класс);

– возможность обработки деталей штампов и прессформ после термообработки, исключая предварительные операции с припуском по не термообработанной стали.

Преимущества инструмента SGS достигаются за счет применения упрочненного и особомелкозернистого твердого сплава (WC 0,5-1,0 мкм), оптимальной геометрии и современных износостойких покрытий. Цены на инструмент SGS в 1,5–3 раза ниже цен аналогичного инструмента европейских производителей.

Продукция другого мирового лидера фирмы MITSUBISHI CARBIDE (Япония) (третье место в мире по объему выпуска).

Представлена самой широкой гаммой инструмента для механической обработки: сменные многогранные пластины из твердого сплава и кермета; сборный токарный инструмент; сборный расточной инструмент, в том числе с микрорегулировкой (микроборы); сборные резьбонарезные и канавочные резцы; сборные, напайные и цельнотвердосплавные сверла, в том числе ружейные сверла; сборные торцевые фрезы; сборные, напайные и цельнотвердосплавные концевые фрезы; быстросменный вспомогательный инструмент, в том числе для высокооборотной обработки; оснастка для сбора стружки.

В 1998-1999 годах были проведены комплексные испытания продукции MITSUBISHI CARBIDE (Япония) на российских заводах. Полученные результаты позволяют заявить, что продукция MITSUBISHI CARBIDE (Япония) имеет наивысшее качество, при этом цена существенно ниже аналогичной продукции европейских производителей.

Другой не менее важной задачей на сегодня в металлообработке, учитывая значительный моральный и физический износ станочного парка оборудования, является его рациональное обновление.

Емкость российского станкоинструментального рынка очень высока и далека от насыщения. Растущее машиностроение нуждается в срочной замене металлообрабатывающего оборудования, поскольку износ станочного парка, по оценкам специалистов, приближается к 70-80%. Сегодня большинство предприятий не просто латают дыры, но и вносят в перспективные планы замену изношенного оборудования как обязательное условие перевооружения производства. При этом речь идет в первую очередь о современном высокотехнологичном оборудовании: обрабатывающих центрах, станках с ЧПУ. Наибольшим спросом пользуются станки «эконом-серии», такие как ES-L6, ES-L8, ES-L10, V50 японской фирмы OKUMA. У этого класса оборудования более низкая цена за счет ограниченного опциона, но при этом значительный функционал. Из более дорогих - многофункциональные токарнофрезерные станки Multus и MacTurn (OKUMA, Япония), пятиосевые станки фирмы C.V.Ferrari A180E580 (Италия). Конечно же, это все импортное оборудование. Беда российских производителей - низкое ка-

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 12 |

чество продукции, отсюда - утерянное доверие. Кроме того, соединяя в одном станке импортные узлы разных мировых производителей, российские заводы ставят заказчиков в очень трудное положение при пусконаладке, освоении оборудования, а также сервисном обслуживании. Запуск станка иногда растягивается на несколько месяцев. К примеру, когда российская компания «Пумори-Инжиниринг-Инвест» поставляет станки, то от установки на фундамент до пуска в эксплуатацию проходит не более двух недель, включая время обучения персонала.

Особенность современного рынка – обязательное комплексное решение: заказчику нужен не просто современный станок или инструмент, а решение задачи по выпуску определенной конкурентоспособной продукции, а это подразумевает наличие технологии, программного обеспечения, оборудования и инструмента, обучение персонала, сервисное обслуживание. Поэтому компании, которые могут предложить такое комплексное решение плюс гибкие финансовые схемы (лизинг, рассрочка платежа, товарный кредит и т.д.), имеют существенное преимущество на рынке. Конкуренция на сегодняшний день между поставщиками очень высока, постоянно растущий емкий рынок привлекает многие наши и зарубежные компании.

ООО «Эксперт-Сервис» – современная компания, с 2005 года уверенно занимающая свою нишу на рынке продажи и сервисного обслуживания промышленного оборудования.

На сегодняшний день одним из ключевых направлений работы компании является подбор и поставка бывших в эксплуатации металлообрабатывающих станков из стран Европы, Азии и США. Постоянные клиенты уже успели оценить преимущества такого решения: существенная экономия бюджета предприятия, хорошее состояние подержанной техники, гарантия на протяжении одного года.

Одним из самых популярных станков реализуемых компанией является многофункциональный горизонтальный обрабатывающий центр OKUMA MAC TURN 350-SW1500 с ЧПУ OSP-E100L (рисунок 1.2) предназначен для комплексной обработки деталей из различных материалов, в том числе из высоколегированных с твердостью поверхности HRC 58...60.



Рисунок 1.2 – станок MAC TURN 350-SW1500 с ЧПУ

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 13 |

Совмещение в одной операции токарной, фрезерной и сверлильно-расточных работ позволяет резко сократить количество необходимой оснастки и трудоемкость изготовления деталей, имеющих цилиндрическую форму.

Станок оснащен магазином на 44 инструмента, конвейером для удаления стружки, насосом системы охлаждения, улавливателем деталей для шпинделя и противошпинделя, интерфейсом для подключения пруткового загрузчика, имеет ось В, люнет, систему Renishaw.

Технические возможности станков обеспечивают высокую производительность и точность при любом типе производства: от единичного и опытного до серийного. Обрабатывающие центры MacTurn нашли широкое применение в различных отраслях промышленности, в том числе в инструментальном производстве.

Основные характеристики обрабатывающих центров MacTurn:

Высокая мощность приводов, шпинделей и подач;

Термостабильная блочно-модульная конструкция;

Высокая жесткость конструкции и точность обработки;

Все три оси оборудованы жесткими роликовыми направляющими;

Универсальный станок с контролем по 9 осям;

Одновременное резание по 5 осям;

Полная многосторонняя обработка с использованием субшпинделя;

Возможна установка люнета на нижней револьверной головке.

Как показывают результаты маркетинговых исследований, а главное, огромный опыт поставок оборудования по всей территории РФ, ценовой фактор сейчас уходит на второй план. Производители всё больше внимания уделяют качеству, надежности, технологическим возможностям оборудования и качественному, своевременному сервису.

На основании вышесказанного можно сделать вывод, что в настоящее время развитие Российского машиностроительного комплекса отстает от передовых зарубежных стран, таких как США, Япония, Италия снабжающих высококачественным передовым инструментом и оборудованием большинство предприятий не только нашей страны, но и мира.

Задачи проектирования

Разработка технологического процесса обработки детали «Крышка приборная».

Проектирование режущего инструмента – фреза грибковая.

Планировка участка механической обработки детали «Крышка приборная».

Проектирование измерительного приспособления для контроля внутренних резьб МЗ...М48.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 14 |

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Техничко – экономическое обоснование выбора типа заготовки

Техничко-экономическое обоснование выбора заготовки для обрабатываемой детали производят по нескольким направлениям: металлоемкости, трудоемкости и себестоимости, учитывая при этом конкретные производственные условия. Техничко-экономическое обоснование ведется по двум или нескольким выбранным вариантам. При экономической оценке определяют металлоемкость, себестоимость или трудоемкость каждого выбранного варианта изготовления заготовки, а затем их сопоставляют.

Техничко-экономический расчет изготовления заготовки производят в следующем порядке:

- устанавливают метод получения заготовки согласно типу производства, конструкции детали, материалу и другим техническим требованиям на изготовление детали;
- назначают припуски на обрабатываемые поверхности детали согласно выбранному методу получения заготовки по нормативным таблицам или производят расчет аналитическим методом;
- определяют расчетные размеры на каждую поверхность заготовки;
- назначают предельные отклонения на размеры заготовки по нормативным таблицам в зависимости от метода получения заготовки;
- производят расчет массы заготовки на сопоставляемые варианты;

$$m = \rho \cdot V, \quad (2.1)$$

где ρ – плотность материала, кг/см³;

V – рассчитанный объем, мм³;

- определяют норму расхода материала с учетом неизбежных технологических потерь для каждого вида заготовки (некратность, на отрезание, угар, облой, и т.д.);
- определяют коэффициент использования материала по каждому из вариантов изготовления заготовок с технологическими потерями и без потерь;
- определяют себестоимость изготовления заготовки, выбранных вариантов для сопоставления и определения экономического эффекта получения заготовки;
- определяют годовую экономию материала от сопоставляемых вариантов получения заготовки;
- определяют годовую экономию от выбранного варианта заготовки в денежном выражении.

Расчетные размеры для заготовки определяют по следующим формулам:

$$D_p = D_{\text{НОМ}} + 2z_0; \quad (2.2)$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 15 |

при односторонней обработке плоских поверхностей:

$$D_p = D_{\text{НОМ}} + z_0, \quad (2.3)$$

где D_p – расчетный диаметр заготовки, мм;

$D_{\text{НОМ}}$ – номинальный диаметр обрабатываемой поверхности детали, мм;

z_0 – общий припуск на обработку на одну сторону, мм;

D_p – расчетный размер плоской поверхности, мм;

$D_{\text{НОМ}}$ – номинальный размер обрабатываемой плоской поверхности, мм

Расчетные размеры на заготовку округляют до технологической возможности оборудования и экономической целесообразности принятой точности. Рекомендуется расчетные размеры заготовок округлять в сторону увеличения припусков в зависимости от степени точности и типа производства.

Отклонения (допуски) на размеры заготовок назначают по таблицам в зависимости от метода получения заготовок (прокат, литье, штамповка и др.)

Производим технико-экономический расчет двух вариантов изготовления заготовки: из проката (пруток) и методом литья под давлением.

2.1.1 Заготовка – прокат

Согласно точности и шероховатости поверхностей обрабатываемой детали, определяем промежуточные припуски по таблице. За основу расчета промежуточных припусков принимаем диаметр $\varnothing 330$ мм.

Устанавливаем предварительный маршрутный технологический процесс обработки поверхности детали диаметром $\varnothing 330$ h14 мм.

Операция 02 фрезерно-сверлильная (черновая) 14 квалитет.

Припуски на обработку наружных цилиндрических поверхностей назначаем по таблице 3.13[1].

$$2Z_{010}^{\text{НОМ}} = 4 \text{ мм}$$

Расчетный диаметр заготовки:

$$D_{\text{заг}}^{\text{расч}} = D_{010}^{\text{НОМ}} + 2Z_{010}^{\text{НОМ}} \quad (2.3)$$

$$D_{\text{заг}}^{\text{расч}} = 330 + 4 = 334 \text{ мм}$$

По расчетным данным заготовки выбираем диаметр заготовки проката обычной точности по ГОСТ 2590 табл.3.14[1], ближайший больший: $D_{\text{расч.мах}} = 350$ мм.

Таким образом, имеем: $\varnothing 16$ пруток круглый ГОСТ 21488-97.

Длина проката стали при диаметре 350 мм составляет 1 метр.

Припуски на подрезку торцевых поверхностей заготовки выбираем по табл. 3.12 [1]

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 16 |

$$2Z_{\text{подр}} = 1 \cdot 2 = 2 \text{ (мм)}$$

Общая длина заготовки:

$$L_{\text{заг}} = L_{\text{дет}} + 2Z_{\text{подр}} \quad (2.4)$$

$$L_{\text{заг}} = 90 + 2 = 92 \text{ мм}$$

Предельные отклонения на длину заготовки устанавливаем по справочным таблицам. Исходя из предельных отклонений, общую длину заготовки округляем до целых единиц. Принимаем длину заготовки 92 мм.

Объем заготовки определяем по плюсовым допускам:

$$V_3 = \pi R^2 L_{\text{заг}}, \quad (2.5)$$

где $L_{\text{заг}} = 9,2$ (см) – длина заготовки по плюсовым допускам;

$R = 17,5$ (см) – радиус основания заготовки-цилиндра.

$$V_{\text{заг}} = 3,14 \cdot (17,5)^2 \cdot 0,92 = 8847 \text{ см}^3$$

Массу заготовки определяем по формуле:

$$Q_3 = \rho \cdot V_3, \quad (2.6)$$

где $\rho = 0,0027$ (кг/см³) – плотность материала заготовки

$$Q_{\text{заг}} = 0,0027 \cdot 8847 = 23,9 \text{ кг}$$

Выбираем оптимальную длину проката для изготовленной заготовки.

Потери на зажим заготовки $L_{\text{зж}}$ принимаем 20 мм.

Длину торцевого обрезка проката определяем по формуле:

$$L_{\text{обр.}} = (0,3 \div 0,5) \cdot d, \quad (2.7)$$

где $d = 350$ (мм) – диаметр сечения заготовки;

$$L = 0,4 \cdot 350 = 140 \text{ мм}$$

Заготовку отрезают на ножницах, это самый производительный и дешевый способ.

Число заготовок, исходя из принятой длины проката по стандартам, определяется по формуле:

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 17 |

$$x = \frac{L_{\text{пр.}} - L_{\text{обр}} - L_{\text{зж}}}{L_{\text{заг}} + L_{\text{р}}}, \quad (2.8)$$

где $L_{\text{пр.}}$ – длина выбранного проката, (1 метр);
 $L_{\text{обр.}}$ – длина торцевого обрезка, $L_{\text{обр}} = 140$ мм;
 $L_{\text{зж.}}$ – минимальная длина зажимного конца, $L_{\text{зж.}} = 20$ мм;
 $L_{\text{заг.}}$ – длина заготовки, $L_{\text{заг.}} = 92$ мм;
 $L_{\text{р.}}$ – ширина резца, $L_{\text{р.}} = 4$ мм (при диаметре заготовки 300-350 мм)
Из проката длиной 1 метра:

$$x = \frac{1000 - 140 - 20}{92 + 4} = 8,7 \text{ шт.}$$

Получаем 8 заготовок из данной длины проката.
Некратность в зависимости от принятой длины проката определяем по формуле:

$$L_{\text{нк.}} = L_{\text{пр}} - L_{\text{обр}} - L_{\text{зж}} - (L_{\text{заг}} \cdot x) \quad (2.9)$$

Из проката длиной 4 метра:

$$L_{\text{нк.}} = 1000 - 140 - 20 - (92 \cdot 8) = 104 \text{ мм.}$$

Потери материала на не кратность определяются по формуле:

$$П_{\text{нк.}} = \frac{L_{\text{нк.}} \cdot 100}{L_{\text{пр}}} \quad (2.10)$$

Из проката длиной 4 метра:

$$П_{\text{нк.}} = \frac{104 \cdot 100}{1000} = 10,4 \%$$

Потери материала на зажим при отрезке по отношению к длине проката составляют:

$$П_{\text{зж.}} = \frac{L_{\text{зж}} \cdot 100}{L_{\text{пр}}} \quad (2.11)$$

$$P_{\text{зж.}} = \frac{20 \cdot 100}{1000} = 2\%$$

Потери материала на длину торцевого обрезка проката в процентном соотношении к длине проката составляет:

$$P_{\text{обр.}} = \frac{L_{\text{обр.}} \cdot 100}{L_{\text{пр.}}}; \quad (2.12)$$

$$P_{\text{обр.}} = \frac{140 \cdot 100}{1000} = 14\%$$

Общие потери в процентном отношении к длине выбранного проката определяем по формуле:

$$P_{\text{п.о.}} = P_{\text{н.к.}} + P_{\text{обр.}} + P_{\text{зж.}} \quad (2.13)$$

$$P_{\text{п.о.}} = 10,4 + 2 + 14 = 26,4\%$$

Расход материала на первую деталь с учетом всех неизбежных технологических потерь определяем по формуле:

$$Q_{\text{заг.пр.общее.}} = \frac{Q_{\text{заг.пр.}} \cdot (100 + P_{\text{п.о.}})}{100}, \quad (2.14)$$

где $Q_{\text{заг.}} = 4$ кг – масса заготовки;

$P_{\text{п.о.}} = 1,2\%$ - общие потери

$$Q_{\text{заг.пр.общее.}} = \frac{4 \cdot (100 + 26,4)}{100} = 5 \text{ кг}$$

Определяем коэффициент использования материала по формуле:

$$\text{КИМ} = \frac{m}{Q_{\text{заг.}}}, \quad (2.15)$$

где m – вес детали; $m = 2,61$ кг;

$$\text{КИМ} = \frac{2,61}{5} = 0,522$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 19 |

Такой КИМ нас не устраивает. Желательно, чтобы он составлял около 0,7–0,8.

Стоимость заготовки из проката определяем по формуле:

$$C_{\text{заг.}} = C_{\text{м}} \cdot Q_{\text{заг.}} - (Q_{\text{заг.}} - m) \cdot \frac{C_{\text{отх}}}{1000}, \quad (2.16)$$

где $C_{\text{м}}$ – цена за 1 кг проката алюминия Д16; $C_{\text{м}} = 160$ руб.,

$Q_{\text{заг.}}$ – вес заготовки; $Q_{\text{заг.}} = 23,9$ кг;

m – вес детали; $m = 2,61$ кг

$C_{\text{отх.}}$ – цена 1 т. отходов материала стали; $C_{\text{отх.}} = 55$ руб.,

$$C_{\text{заг.}} = 160 \cdot 23,9 - (23,9 - 2,61) \cdot 0,055 = 3823 \text{ руб.}$$

Стоимость заготовки, изготовленной из проката $C_{\text{заг.}} = 3823$ рубля.

2.1.2 Заготовка, выполненная методом литья под давлением

Заготовка изготовлена методом литья под давлением в машине с горячей камерой прессования. Камера погружена в расплав. Под относительно слабым давлением сжатого воздуха или поршня расплав из камеры вытесняется в пресс-форму. Литейные формы (пресс-формы) обычно изготавливаются из стали. Оформляющая полость формы выбирается подобной наружной поверхности отливки, однако учитываются искажения размеров. Пресс-форма содержит также выталкиватели и подвижные металлические стержни, образующие внутренние полости изделий.

Для обнаружения дефектов отливки применяем методы: люминесцентный, магнитную дефектоскопию или ультразвуковой метод [4, с.862].

Припуски на номинальные размеры детали назначаем по таблице. Припуски на обработку заготовки, изготовленной методом литья под давлением, зависят от массы, класса точности, степени сложности и шероховатости поверхности заготовки. На основании принятых припусков на размеры детали определяем размеры заготовки:

$$D_{p330} = D_{\text{н}} + 2Z = 330 + 2 \cdot 4 = 338 \text{ мм}$$

$$D_{p192} = D_{\text{н}} - 2Z = 192 - 2 \cdot 3 = 186 \text{ мм}$$

$$L_{p128} = L_{\text{н}} + 2Z = 128 + 2 \cdot 2 = 132 \text{ мм}$$

$$L_{p60} = L_{\text{н}} + 2Z = 63 + 2 \cdot 1,5 = 66 \text{ мм}$$

$$L_{p90} = L_{\text{н}} + Z = 90 + 2 \cdot 1,5 = 93 \text{ мм}$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 20 |

Предельные отклонения на размеры заготовки определяем по табличным нормативам (ГОСТ 7505-74). Эскиз отливки представлен на рисунке 2.1.

334^{+0,66}_{-0,34} ; 186^{+0,2}_{-0,4} ; 132^{+0,4}_{-0,2} ; 66^{+0,27}_{-0,13} ; 92^{+0,4}_{-0,2}

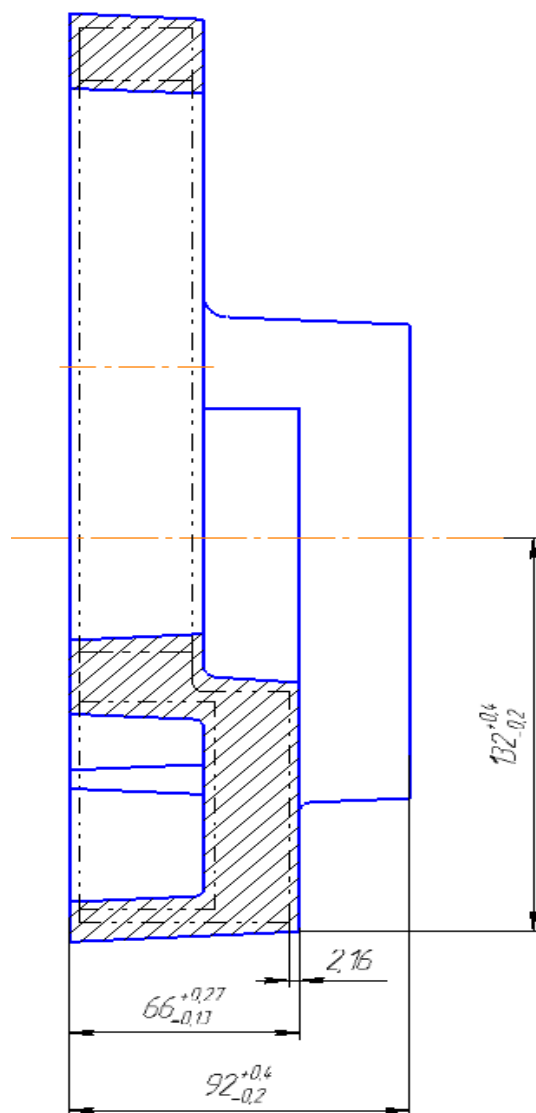


Рисунок 2.1 – Эскиз заготовки, полученной методом литья под давлением

Общий объем заготовки (определяем средствами программы SolidWorks):

$$V_0 = 0,002\text{м}^3.$$

Масса литой заготовки определяется по формуле:

$$Q_3 = \rho \cdot V_3, \quad (2.17)$$

где $\rho = 0,0027(\text{кг}/\text{см}^3)$ – плотность материала заготовки

$$Q_{\text{заг.л.}} = 0,002476 \cdot 2700 = 6,68 \text{ кг.}$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 21 |

Коэффициент использования материала на литую заготовку:

$$\text{КИМ} = \frac{m}{Q_{\text{заг}}}, \quad (2.18)$$

где m – вес детали; $m = 2,61$ кг

$$\text{КИМ} = \frac{2,61}{6,68} = 0,69$$

Стоимость литой заготовки определяем по формуле:

$$C_{\text{заг.}} = C_m \cdot Q_{\text{заг.}} - (Q_{\text{заг.}} - m) \cdot C_{\text{отх.}}, \quad (2.19)$$

$$C_{\text{заг.}} = 200 \cdot 6,68 - (6,68 - 2,61) \cdot 0,055 = 1335 \text{ руб.}$$

Годовая экономия материала от выбранного варианта изготовления заготовки:

$$\mathcal{E}_M = (Q_{\text{зп}} - Q_{\text{штг}}) \cdot N, \quad (2.20)$$

где $Q_{\text{зп}}$ – расход материала при прокате; $Q_{\text{зп}} = 1,85$ кг;

$Q_{\text{зл}}$ – расход материала при штамповке; $Q_{\text{зл}} = 6,68$ кг;

N – годовая программа выпуска продукции;

$$\mathcal{E}_M = (23,9 - 6,68) \cdot 1000 = 17220 \text{ кг}$$

Экономический эффект выбранного вида изготовления заготовки в денежном выражении на годовую производственную программу выпуска изделия составляет:

$$\mathcal{E}_M = (C_{\text{зп}} - C_{\text{штг}}) \cdot N, \quad (2.21)$$

$$\mathcal{E}_M = (3823 - 1068) \cdot 1000 = 2755000 \text{ руб.}$$

Технико-экономические расчеты показывают, что заготовка, полученная методом литья более экономична по использованию материала, чем заготовка из проката как по КИМ, так и по себестоимости.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 22 |

2.2 Выбор и описание технологического оборудования

Выбор стандартного оборудования – одна из важнейших задач при разработке технологического процесса механической обработки заготовки. От правильного выбора зависит производительность изготовления детали, экономическое использование производственных площадей, механизации и автоматизации ручного труда, электроэнергии и в итоге себестоимость изделия. При выборе оборудования необходимо руководствоваться основными принципами:

- станок должен обеспечить требуемую точность обработки и качество поверхности;
- производительность станка должна соответствовать заданной производственной программе выпуска деталей;
- мощность и жесткость станка должны обеспечить обработку твердосплавным режущим инструментом на оптимальных режимах резания;
- станок должен обеспечить удобство обработки (удобство управления, удаления стружки);
- размеры рабочей зоны станка должны соответствовать размерам обрабатываемой детали.

Одним из основных направлений технологии машиностроения на сегодняшний день является интенсификация технологических процессов и повышение производительности труда путем применения для механической обработки высокопроизводительного автоматизированного оборудования, работа которого основана на применении новейшего твердосплавного импортного инструмента, приспособлений с быстродействующими зажимными устройствами. В соответствии с этим я большую часть механической обработки перевел на станки с ЧПУ. При работе в режиме программного управления оператор устанавливает режущий инструмент и заготовку, проверяет нахождение всех координат станка строго в исходном положении и включает с пульта программу. Затем весь цикл обработки детали осуществляется автоматически без участия оператора. Обработку будем вести с оптимальными и достаточно высокими режимами резания. Таким образом, стремимся добиться требуемой точности с наименьшими затратами и сократить общее штучное время на обработку детали.

Переход к станкам с ЧПУ имеет ряд преимуществ:

- полная автономность кинематических схем для всех координат перемещения рабочих органов станка, связь между перемещениями по координатам осуществляется через программу;
- упрощение кинематических схем приводов подач и широкая унификация элементов как самих приводов, так и механики по всем координатам;
- простое осуществление через программу сложного во времени и точного по положению взаимодействия практически неограниченного числа перемещений по осям координат;
- введение автоматической смены режущего инструмента по командам числовой программы.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 23 |

Для фрезерно-сверлильных операций используем токарно-фрезерный станок MASTURN 350. Основные паспортные данные выбранного оборудования отражим в таблице 2.1.

Таблица 2.1– Основные паспортные данные

| | |
|---|--|
| Ось W / ускоренное перемещение | 1680 мм / 40 м/мин |
| Ось X / ускоренное перемещение | X1– 505 мм, X2 – 210 мм / 30 м/мин |
| Ось Y / ускоренное перемещение | –95 /+95 мм / 26 м/мин |
| Ось C / ускоренное перемещение | 360 град / 200 мин-1 |
| Ось B | дискретность 0,001 град |
| ГОЛОВКА H1 | Для L и M-инструмента Сечение инструмента 25 мм, диаметр 40 мм |
| Скорость вращения фрезерного шпинделя | 12 000 об/мин |
| РЕВОЛЬВЕРНАЯ ГОЛОВКА | V12 VDIСечение инструмента 25 мм, диаметр 40 мм |
| ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ МАГАЗИН | BT40 BIG PLUS |
| Мах. вес инструмента | 7 кг |
| Диаметр инструмента | 130 мм |
| Мах. длина инструмента | 300 мм |
| Количество инструментов | 44 |
| Габаритные размеры станка | 4560×2640×2950 мм |
| Масса станка | 13700 кг |
| Габариты станка: высота площадь, занимаемая станком | 2600 мм 4340×2050 мм |
| Масса станка (без инструментального магазина) | 10000 кг |
| Система ЧПУ | OKUMA OSP-P200L |
| Система управления | OSP-E100L |
| Мах. диаметр обработки над станиной | 550 мм |
| Мах. диаметр обработки над суппортом | 530 мм |

15.03.05.2020.126.000 ПЗ

Лист

Изм Лист № докум. Подп. Дата

24

Продолжение таблицы 2.1

| | |
|--------------------------------|--|
| Мах.диаметр обработки | 550 мм |
| Расстояние между центрами | 1940 мм |
| ГЛАВНЫЙ ШПИНДЕЛЬ | |
| Конус | JIS A2-6 |
| Скорость вращения | 38–5000 об/мин |
| Мощность привода | 22 / 15 кВт |
| ПРОТИВОШПИНДЕЛЬ | |
| Конус | JIS A2-6 |
| Скорость вращения | 50–5000 об/мин |
| Мощность привода | 11 / 7,5 кВт |
| ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ПО ОСЯМ | |
| Ось Z / ускоренное перемещение | Z1 – 1670 мм, Z2 – 1655 мм / 40 м/мин |

Для моечных операций используем моечную машину MAGIDO L800FP.

Таблица 2.2 – Основные паспортные данные

| Наименование/модель | Ед. изм. | L800FP |
|-----------------------|----------|----------------|
| Диаметр корзины | мм | 780 |
| Макс. высота деталей | мм | 500 |
| Производит.насосов | л/мин | 80 |
| Давление жидкости | bar | 2,3 |
| Температура жидкости | С | 0...70 |
| Емкость бака | л | 120 |
| Мощность насосов | кВт | 0,75 |
| Электропитание | В | 380 |
| Потребляемая мощность | кВт | 4,75 |
| Время моечного цикла | мин | 0...60 |
| Габариты | мм | 1160×1200×1750 |
| Габариты в упаковке | мм | 1250×1070×1290 |
| Сухой вес | кг | 90 |

2.3 Выбор смазочно-охлаждающей жидкости

Применение смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) благоприятно воздействует на процесс резания металлов: значительно уменьшается износ режущего инструмента, повышается качество обработанной поверхности и снижаются затраты энергии на резание. При этом уменьшается наростообразование на режущей кромке инструмента, и улучшаются условия для удаления стружки и абразивных частиц из зоны резания.

При контакте смазочно-охлаждающей жидкости с деталью, стружкой и инструментом она растекается по поверхности, нагревается и частично испаряется. Охлаждающее действие заключается в отводе тепла за счет теплоотдачи и поглощения его жидкостью при испарении. Помимо охлаждающей способности применяемая при резании жидкость должна обладать высокой смазывающей способностью, хорошо проникать между трущимися поверхностями. Таким образом, СОЖ должна обладать высокими охлаждающими, смазывающими, антикоррозийными свойствами и быть безвредной для обслуживающего персонала [7, с. 47]. Так, для обработки на универсальных станках выбираем ЭМУЛЬСОЛ (3–10% водная эмульсия нефтяных масел).

Правильное применение и подбор смазочно-охлаждающих веществ (СОВ) позволяет повысить производительность обработки резанием в (2–3) раза, а стойкость режущего инструмента в (8–10) раз. Поэтому учитываем, что при резании труднообрабатываемых металлов значительный эффект дает применение СОЖ сложных составов, например, (5–10)% раствор укренол 1, (5–10)% раствор аквол 3. Такие СОЖ получают компаундированием (смешением) базовой основы с присадками (ингибиторы коррозии, антивспениватели и др). Выбираем для обработки на станках с ЧПУ и обрабатывающих центрах (5–10)% раствор УКРИНОЛ-1М.

Жидкость смазочно-охлаждающая Укринол-1М представляет собой водоземную эмульсионную СОЖ – смесь минерального масла, эмульгаторов, ингибиторов коррозии и биоцида. Применяется в виде водных эмульсий на операциях резания, сверления, фрезерования алюминия, черных металлов, нержавеющей стали и цветных сплавов. Обеспечивает высокую стойкость инструмента (что важно для обработки на станках ЧПУ) и качество обрабатываемых деталей.

Обладает отличными смазывающими свойствами за счет высокого содержания минерального масла. Обладает хорошими антикоррозионными свойствами. Безопасна для здоровья человека при правильном обращении и использовании. Не содержит соединений аминов, хлора, бора.

Данная СОЖ обладает рядом преимуществ:

- не токсична, то есть не содержит химических веществ, оказывающих вредное влияние на организм человека;
- является антикоррозийной, то есть детали не разрушаются вследствие взаимодействия с внешней средой (при механообработке);

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 26 |

- после работы с данной СОЖ детали не ржавеют;
- запах специфический, но не раздражающий (в отличие от многих отечественных СОЖ, которые при прокисании сильно пахнут);
- продолжительное время работы – около 20 дней;
- есть возможность регенерации, то есть повторного использования.

2.4 Разработка маршрутного технологического процесса

Составим маршрутный технологический процесс изготовления детали «Крышка приборная» и сведем его в таблицу 2.3 с указанием необходимого оборудования.

Таблица 2.3 – Маршрутный технологический процесс

| Номер операции | Наименование операции | Оборудование |
|----------------|-----------------------|-----------------|
| 000 | Заготовительная | |
| 010 | Контрольная | Стол контролера |
| 020 | Токарно-фрезерная ЧПУ | MacTurn 350 |
| 030 | Моечная | MAGIDO L800FP |
| 040 | Термическая | |
| 050 | Токарно-фрезерная ЧПУ | MacTurn 350 |
| 060 | Моечная | MAGIDO L800FP |
| 070 | Слесарная | Стол слесарный |
| 080 | Контрольная | Стол контролера |

2.5 Расчет припусков

При проектировании технологических процессов механической обработки заготовки необходимо установить оптимальные припуски, которые бы обеспечивали заданную точность и качество обрабатываемых поверхностей.

Увеличение припусков приводит к повышенному расходу материалов и энергии, введению дополнительных технологических переходов. Все это увеличивает трудоемкость и повышает себестоимость изготовления деталей.

Уменьшенные припуски не дают возможности удалять дефектные поверхностные слои материала и достигать заданной точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей и могут привести к браку детали.

2.5.1 Аналитический метод определения припусков

Аналитический метод определения припусков базируется на анализе производственных погрешностей, возникающих при конкретных условиях обработки заготовки. Припуски на обработку определяются таким образом, чтобы на выполненном технологическом переходе были устранены погрешности детали, которые остались на предшествующем переходе.

Минимальный промежуточный припуск на выполняемом переходе для диаметральных размеров:

$$2z_{\min} = 2 \cdot [(R_{z_{i-1}} + h_{z_{i-1}}) + \sqrt{\Delta\varepsilon_{i-1}^2 + \Delta y_i^2}], \quad (2.22)$$

где $R_{z_{i-1}}$ – высота микронеровностей поверхности, получаемая на предшествующем переходе, мкм;

$h_{z_{i-1}}$ – глубина дефектного слоя от предшествующего перехода, мкм;

$\Delta\varepsilon_{i-1}$ – суммарные погрешности отклонения расположения поверхностей от номинального на предшествующем переходе, мкм;

Δy – погрешность базирования и установки заготовки, мкм

Номинальный припуск на обработку поверхностей для диаметральных размеров:

$$z_{\text{НОМ}} = z_{\min} + T_{A_{i-1}}, \quad (2.23)$$

где $T_{A_{i-1}}$ – допуск на размер на предшествующем переходе, мм

Максимальный припуск на обработку поверхностей для диаметральных размеров:

$$z_{\max} = z_{\min} + T_{A_{i-1}} + T_{A_i}, \quad (2.24)$$

где T_{A_i} – допуск на размер на выполняемом переходе, мм

Определим аналитическим методом припуски, допуски и операционные размеры на два чертежных размера – один вал и одно отверстие. Результаты запишем в таблицы 2.4, 2.5, представленные ниже.

Определим аналитическим методом припуска, допуска и операционные размеры по технологическим переходам на диаметральный размер $329,83h14_{(-0,3)}$.

Фрезерную обработку выполним на станке MACTURN 350. Заготовка устанавливается в многокулачковый патрон.

Назначаем предварительный маршрут обработки [6, с.9]:

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 28 |

010 Заготовительная – отливка; $h15^{(+0,5 / -0,5)}$

020 Фрезерно-сверлильная (фрезерование черновое) по $h14^{(-0,3)}$

Таблица 2.4 – Расчет припусков, допусков и операционных размеров на диаметральный размер $329,83^{(-0,3)}$

| Номер опер. | Квалитет точности | Rz, мкм | h, мкм | $\Delta\varepsilon$, мкм | Δy , мкм | Z_{\min} , мм | $Z_{\text{ном.}}$, мм | Z_{\max} , мм | Операц. размер |
|-------------|-----------------------|---------|--------|---------------------------|------------------|-----------------|------------------------|-----------------|--------------------------|
| 010 | $h15^{(+0,5 / -0,5)}$ | 160 | 200 | 260 | - | - | - | - | $331,53^{(+0,5 / -0,5)}$ |

Значение $\Delta\varepsilon$ находим, исходя из кривизны на 1мм для литья [6,с.186], Δy по [6,с.41]

Определяем операционные припуски для 030 операции и определяем минимальный припуск.

Определяем операционные припуски для 020 операции.

$$2z_{\min} = 2[(160+200) + \sqrt{260^2 + 80^2}] = 1200 \text{ мкм} = 1,2 \text{ мм};$$

$$2z_{\text{ном.}} = 1,2 + 1,0 = 2,2 \text{ мм};$$

$$2z_{\max} = 1,2 + 1 + 0,33 = 2,53 \text{ мм}.$$

Минимальный диаметр на 010 операции:

$$d_{\min}^{010} = d_{\text{ном.}}^{020} + z_{\min}^{020} \quad (2.25)$$

Подставив численные значения, имеем:

$$d_{\min}^{010} = 329,83 + 1,2 = 331,03 \text{ мм}.$$

Максимальный диаметр на 010 операции:

$$d_{\text{ном.}}^{010} = d_{\max}^{010} = d_{\min}^{010} + T^{010}. \quad (2.26)$$

Подставив численные значения, имеем:

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 29 |

$$d_{\text{ном.}}^{010} = d_{\text{max}}^{010} = 331,03 + 1 = 332,03 \text{ мм}$$

Тогда, учитывая характер заготовительной операции – заготовка-штамповка, имеем операционный диаметр на 010 операции: $d_{\text{опер.}} = 331,53_{-0,5}^{+0,5}$ мм

Проверяем итоговый результат: $329,83+2,2=332,03$; $329,83+1,2=331,53-0,5$; $329,83-0,33+2,53=332,03$.

Припуски на 020 операцию верно подсчитаны, диаметр заготовки выбран правильно.

Определим аналитическим методом припуска, допуска и операционные размеры по технологическим переходам на диаметральный размер $192\text{H}14^{+0,6}$

Фрезерную обработку выполняем на станке модели MacTurn 350 в многокулачковом патроне.

Назначаем предварительный маршрут обработки:

010 Заготовительная; $\text{H}15^{+1,2}$

020 Фрезерование по $\text{H}14^{+0,6}$

Таблица 2.5 – Расчет припусков, допусков и операционных размеров на диаметральный размер $192^{+0,6}$

| Номер опер. | Квалитет точности | Rz, мкм | h, мкм | $\Delta\varepsilon$, мкм | Δy , мкм | Z_{min} , мм | $Z_{\text{ном.}}$, мм | Z_{max} , мм | Операц. размер |
|-------------|----------------------|---------|--------|---------------------------|------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------|
| 010 | $\text{H}15^{+1,2}$ | 160 | 200 | 195 | - | - | - | - | $189,62^{+1,2}$ |
| 020 | $\text{H}14^{+0,74}$ | 125 | 120 | 78 | 120 | 1,18 | 2,38 | 2,98 | $192^{+0,6}$ |

Определяем операционные припуски для 020 операции.

Определяем минимальный припуск по формуле:

$$2z_{\text{min}} = 2[(R_{z_{i-1}} + h_{i-1}) + \sqrt{\Delta\varepsilon_{i-1}^2 + \Delta y_i^2}] \quad (2.27)$$

$$2z_{\text{min}} = 2[(160+200) + \sqrt{195^2 + 120^2}] = 1180 \text{ мкм} = 1,18 \text{ мм}$$

$$2z_{\text{ном}} = 1,18 + 1,2 = 2,38 \text{ мм}$$

$$2z_{\text{max}} = 1,18 + 1,2 + 0,6 = 2,98 \text{ мм}$$

Максимальный диаметр на 010 операции:

$$D_{\text{max}}^{010} = D_{\text{ном.}}^{020} - z_{\text{min}}^{020} \quad (2.28)$$

Подставив численные значения, имеем:

$$D_{\max}^{020} = 192 - 1,18 = 190,82 \text{ мм}$$

Номинальный (минимальный) диаметр на 020 операции:

$$D_{\text{ном.}}^{010} = D_{\min}^{010} = D_{\max}^{010} - T^{010} \quad (2.29)$$

Подставив численные значения, имеем:

$$D_{\text{ном.}}^{010} = D_{\min}^{010} = 190,82 - 1,2 = 189,62 \text{ мм}$$

Тогда операционный диаметр на 010 операции: $D_{\text{опер.}} = 189,62^{+1,2}$ мм
Проверяем итоговый результат: $192 - 2,38 = 189,62$; $192 - 1,18 = 189,62 + 1,2$;
 $192 + 0,6 - 2,98 = 189,62$.

Припуски на 020 операцию верно подсчитаны, диаметр заготовки выбран правильно.

2.5.2 Табличный метод определения припусков

При табличном методе припуск устанавливают по стандартам и таблицам, которые составлены на основе обобщения и систематизации производственных данных. Припуски обычно даются в зависимости от массы и габаритных размеров деталей, их конструктивных форм, заданных точности и параметра шероховатости обрабатываемой поверхности.

Недостатком этого метода является то, что припуски назначаются независимо от технологического процесса обработки детали без учета конкретных условий его выполнения, а также могут оказаться завышенными.

Расчет начинают с последней операции обработки. По таблицам соответствующих видов обработки устанавливают размеры промежуточных припусков на каждую операцию и затем определяют промежуточные размеры заготовки. Наименьшие значения рекомендуемых припусков выбираются из справочников и ГОСТов, будем выбирать по [7, с.255].

Определим некоторые припуски, допуски и промежуточные размеры табличным методом, данные сведем в таблицу 2.6.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 31 |

Таблица 2.6 – Расчет припусков, допусков и промежуточных размеров табличным методом

| Технол. операции | Наим. значения припуска $2z_{\min}$, мм | Расчетный размер, мм | Допуск Т, мм (кавалитет) | Промежуточные размеры, мм | | Наиб. значение припуска $2z_{\max}$, мм |
|---|--|----------------------|--------------------------|---------------------------|-------|--|
| | | | | наиб. | наим. | |
| Наружный размер $\varnothing 320h14_{-0,52}$ | | | | | | |
| Заготовительная | – | 322,4 | 2,3 (15) | 322,4 | 324,8 | – |
| Фрезерование черновое | 1,4 | 320 | 1,4 (14) | 320 | 318,6 | 2,76 |
| Внутренний размер $\varnothing 221H14^{+1,2}$ | | | | | | |
| Заготовительная | – | 223,1 | 1,8 (15) | 223,1 | 224,9 | – |
| Фрезерование черновое | 1,4 | 221 | 1,2 (14) | 221 | 222,2 | 2,76 |
| Наружный размер плоской поверхности $16h12_{-0,18}$ | | | | | | |
| Заготовительная | – | 18,38 | 0,70 (15) | 18,38 | 17,68 | – |
| Фрезерование черновое | 1,0 | 16,68 | 0,43 (14) | 16,68 | 16,25 | 2,13 |
| Фрезерование полустистовое | 0,25 | 16 | 0,18 (12) | 16 | 15,82 | 0,86 |

Расчетно-аналитический метод определения припусков дает более точные результаты. Здесь же припуски завышены. Этим методом следует пользоваться для ориентировочных расчетов.

2.5.3 Расчет припусков для линейных размеров

Размерным анализом технологического процесса изготовления деталей называют специальные способы выявления и фиксации связей размерных параметров детали при ее изготовлении, а также методы расчета этих параметров путем решения размерных цепей.

Размерный анализ позволяет уточнить намеченный вариант технологического процесса и решить следующие задачи:

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |
| | | | | | | 32 |

–установить потребные размеры заготовки с минимально необходимыми припусками, что обеспечивает сокращение расхода материала;

–спроектировать технологический процесс с минимально необходимым количеством операций и переходов, что снижает трудоемкость изготовления изделий;

–спроектировать технологический процесс, гарантирующий изготовление качественных деталей и отсутствие брака при их производстве.

ГОСТ 16319 – 70, определяет размерную цепь как совокупность размеров, образующих замкнутый контур и непосредственно участвующий в решении поставленной задачи.

ГОСТ 16320 – 70 устанавливает методы решения прямой и обратной задачи. Прямая задача – определение размеров и предельных отклонений всех составляющих звеньев размерной цепи по известному размеру и отклонением замыкающего звена. Обратная задача – определение размеров и отклонений замыкающего звена по известным размерам и отклонениям составляющих звеньев.

При проектировании технологического процесса очень часто проставленный в чертеже размер и технические требования непосредственно не выполняются. В размерной схеме это звено всегда является замыкающимся звеном.

Так как замыкающее звено и его точность определяется точностью изготовления составляющих звеньев, то необходимо проверить по точности выполнения составляющих звеньев, обеспечены ли предписанные чертежом и технические требования. Проверка ведется следующим образом: допуск замыкающего звена равен (больше) сумме допусков составляющих звеньев. Так, если условие $T_{\Delta\Delta} \geq \sum T_{\Delta i}$ соблюдено, то считаем, что предлагаемый вариант технологического процесса может быть принят, так как он полностью обеспечивает изготовление деталей в соответствии с требованиями чертежа.

Если же указанные условия не выдерживаются, то нужно либо ужесточить допуск, либо вводить дополнительные операции, обеспечивающие большую точность выполнения размеров. После корректировки вновь проверяем выполнение условий на чертеже, и если они соблюдены, то технологический процесс принимается за рабочий.

На одном листе формата А1 представлены размерные цепи, необходимые для проектирования технологического процесса механообработки моей детали. Так, мы находим настроечные размеры, определяем припуски на подрезку торцов и соответствующие операции линейные размеры; начиная с последней операции, доходим до заготовительной операции и определяем линейные размеры заготовки.

Ввиду большого объема расчетов и схожести расчета размерных цепочек для проектируемого варианта представим расчет некоторых из них.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 33 |

2.6 Расчет режимов резания

При выборе режимов обработки необходимо придерживаться определенного порядка, то есть при назначении и расчете режимов обработки учитывают тип и размеры режущего инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип оборудования и его состояние.

Следует помнить, что элементы режимов резания находятся во взаимной функциональной зависимости, установленной эмпирическими формулами.

Параметры режима резания выбирают таким образом, чтобы достичь наибольшей производительности труда при наименьшей себестоимости данной технологической операции.

Эти условия удается выполнять при работе инструментом рациональной конструкции, выгодной геометрии, с максимальным использованием всех эксплуатационных возможностей станка.

Элементами режимов резания являются:

Глубина резания t – расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями в направлении, нормальном к последней.

Подача S – перемещение инструмента за один оборот (рабочий ход) заготовки или перемещение заготовки за один оборот (рабочий ход) инструмента.

Скорость резания V – относительная величина перемещения лезвия инструмента и обрабатываемой поверхности в единицу времени.

Режимы резания должны быть назначены с учетом требований к обрабатываемой поверхности, конструкции детали (жесткость, обрабатываемый материал), с учетом наиболее полного и экономичного использования режущего инструмента и станка.

Производим аналитический расчет режимов резания на два перехода операции 050. В этой операции, по составленному технологическому процессу, используется токарный станок модели Primus-3T. Приспособление – патрон 3-х кулачковый. Обрабатываемый материал – сталь 25X17H2Б-Ш, при обработке которого нужно более внимательно подходить к назначению режимов резания, так как материал труднообрабатываемый.

Расчет ведем по литературе [14] и по [15].

1) Переход 2: Точить поверхность (2) предварительно.

Резец проходной 16x16x80 SDDDR1616K5 Mitsubishi имеет геометрические параметры, которые нужны нам для расчетов: $\varphi = 45^\circ$; $\varphi_1 = 10^\circ$; $r = 0,5$ мм, $\gamma = 4^\circ$; $\alpha = 6^\circ$; $\lambda = 5^\circ$.

Глубина резания $t = Z_{\text{maxчернов.}} = 1,14$ мм;

Подача S принимается в зависимости от глубины резания t .

Принимаем $S = 0,35$ мм/об.

$T = 60$ мин. – стойкость инструмента.

Определим скорость резания:

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 34 |

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^{X_v} \cdot S^{Y_v}} \cdot K_v \quad (2.29)$$

При обработке нержавеющей сталей: $C_v = 190$; $X_v = 0,2$; $Y_v = 0,88$; $m = 0,33$ [15, с.229]

Обобщенный коэффициент K зависит от множества параметров:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{ov}, \quad (2.30)$$

где K_{mv} – коэффициент влияния обрабатываемого материала на скорость резания;

K_{nv} – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

K_{iv} – коэффициент, учитывающий материал режущей части;

$K_{\phi v}$ – коэффициент влияния главного угла в плане ϕ на скорость резания;

K_{ov} – коэффициент, учитывающий вид обработки.

По [14, с.269] находим коэффициенты.

Для нашего материала хромоникелевая нержавеющая сталь типа X17H2

$K_{mv} = 0,76$.

Поверхность заготовки является предварительно обработанной, без корки, значит $K_{nv} = 1,0$.

При обработке жаропрочных, нержавеющей сталей с применением для резания твердосплавных инструментов $K_{iv} = 1,4$

Главный угол в плане $\phi = 45^\circ$, значит $K_{\phi v} = 1$.

Идет наружное продольное точение, значит $K_{ov} = 1$.

Имеем: $K_v = 1,06$

$$V = \frac{190}{60^{0,33} \cdot 1,14^{0,2} \cdot 0,35^{0,88}} \cdot 1,06 = 62 \text{ м/мин.}$$

Определим требуемую частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi \cdot D_{\max}} \quad (2.31)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 62}{3,14 \cdot 21,5} = 917 \text{ об/мин.}$$

Найдем главную составляющую силы резания P_z :

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 35 |

$$P_Z = C_{Pz} \cdot t^{X_{Pz}} \cdot S^{Y_{Pz}} \cdot V^{n_{Pz}} \cdot K_{Pz}, \quad (2.32)$$

где $C_{Pz} = 204$; $X_{Pz} = 1,0$; $Y_{Pz} = 0,75$; $n_{Pz} = 0$

K_{Pz} находится по формуле:

$$K_{Pz} = K_M \cdot K_\phi \cdot K_r \cdot K_\gamma \cdot K_\lambda, \quad (2.33)$$

где K_M – коэффициент влияния обрабатываемого материала на силу резания;

K_ϕ – коэффициент влияния главного угла в плане ϕ на силу резания;

K_r – коэффициент влияния радиуса при вершине инструмента на силу резания;

K_γ – коэффициент влияния переднего угла в плане γ на силу резания;

K_λ – коэффициент влияния угла наклона режущей кромки λ на силу резания.

По [14, с.273] находим коэффициенты:

где $K_M = 1,2$ – при обработке материала типа Х17Н2.

$K_\phi = 1$; $K_r = 0,87$; $K_\gamma = 1,0$; $K_\lambda = 1,25$

Перемножив численные значения, получим: $K_{Pz} = 1,29$

$$P_Z = 204 \cdot 1,14^{1,0} \cdot 0,35^{0,75} \cdot 1,29 = 115 \text{ кгс}$$

Найдем мощность, затрачиваемую непосредственно на резание (эффективная мощность) N_\ominus .

$$N_\ominus = \frac{P_Z \cdot V}{60 \cdot 102}; \quad (2.34)$$

$$N_\ominus = \frac{115 \cdot 62}{60 \cdot 102} = 1,2 \text{ кВт.}$$

2) Переход 6: Сверлить отверстие (7)

Выбранный инструмент – сверло спиральное MPS0800 Mitsubishi.

Подача S принимается в зависимости от диаметра сверла и от условий обработки. Принимаем $S = 0,12$ мм/об.

$T = 12$ мин. – стойкость инструмента.

Определим скорость резания:

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 36 |

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^{Y_v}} \cdot K_v. \quad (2.35)$$

При обработке нержавеющей сталей: $C_v = 2,8$; $Y_v = 0,7$; $m = 0,27$; $q = 0,34$ [15, с. 252]

Обобщенный коэффициент K зависит от следующих параметров:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{lv}, \quad (2.36)$$

где K_{mv} – коэффициент влияния обрабатываемого материала на скорость резания;

K_{nv} – коэффициент, учитывающий материал режущей части;

K_{lv} – коэффициент, учитывающий глубину сверления.

По [14, с.280] находим коэффициенты:

Для нашего материала хромоникелевая нержавеющая сталь типа X17H2

$K_{mv} = 0,9$.

При обработке жаропрочных, нержавеющей сталей с применением для резания твердосплавных инструментов $K_{nv} = 1,4$.

Отношение глубины сверления к диаметру отверстия: $l/d < 3$, значит $K_{lv} = 1$.

Имеем: $K_v = 1,26$.

$$V = \frac{2,8 \cdot 8^{0,34}}{12^{0,27} \cdot 0,12^{0,7}} \cdot 1,26 = 16,1 \text{ м/мин.}$$

Определим требуемую частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 V}{\pi \cdot D_{\max}}, \quad (2.37)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 16}{3,14 \cdot 8,36} = 610 \text{ об/мин}$$

Найдем осевую силу резания P_o :

$$P_o = C_p \cdot D^{q_p} \cdot S^{Y_p} \cdot K_p, \quad (2.38)$$

где $C_p = 143$; $q_p = 1$; $Y_p = 0,7$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 37 |

K_p находится по формуле:

$$K_p = K_{MP}, \quad (2.39)$$

где K_{MP} – коэффициент влияния обрабатываемого материала на силу резания.

По [14, с.264] находим коэффициенты:

где $K_{MP}=1,3$ – при обработке материала типа X17H2.

Имеем:

$$P_o = 143 \cdot 8^{1,0} \cdot 0,12^{0,7} \cdot 1,3 = 337 \text{ кг}$$

Найдем крутящий момент M :

$$M = C_M \cdot D^{q_M} \cdot S^{Y_M} \cdot K_p, \quad (2.40)$$

где $C_M = 0,041$; $q_p = 2$; $Y_p = 0,7$; $K_p = 1,3$

Имеем:

$$M = 0,041 \cdot 8^2 \cdot 0,12^{0,7} \cdot 1,3 = 0,77 \text{ кг} \cdot \text{м}$$

Найдем мощность, затрачиваемую непосредственно на резание (эффективная мощность) $N_{\text{Э}}$:

$$N_{\text{Э}} = \frac{M \cdot n}{975}, \quad (2.41)$$

$$N_{\text{Э}} = \frac{0,77 \cdot 610}{975} = 0,48 \text{ кВт.}$$

Для остальных инструментов определим режимы резания с помощью специальных таблиц. Это дает возможность ускорить разработку технологической документации и сократить сроки подготовки к запуску изготовления данного изделия.

2.7 Расчет технической нормы времени

Под техническим нормированием понимаем установление норм времени на выполнение определенной работы. Правильное нормирование изготовления продукции при ее соответствующем качестве является основным критерием

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 38 |

оценки совершенства технологического процесса. Техническую норму времени определяют на основе технического расчета и анализа возможностей оборудования, режущего инструмента, а также требований, предъявляемых к детали.

Подсчитаем норму штучного времени на все операции, принимая, что для работы созданы необходимые условия (исправное оборудование, новый инструмент, рабочие имеют соответствующую квалификацию, назначены оптимальные припуски и режимы резания и др.)

Общая норма времени на механическую обработку одной заготовки равна:

$$T_{шт.} = T_{осн.} + T_{всп.} + T_{т.о.} + T_{орг.о.} + T_{отд.} \text{ ,} \quad (2.42)$$

где $T_{осн.}$ – основное (машинное) время, (мин);

$T_{всп.}$ – вспомогательное время, (мин);

$T_{т.о.}$ – время на техническое обслуживание рабочего места, (мин);

$T_{орг.о.}$ – время на организационное обслуживание рабочего места, (мин);

$T_{отд.}$ – время на отдых и естественные надобности, (мин)

$$T_{осн.} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} \text{ ,} \quad (2.43)$$

где L – расчетная длина обработки в направлении подачи, (мм);

n – частота вращения шпинделя, (мм/об);

i – число рабочих ходов режущего инструмента;

S – подача, (мм/об)

Расчетная длина рабочего хода инструмента определяется:

$$L = L + l_{вр.} + l_{п.} + l_{подх.} \text{ ,} \quad (2.44)$$

где L – длина обрабатываемой поверхности;

$l_{вр.}$ – величина врезания инструмента;

$l_{п.}$ – величина перебега;

$l_{подх.}$ – величина подхода инструмента;

$l_{вр.}$ и $l_{п.}$ для резцов определим по [9, с.328], для обработки отверстий по [9, с.329], для фрез определим суммарно $l = l_{вр.} + l_{п.}$ по [9, с 331]. Величина $l_{подх.}$ составляет от 2 до 5 мм.

$T_{всп.}$ включает в себя время на установку и снятие детали, включение и выключение оборудования, на контрольные измерения. Устанавливаем его величину для каждого перехода по [1, табл.3.40] и по [9, с.15].

Оперативное время определяем по формуле:

$$T_{опер.} = T_{осн.} + T_{всп.} \quad (2.45)$$

Примем, что $T_{т.о.} + T_{торг.о.} + T_{отд.} = T_{доп}$

Для серийного производства $T_{доп}$ составляет примерно (5 – 6)% от оперативного времени.

$$T_{шт.} = T_{осн.} + T_{всп.} + T_{доп.} \quad (2.46)$$

Операция 050. Токарно-фрезерная ЧПУ.

Переход 1. Фрезеровать поверхности (1),(2),(3),(4),(5),(6),(7),(8)

Расчетная длина рабочего хода инструмента:

$$L = 10+2+2+4+10+26+83+54=159 \text{ мм.}$$

$$T_{осн} = \frac{159 \cdot 1}{917 \cdot 0,35} = 0,49 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время будем выбирать по машиностроительным нормативам $T_{всп}=0,11$ мин.

Оперативное время: $T_{опер.} = 0,06+0,11 = 0,17$ мин.

Тогда, с учетом $T_{доп}$, имеем норму штучного времени $T_{шт.} = 0,22$ мин.

Переход 3. Точить поверхность (3)

Расчетная длина рабочего хода инструмента: $L = 12+2+2+4=20$ мм.

$$T_{осн} = \frac{20 \cdot 1}{917 \cdot 0,35} = 0,07 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время будем выбирать по машиностроительным нормативам $T_{всп} = 0,11$ мин.

Оперативное время $T_{опер.} = 0,07+0,11 = 0,18$ мин.

Тогда, с учетом $T_{доп}$, имеем норму штучного времени $T_{шт.} = 0,25$ мин.

Переход 4. Точить поверхность (2)

$$T_{осн} = \frac{18 \cdot 1}{950 \cdot 0,2} = 0,1 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время будем выбирать по машиностроительным нормативам $T_{всп} = 0,11$ мин.

Оперативное время: $T_{опер.} = 0,11+0,11 = 0,21$ мин.

Тогда, с учетом $T_{доп}$, имеем норму штучного времени $T_{шт.} = 0,27$ мин

Переход 5. Сверлить отверстие (9)

Расчетная длина рабочего хода инструмента:

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 40 |

$L = 13,5+1,5+0+4=19$ мм, учитывая, что длина перебега равна 0 – отверстие глухое.

$$T_{осн} = \frac{19 \cdot 1}{570 \cdot 0,15} = 0,22 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время будем выбирать по машиностроительным нормативам $T_{всп} = 0,13$ мин.

Оперативное время $T_{опер.} = 0,22+0,13 = 0,35$ мин.

Тогда, с учетом $T_{доп.}$, имеем норму штучного времени $T_{шт.} = 0,38$ мин.

Аналогично предыдущему – переход (6) – сверлить отверстие (7): $T_{шт.} = 0,47$ мин.

Переход 7. Сверлить глубокое отверстие (4)

Расчетная длина рабочего хода инструмента:

$L = 37+1,5+0+4=42,5$ мм, учитывая, что длина перебега равна 0 – отверстие глухое.

$$T_{осн} = \frac{42,5 \cdot 1}{830 \cdot 0,1} = 0,51 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время будем выбирать по машиностроительным нормативам $T_{всп} = 0,13$ мин.

Оперативное время: $T_{опер.} = 0,51+0,13 = 0,64$ мин.

Тогда, с учетом $T_{доп.}$, имеем норму штучного времени $T_{шт.} = 0,66$ мин.

Переход 8. Расточить отв. (5), (7), (9), (11) и конусные поверхности (6), (8), (10) предварительно.

Принимая, что при расточке каждой ступени подача и частота вращения примерно равные, определим приближенно: $L = 30+6+6+4=46$ мм.

$$T_{осн} = \frac{46 \cdot 1}{600 \cdot 0,03} = 2,6 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время будем выбирать по машиностроительным нормативам $T_{всп} = 1,36$ мин.

Оперативное время $T_{опер.} = 2,6+1,36 = 3,96$ мин.

Тогда, с учетом $T_{доп.}$, имеем норму штучного времени $T_{шт.} = 4,4$ мин.

Переход 9. Расточить отв. (7), (9), (11) и конусные поверхности (8), (10)

Аналогично переходу (8):

$$T_{осн} = \frac{46 \cdot 1}{710 \cdot 0,02} = 3,24 \text{ мин.}$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 41 |

Вспомогательное время будем выбирать по машиностроительным нормативам $T_{всп} = 1,56$ мин.

Оперативное время $T_{опер.} = 3,24 + 1,56 = 4,8$ мин.

Тогда, с учетом $T_{доп.}$, имеем норму штучного времени $T_{шт.} = 5,00$ мин.

Переход 10. Точить канавку (12)

Расчетная длина рабочего хода инструмента: $L = 0,3 + 3 + 0 + 4 = 7,3$ мм, учитывая, что длина перебега равна 0 – работа в упор.

$$T_{осн} = \frac{7,3 \cdot 1}{495 \cdot 0,04} = 0,37 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время будем выбирать по машиностроительным нормативам $T_{всп} = 0,16$ мин.

Оперативное время: $T_{опер.} = 0,37 + 0,16 = 0,53$ мин.

Тогда, с учетом $T_{доп.}$, имеем норму штучного времени $T_{шт.} = 0,56$ мин.

Переходы 1 и 22. Фрезеровать поверхности (1) и (20)

Поверхность (1):

Расчетная длина рабочего хода инструмента: $L = 16 + 7 + 5 = 28$ мм.

Но при расчете следует учесть, что

$$S = S_z \cdot z,$$

где S_z – подача в мм/зуб;

z – число зубьев фрезы

Таким образом, имеем:

$$T_{осн} = \frac{28 \cdot 1}{670 \cdot 0,1} = 0,42 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время будем выбирать по машиностроительным нормативам $T_{всп} = 0,21$ мин.

Оперативное время $T_{опер.} = 0,42 + 0,21 = 0,63$ мин.

Тогда, с учетом $T_{доп.}$, имеем норму штучного времени $T_{шт.} = 0,76$ мин.

Поверхность (20):

Расчетная длина рабочего хода инструмента: $L = 14 + 7 + 5 = 26$ мм.

$$T_{осн} = \frac{26 \cdot 1}{670 \cdot 0,1} = 0,38 \text{ мин.}$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 42 |

Вспомогательное время будем выбирать по машиностроительным нормативам $T_{всп} = 0,21$ мин.

Оперативное время $T_{опер.} = 0,38 + 0,21 = 0,59$ мин.

Тогда, с учетом $T_{доп.}$, имеем норму штучного времени $T_{шт.} = 0,69$ мин.

Таким образом, общее штучное время для этих переходов $T_{шт.} = 1,45$ мин.

Переход 2. Фрезеровать поверхность (2), обкатывая поверхность (3) под резьбу

Расчетная длина рабочего хода инструмента: $L = 32 + 5 + 5 = 42$ мм.

$$T_{осн} = \frac{42 \cdot 1}{610 \cdot 0,08} = 0,86 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время будем выбирать по машиностроительным нормативам $T_{всп} = 0,3$ мин.

Оперативное время $T_{опер.} = 0,86 + 0,3 = 1,16$ мин.

Тогда, с учетом $T_{доп.}$, имеем норму штучного времени $T_{шт.} = 1,21$ мин.

Далее, ввиду большого количества переходов в данной операции, отразим подробный расчет нормы штучного времени лишь для некоторых из них.

Переход 5. Нарезать резьбу на поверхности (3) и (21) с помощью резьбовой фрезы

При расчете следует учесть, что минутная подача S_m находится по формуле:

$$S_m = S_z \cdot n \cdot z$$

Так при нарезании резьбы резьбовыми (гребенчатыми) фрезами основное время определяется по формуле:

$$T_{осн} = \frac{1,2 \cdot \pi \cdot D}{S_m}$$

Формула эта получается с учетом того, что нарезание резьбы производится в течение одного оборота детали, а коэффициент 1,2 учитывает время врезания и выхода фрезы. Так при $z = 6$:

$$T_{осн} = \frac{1,2 \cdot \pi \cdot 14}{351} = 0,15 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время будем выбирать по машиностроительным нормативам $T_{всп} = 0,5$ мин.

Оперативное время $T_{опер.} = 0,15 + 0,5 = 0,65$ мин.

Тогда, с учетом $T_{доп.}$, имеем норму штучного времени $T_{шт.} = 0,68$ мин.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 43 |

Таким образом, общее штучное время для этих переходов $T_{шт.} = 1,36$ мин.

Переход 8. Сверлить отверстие (7)

Расчетная длина рабочего хода инструмента:

$L = 34,5 + 3,5 + 0 + 5 = 43$ мм, учитывая, что длина перебега равна 0 – отверстие глухое.

$$T_{осн} = \frac{43 \cdot 1}{1200 \cdot 0,1} = 0,35 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время будем выбирать по машиностроительным нормативам $T_{всп} = 0,35$ мин.

Оперативное время $T_{опер.} = 0,35 + 0,35 = 0,7$ мин.

Тогда, с учетом $T_{доп.}$, имеем норму штучного времени $T_{шт.} = 0,75$ мин.

Переходы 9 и 10. Зенкеровать отверстие (8) предварительно и окончательно

Расчетная длина рабочего хода инструмента: $L = 27,5 + 5 + 5 = 37,5$ мм,

учитывая, что $l_{вр.} + l_{п.} = 5$ мм. Подставляем численные данные, причем число проходов i принимаем равным 2.

$$T_{осн} = \frac{37,5 \cdot 2}{1430 \cdot 0,41} = 0,12 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время будем выбирать по машиностроительным нормативам $T_{всп} = 0,28$ мин.

Оперативное время: $T_{опер.} = 0,12 + 0,28 = 0,4$ мин.

Тогда, с учетом $T_{доп.}$, имеем норму штучного времени $T_{шт.} = 0,45$ мин.

Переход 28. Фрезеровать поверхность (25) и (26), выполнив радиус (27)

Фрезеруем плоскую поверхность, для обработки которой фреза $\varnothing 6$ мм несколько раз совершает продольные ходы, что нужно учесть при расчете L .

Расчетная длина рабочего хода инструмента: $L = 21 \cdot 4 + 5 + 5 = 94$ мм.

$$T_{осн} = \frac{94 \cdot 1}{720 \cdot 0,2} = 0,65 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время будем выбирать по машиностроительным нормативам $T_{всп} = 0,34$ мин.

Оперативное время $T_{опер.} = 0,65 + 0,34 = 0,99$ мин.

Тогда, с учетом $T_{доп.}$, имеем норму штучного времени $T_{шт.} = 1,04$ мин.

Переход 30. Сверлить отверстие (28).

Расчетная длина рабочего хода инструмента:

$L = 38 + 3 + 0 + 5 = 46$ мм, учитывая, что длина перебега равна 0 – отв. глухое.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 44 |

$$T_{осн} = \frac{46 \cdot 1}{1800 \cdot 0,05} = 0,51 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время будем выбирать по машиностроительным нормативам $T_{всп} = 0,43$ мин.

Оперативное время $T_{опер.} = 0,51 + 0,43 = 0,94$ мин.

Тогда, с учетом $T_{доп.}$, имеем норму штучного времени $T_{шт.} = 0,98$ мин.

Таким образом, на большинство операций и переходов была рассчитана норма штучного времени. Теперь на основе норм времени можно рассчитать необходимое количество станков, рабочих, определить производственную мощность. Подсчитанные выше данные и данные для остальных операций технологического процесса сведем в таблицу 2.7.

Таблица 2.7 – Нормы штучного времени проектируемого технологического процесса

| Номер | Наименование операции | Норма времени Тшт. |
|--------------|-----------------------|-----------------------|
| Операция 010 | Контрольная | 4,5 мин |
| Операция 020 | Токарно-фрезерная ЧПУ | 106,2 мин |
| Операция 030 | Моечная | 10 мин |
| Операция 040 | Термическая | 8,2 мин |
| Операция 050 | Токарно-фрезерная ЧПУ | 320,4 мин |
| Операция 060 | Моечная | 10 мин |
| Операция 070 | Слесарная | 96 мин |
| Операция 080 | Контрольная | 10 мин |
| Итого: | | 609,36 мин |

Выводы по разделу два

В данном разделе путем сравнительного анализа выбран наилучший метод изготовления заготовки – литьё под давлением.

Для разработанного технологического процесса изготовления детали «Крышка приборная» был проведён размерный анализ и получены межоперационные размеры и размеры заготовки с минимальными припусками под обработку

Выполнен расчёт режимов резания. Произведено нормирование технологических операций.

3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Проектирование клинового трехкулачкового пневматического патрона

3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования

Деталь при установке базируется по наружной поверхности $\varnothing 329$ мм и торцу в соответствии с рисунком 3.1.

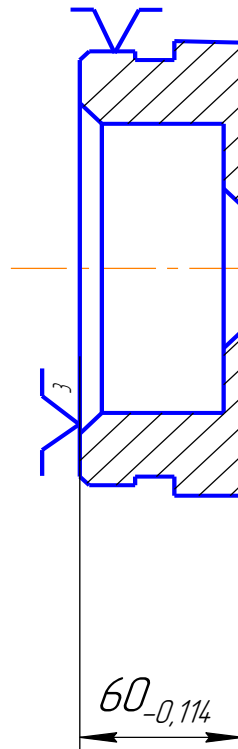


Рисунок 3.1 – Схема базирования детали

Упорная база

При базировании данной детали по торцу она лишается в пространстве 3-х степеней свободы: движение вдоль оси Y, вращение вокруг осей X и Z.

Центрирующая база

Базирование детали по $\varnothing 329h14$ лишает ее 2-х степеней свободы: движение вдоль осей X и Z.

Шестая степень свободы, вращение вокруг оси Y она не лишена. Провороту детали вокруг оси в процессе обработки препятствует сила трения между установочными и зажимными элементами приспособления и деталью при положении зажимной силы W.

3.1.2 Проектирование схемы приспособления

В производстве применяют патроны с пневматическим приводом для закрепления и снятия обрабатываемой детали в целях повышения производительности труда в соответствии с рисунком 3.2.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 46 |

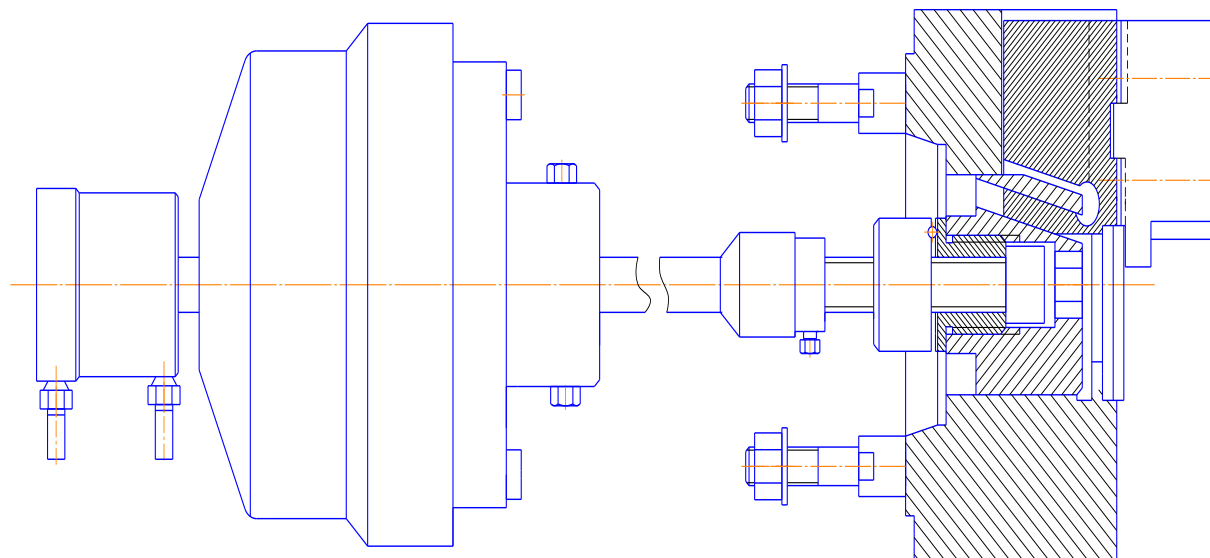


Рисунок 3.2 – Схема приспособления

Для реализации приведенной выше схемы базирования (см. рисунок 10) принимаем токарный 3-х кулачковый клиновой патрон с механизированным приводом от вращающегося стандартного пневмацилиндра. Сам патрон крепится на переднем конце шпинделя станка 16K20Ф3С5, вращающийся пневмацилиндр крепится на заднем конце шпинделя с помощью переходного фланца. Перемещение поршня пневмацилиндра к исполнительному механизму патрона специальной тягой.

Преимущества клинового патрона является компактность, жесткость, износостойчивость, возможность получения значительных зажимных усилий при минимальных габаритах.

Недостатки: нет возможности обрабатывать деталь из прутка, необходима тщательная балансировка приспособлений.

3.1.3 Расчет основных элементов приспособления

Рассмотрим схему клинового пневматического патрона в соответствии с рисунком 3.3.

В соответствии со схемой находим требуемую силу зажима [7]:

$$W = K_1 \cdot P_z \cdot R_0 / f \cdot R \quad (3.1)$$

где: $K_1 = 1,2 \dots 1,4$ – коэффициент запаса;

P_z = сила резания;

$R_0 = 26$ мм – обрабатываемый размер детали;

$R = 23$ мм – зажатый размер детали;

Находим силу резания по формуле [7]:

$$P_z = C_{pz} \cdot t^{xp} \cdot S^{yp} \cdot V^n \cdot K_p \quad (3.2)$$

$$P_z = 300 \cdot 1,75^1 \cdot 0,32^{0,75} \cdot 1/96^{0,15} \cdot 0,95 \cdot 0,94 \cdot 1 = 94,9 \text{ кг.}$$

Тогда:

$$W = 1,3 \cdot 94,9 \cdot 26 / 0,5 \cdot 23 = 271,4 \text{ кг.}$$

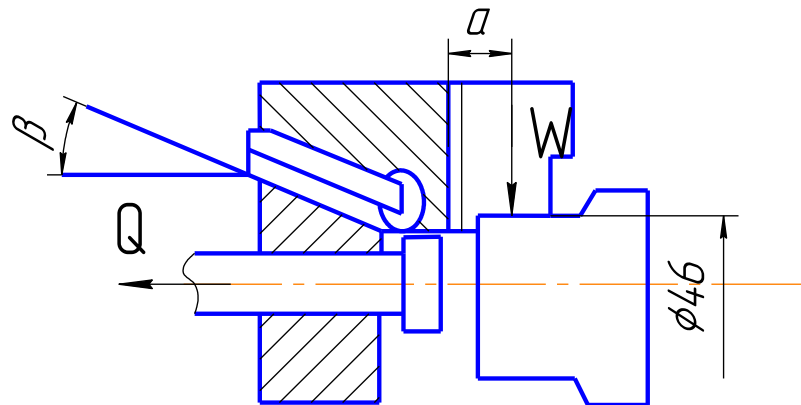


Рисунок 3.3 – Схема зажима

Исходная сила на штоке пневмацилиндра:

$$Q = K \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot a \cdot M}{h} \right) \cdot \text{tg}(\beta + \varphi) \cdot W \quad (3.3)$$

где: a – вылет кулачка от его опоры до приложения силы (W);

h – длина направляющей части кулачка;

M = 0,15 – коэффициент трения;

φ = 5° – угол трения в клиновом сопряженной паре.

$$Q = 1,05 \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot 50 \cdot 0,15}{60} \right) \cdot \text{tg}(15^\circ + 5^\circ) \cdot 271,4 = 1303 \text{ кг} = 130,3 \text{ Н.}$$

Действительная сила зажима:

$$W_1 = Q \cdot h / g = 1303 \cdot 60 / 50 = 1563,6 \text{ кг.} \quad (3.4)$$

Должно быть выполнено условие:

$$W_{\text{пот}} \leq W$$

$$271,4 \text{ кг} < 1563,6 \text{ кг}$$

Условие выполняется, значит зажим детали в патроне будет надежным.

3.1.4 Компоновка приспособления

Рассмотрим компоновку приспособления в соответствии с рисунком 3.4.

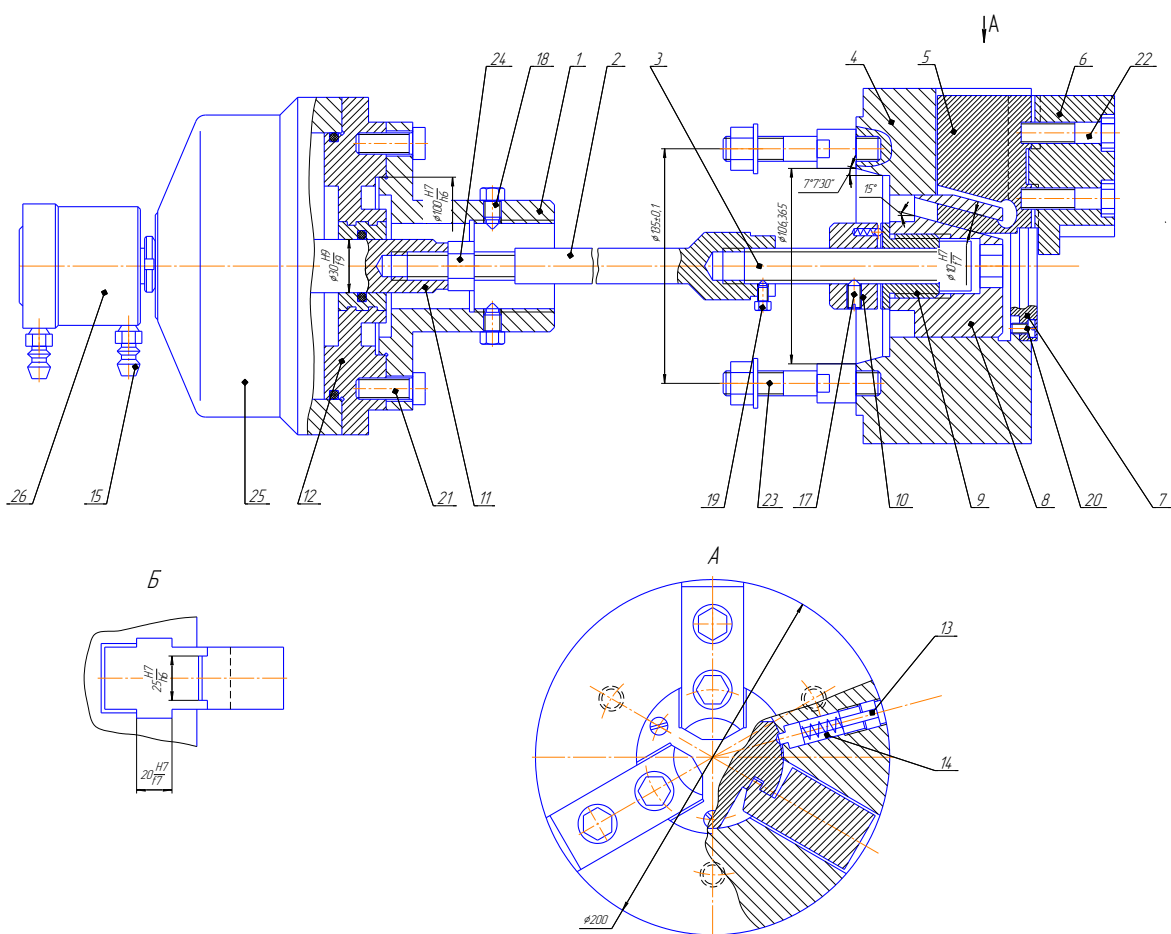


Рисунок 3.4 – Пневматический трехкулачковый патрона

В пазах корпуса позиции 4 установлены три кулачка позиции 5, к которому винтами позиции 22 прикреплены сменные рабочие кулачки позиции 6. Обрабатываемая деталь наружным диаметром $\varnothing 46$ устанавливается в расточку кулачков, а торец детали упирается в торец этой расточки.

В центре корпуса 4 помещена клиновидная втулка позиции 8. Во втулке имеются три паза с углом наклона $\alpha = 15^\circ$, в которые входят наклонные выступы кулачков позиции 5, образуя клиновые сопряженные пары. При движении клиновидной втулки позиции 8 влево кулачки позиции 5 перемещаются к центру патрона – деталь зажимается.

При движении клиновидной втулки позиции 8 вправо, выступы кулачков позиции 5 перемещаются вверх от центра патрона – деталь разжимается.

Для смены кулачков позиции 5 во втулке позиции 8 имеется шестигранное отверстие под торцевой ключ; при повороте втулки позиции 8 против часовой стрелки на угол 15° кулачки позиции 5 выходят из пазов и вынимаются. Шайба позиции 7 предохраняет внутреннюю полость патрона от засорения стружкой в процессе работы.

Фиксатор позиции 13 с пружиной позиции 14 и гайкой служит для предотвращения самопроизвольного поворота клиновой втулки позиции 8 в процессе работы патрона и вылета кулачков. Клиновая втулка снабжена продольным пазом для фиксатора.

Патрон на шпинделе станка закрепляется с помощью 4-х штырей позиции 23 с гайками. Базируется патрон на шпинделе с помощью конусной расточки. Вращающийся пневмацилиндр позиции 25 закрепляется на шпинделе станка с помощью переходного фланца позиции 1, соединенного с пневмацилиндром болтами позиции 21. Пневмацилиндр от свинчивания от шпинделя станка при торможении фиксируется двумя винтами позиции 18. Воздух в рабочие полости пневмацилиндра подается через муфту позиции 26 по штуцерам позиции 15 от распределительного крана.

При подаче воздуха в правую полость цилиндра поршень идет влево, передает движение тяге позиции 2, винту позиции 3 и далее через резьбовую втулку позиции 9 клиновой втулке позиции 8 на зажим.

При подаче воздуха в правую полость цилиндра, поршень идет вправо, толкает тягу позиции 2, винт позиции 3 и через регулировочную гайку позиции 10 передает движение клиновой втулке на разжим.

3.2 Проектирование режущего инструмента

3.2.1 Выбор и описание режущего инструмента

Одновременно с выбором станка и приспособлений для операции выбирается необходимый режущий инструмент, обеспечивающий достижение наибольшей производительности, требуемой точности и шероховатости поверхности. Тип и размеры режущего инструмента для выполнения заданной операции зависят от способов обработки материала, размеров обрабатываемых поверхностей, а также от требований, предъявляемых к точности и шероховатости поверхности, вида производства. Выбор материала режущей части имеет большое значение для повышения производительности и уменьшения себестоимости обработки.

Выбираем стандартный режущий инструмент фирмы Sandvik, применяемый на ФГУП ПСЗ по каталогам [8]. Также применяем специальный режущий инструмент. Код инструмента у каждой фирмы расшифровывается по-своему. У фирмы Mitsubishi, например, код соответствует ISO, у фирмы SECO – своя система кодировки.

Операции 020:

- 1) Фреза Sandvik CoroMill \varnothing 25 R216.25-25050OCK54P
- 2) Фреза Sandvik CoroMill \varnothing 10 R216.34-10050-CC16P

Операция 050:

- 1) Фреза Sandvik CoroMill \varnothing 20 R215.38-20050-AC38L
- 2) Фреза Sandvik CoroMill \varnothing 10 R215.36-10060-AC22L
- 3) Сверло Sandvik CoroDrill \varnothing 14 860.1-1400-040A1-PM
- 4) Сверло Sandvik CoroDrill \varnothing 7 860.1-0700-024A1-PM

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 50 |

- 5) Резьбонарезная фреза Sandvik CoroMill M8x1.25 R217.13C060075
- 6) Фреза Sandvik CoroMill $\varnothing 3$ R215.24-03050BAC08H
- 7) Сверло Sandvik CoroDrill $\varnothing 3.7$ 860.1-0370-016A0-PM
- 8) Сверло Sandvik CoroDrill $\varnothing 2.5$ 862.1-0250-020A1-GM
- 9) Сверло Sandvik CoroDrill $\varnothing 2$ 862.1-0200-016A1-GM
- 10) Сверло Sandvik CoroDrill $\varnothing 12.2$ 860.1-0370-016A0-
- 11) Сверло Sandvik CoroDrill $\varnothing 12.5$ 860.1-0372-016A0-
- 12) Резьбофреза Sandvik CoroMill M18x1 R217.13C060075AC1
- 13) Резьбофреза Sandvik CoroMill M48x1.5 R217.13C060075AC1
- 14) Сверло центровочное 2317-0164 $\varnothing 2$ ГОСТ 14952-75
- 15) Метчик M3x1 E2621.0125

3.2.2 Конструирование и расчет режущего инструмента

Будем конструировать специальный режущий инструмент для обработки зарезьбовой канавки, показанной на рисунке 3.5.

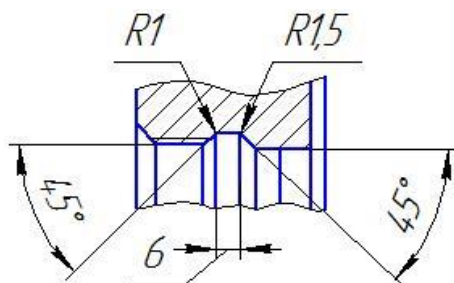


Рисунок 3.5 – Зарезьбовая канавка

Проектируем специальную канавочную фрезу для фрезерования зарезьбовой канавки. Применение данной фрезы позволит упростить маршрут обработки детали и исключить применение координатно-расточного станка для выполнения данной работы.

Характерной особенностью применения грибковых фрез и как следствие их конструктивные особенности вызваны назначением этих фрез, то есть тем, что они предназначены для выполнения Т-образных пазов и других поверхностей с замкнутыми сечениями, которые необходимо фрезеровать сразу по трём сторонам.

Что касается точности обработки, канавочные фрезы позволяют получать поверхности в соответствии с требованиями чертежа при условии правильного расчета режимов резания на обработку, соблюдения условий наличия СОЖ, правильного выбора материала режущей части фрезы и правильной геометрии.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 51 |

3.2.3 Выбор марки материала режущей части

Режущую часть фрез изготавливают из быстрорежущих инструментальных сталей, твердых сплавов и минералокерамических сплавов, эльборы, синтетические и естественные алмазы. Выбор марки быстрорежущей стали для режущего инструмента выбираем в соответствии с таблицей 3.1. В соответствии с видом обработки и обрабатываемым материалом. Сталь 45 является углеродистой качественной сталью. Выбираем твердый сплав, обеспечивающий наивысшую стойкость.

Таблица 3.1 – Выбор марки быстрорежущей стали для режущего инструмента согласно таб.3 [8] глава 3.

| Виды и характер обработки | Марка твердого сплава при обработке | | |
|--------------------------------------|--|----------------------------------|----------------------------|
| | Углеродистой и легированной стали | Трудно обрабатываемых материалов | Коррозионно стойких сталей |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Черновое фрезерование | T15K6 T14K8 T5K10 | T5K10 BK4 BK8 | T5K12 T5K10 T14K8 |
| Получистовое и чистовое фрезерование | T30K4 T15K6 T14K8 | T15K6 T14K8 T5K10 | T15K6 T14K8 |
| Отрезка и прорезка канавок | T15K6 T14K8 T5K10 | BK8 BK8B | BK6M BK4 |
| Сверление глубоких отверстий | T15K6 T14K8 T5K10 T5K12B BK8 | T5K12B BK8B BK8 | BK8 |

Таким образом выбираем универсальный и хорошо зарекомендовавший себя твердый сплав марки T15K6.

Твердый сплав марки T15K6 наиболее широко применяемая для большинства инструментов (фрез, сверл, метчиков, долбяков, протяжек и других инструментов) при обработке углеродистых и качественных сталей.

Твердый сплав марки T15K6 относится к титано-вольфрамовым твердым сплавам.

Химический состав:

– карбид вольфрама 79 %

- кобальт 6 %
- карбид титана 15 %

Предел прочности при изгибе 110 кгс/мм²; удельный вес 11,0–11,7; твердость HRC не менее 90,0.

Корпус фрезы выполнен с целью экономии дорогостоящего материала из конструкционной стали 45.

Режущая часть и хвостовик соединены пайкой латунным припоем.

Размер отверстия равен $\varnothing 206,2^{+0,6}$, диаметр фрезы принимаем $\varnothing 12$, достаточным для того, чтобы беспрепятственно с зазором входить в отверстие и для того, чтобы оставалось свободное пространство для попадания в зону обработки СОЖ. Допуск на диаметр фрезы принимаем конструктивно $-0,025$, что ограничивает разноразмерность зубьев и соответственно биение режущей части фрезы в пределах 0,025 мм

3.2.4 Геометрия фрезы

Количество зубьев определяем по формуле

$$z = m \sqrt{D}, \quad (3.5)$$

где z – число зубьев фрезы;

m – коэффициент, зависящий от типа фрезы, для дисковых трёхсторонних фрез $m=1,2$;

D – диаметр фрезы.

$$z = 1,2 \sqrt{12} = 4,157$$

Принимаем $z = 4$.

Углы в плане φ и φ_1 . Главный угол в плане φ конструктивно = 0° ; вспомогательные углы в плане φ_1 выбираются по таблице и $\varphi_1 = 3^\circ$.

Угол наклона винтовой линии зубьев ω . Применение винтовых зубьев повышает чистоту обработанной поверхности, обеспечивает равномерность процесса фрезерования и создает направление для выхода стружки.

Для обеспечения лучшего резания выбираем по таблице для дисковых трёхсторонних фрез угол наклона винтовой линии зубьев $\omega = 10^\circ$.

Главный передний угол γ . Передний угол необходим для уменьшения силы резания, а также для уменьшения трения сходящей стружки о переднюю поверхность зуба фрезы. При обработке вязких металлов выбираем по таблице передний угол $\gamma = 10^\circ$.

Главный и вспомогательный задние углы влияют на прочность и стойкость зуба фрезы. По таблице выбираем $\alpha = 20$ и $\alpha_1 = 10$.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 53 |

Фрезу по всему профилю затыловывают на величину $K = 0,8$ мм. Величина затылования K – величина понижения кривой затылования между режущими кромками двух соседних зубьев. Для выхода инструмента под затыловку по задней поверхности зубьев фрезы выполняют вспомогательный задний угол $\alpha_{всп} = 35^\circ$ на ширину ленточки $f = 2$ мм.

При эксплуатации фрез основным затруднением является обеспечение нормального отвода стружки. Для этого изменяют угол наклона зубьев, количество зубьев, увеличивают объем стружечного пространства между зубьями.

Канавка – выемка для отвода стружки, ограниченная передней поверхностью одного зуба и задней поверхностью соседнего зуба. Так высота стружечной канавки $h = 2,5$ мм, а радиус канавки – радиус закругления дна канавки – $r = 1$ мм.

Выбрав по таблицам следующие параметры:

- передний угол $\gamma = 10^\circ$;
- главный задний угол $\alpha = 20^\circ$;
- вспомогательный задний угол $\alpha_1 = 10^\circ$;
- угол наклона передней поверхности $\gamma = 10^\circ$;
- углом наклона зубьев $\omega = 10^\circ$;
- ширина ленточки $f = 2$ мм;
- радиус закругления у основания зуба $r = 1$ мм.
- Величина затылования $K = 0,8$ мм

Расчет на прочность.

Определим P_z по формуле:

$$P_z = \frac{C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{мп}, \quad (3.6)$$

где B – ширина фрезерования;

z – число зубьев фрезы;

t – глубина фрезерования;

n – число оборотов фрезы в минуту, об/мин;

C_p – постоянная скорости;

q, x, y, u, w – показатели степени.

$K_{мп}$ – общий поправочный коэффициент на силу резания.

Постоянная C_p для данных (расчетных) условий резания и показатели степени (x, y, n, q, u, w) для каждой из составляющих силы резания приведены в таблицах ([13], табл. 29, с. 75).

$$P_z = \frac{10 \cdot 261 \cdot 0,8^{0,9} \cdot 0,08^{0,8} \cdot 3,7^{1,1} \cdot 4}{12^{1,1} \cdot 1937^{0,1}} \cdot 1 = 145,6 \text{ Н}$$

Определим осевую силу резания P_0 по формуле:

$$P_0 = P_z \cdot \cos\omega; \quad (3.7)$$

$$P_0 = 145,6 \cdot \cos 15^\circ = 34 \text{ Н}$$

Рассчитаем крутящий момент:

$$M_{\text{кр}} = P_z \cdot \frac{D}{2}, \quad (3.8)$$

где P_z – сила резания возникающая при фрезеровании, Н.

$$M_{\text{кр}} = 34 \cdot \frac{12}{2} = 204 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

Рассчитаем напряжение возникающее при изгибе:

$$\sigma_{\text{и}} = \frac{M_{\text{кр}}}{W_x}, \quad (3.9)$$

где W_x – момент сопротивления опасного сечения.

$$W_x = 0,1d^3, \quad (3.10)$$

$$W_x = 0,1 \cdot 7^3 = 34,3 \text{ мм}^3.$$

$$\sigma_{\text{и}} = \frac{204}{34,3} = 5,95 \text{ Н/мм}^2.$$

Определим осевое напряжение по формуле:

$$\sigma_o = \frac{P_o}{F}, \quad (3.11)$$

где F – площадь опасного сечения.

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4}; \quad (3.12)$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 55 |

$$F = \frac{3,14 \cdot 7^2}{4} = 38,5 \text{ мм}^2.$$

$$\sigma_o = \frac{34}{38,5} = 0,88 \text{ Н/мм}^2.$$

Для расчета эквивалентного напряжения необходимо определить суммирующее напряжение и напряжение кручения в опасном сечении:

$$\sigma_{\Sigma} = \sigma_{и} + \sigma_o; \quad (3.13)$$

$$\sigma_{\Sigma} = 5,95 + 0,88 = 6,83 \text{ Н/мм}^2.$$

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_p}, \quad (3.14)$$

где τ – напряжение кручения в опасном сечении, Н/мм²;

W_p – полярный момент сопротивления опасного сечения, мм³.

$$W_p = 0,2 \cdot d^3; \quad (3.15)$$

$$W_p = 0,2 \cdot 7^3 = 68,6 \text{ мм}^3;$$

$$\tau = \frac{204}{68,6} = 2,97 \text{ Н/мм}^2.$$

Определим эквивалентное напряжение по формуле:

$$\sigma_{э\text{кв}} = \sqrt{\sigma_{\Sigma}^2 + \tau^2} \leq [\sigma], \quad (3.16)$$

где $[\sigma]$ – допускаемое напряжение для стали 45 (180 Н/мм²)

$$\sigma_{э\text{кв}} = \sqrt{6,83^2 + 2,97^2} = 7,45 \text{ Н/мм}^2.$$

$$7,45 \leq 180$$

Таким образом, условие прочности выполняется.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 56 |

3.3 Проектирование приспособления для контроля внутренних резьб

Массовое применение в машиностроении и приборостроении деталей с резьбой выдвигает задачи создания высокопроизводительных методов контроля резьбы. При современных высокопроизводительных способах производства резьбовых изделий контроль резьбы часто обходится дороже, чем её изготовление. Поэтому важной задачей является разработка методов и средств контроля, позволяющих увеличить производительность при проверке резьбовых изделий. Увеличение производительности контроля достигается при внедрении средств механизации и автоматизации. Увеличение производительности приводит к снижению затрат на контрольной операции, за счёт чего происходит уменьшение себестоимости изделий. Данная задача актуальна и для предприятия ООО «АСА». В большинстве изготавливаемых изделий резьба является основной сопрягаемой поверхностью, поэтому на предприятии введён 100%-ный контроль резьб. Вследствие этого увеличение производительности и снижение себестоимости изделий является актуальной задачей. В настоящее время контроль резьб на предприятии осуществляется резьбовыми калибрами: пробками и кольцами. Процесс контроля происходит вручную, без применения каких-либо средств механизации.

3.3.1 Выбор схемы замера

Схема контроля внутренней резьбы показана на рисунке 3.2.

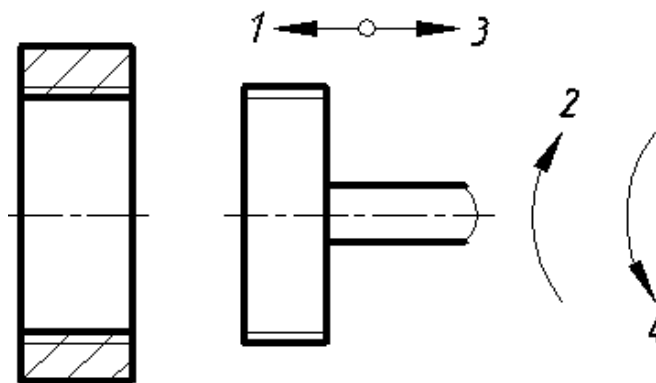


Рисунок 3.2 – Схема контроля внутренней резьбы

Контроль резьбы осуществляется проходной резьбовой калибр-пробкой. Пробке сообщается реверсивное вращательное и возвратнопоступательное движения, зависящие от шага контролируемой резьбы.

3.5.2 Разработка схемы приспособления

Схема приспособление приведена на рисунке 3.3.

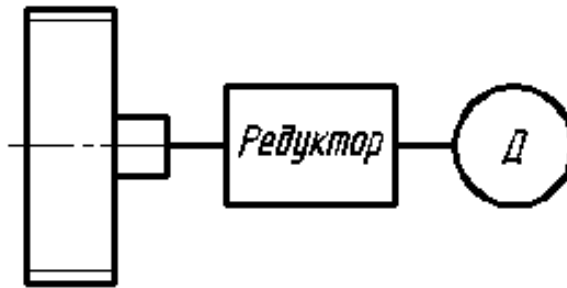


Рисунок 3.3 – Схема приспособления

Из рисунка видно, что вращение калибра передаётся при помощи выходного вала редуктора. Требуемое направление вращения выходного вала редуктора обеспечивается реверсивным электродвигателем. Для контроля внутренней резьбы необходимо подвести устройство к контролируемому отверстию. При нажатии устройством на деталь, включается направление вращения привода, соответствующее заворачиванию пробки. При тянущем усилии происходит переключение направления вращения калибра, и пробка вывинчивается из резьбы детали.

3.3.3 Расчёт основных элементов

Основным элементом приспособления является электродвигатель. Для выбора двигателя определим его мощность и частоту вращения.

Момент сил трения ($H \times m$), который нужно преодолеть, заворачивая пробку в деталь, рассчитывается по формуле:

$$M_{кр} = \frac{d_{ср}}{2} \cdot c \cdot (H - z \cdot \pi \cdot d_{ср} \cdot \operatorname{tg} \alpha) \cdot \operatorname{tg}(\rho - \alpha), \quad (3.17)$$

где $d_{ср}$ – средний диаметр резьбы, м;

c – жёсткость пружины, создающей осевое усилие, Н/м;

H – величина предварительного сжатия пружины, м;

$z = 3$ – число начальных витков;

α – угол наклона резьбы, °;

$\operatorname{tg} \beta = \mu$ – коэффициент трения ($\rho = \operatorname{arctg} \mu$).

Угол наклона резьбы вычисляется по формуле:

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{S}{\pi \cdot d_{ср}}, \quad (3.18)$$

где S – шаг резьбы, м.

Момент сил трения рассчитывается для резьб с наибольшими размерами. Таких резьб две: Спец. трап. 100×12,7 и Пр. 108×12. Рассчитаем момент сил трения для обоих случаев, что найти максимальный момент. Данные для расчёта представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Исходные данные для расчёта крутящего момента

| Параметр | Деталь А | Деталь Б | Деталь В |
|--------------|----------|----------|----------|
| Тип резьбы | M48×1.5 | M18×1 | M3×0.5 |
| d_{cp} , м | 0,047 | 0,017 | 0,00026 |
| S , м | 0,0015 | 0,001 | 0,0005 |
| c , Н/м | 1000 | 1000 | 1000 |
| H , м | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| μ | 0,2 | 0,2 | 0,2 |

Тогда с учётом исходных данных

$$\alpha^A = \operatorname{arctg} \frac{0,0015}{3,14 \cdot 0,047} = 0,0101^\circ;$$

$$\alpha^B = \operatorname{arctg} \frac{0,001}{3,14 \cdot 0,017} = 0,02^\circ;$$

$$\alpha^B = \operatorname{arctg} \frac{0,00026}{3,14 \cdot 0,0005} = 0,1656^\circ$$

$$M_{кр}^A = \frac{0,047}{2} \cdot 1000 \cdot (0,06 - 3 \cdot 3,14 \cdot 0,047 \cdot \operatorname{tg} 0,0101) \cdot \operatorname{tg}(\operatorname{arctg} 0,2 - 0,0101) = 0,16 \text{ Нм};$$

$$M_{кр}^B = \frac{0,017}{2} \cdot 1000 \cdot (0,06 - 3 \cdot 3,14 \cdot 0,017 \cdot \operatorname{tg} 0,02) \cdot \operatorname{tg}(\operatorname{arctg} 0,2 - 0,02) = 0,2 \text{ Нм};$$

$$M_{кр}^B = \frac{0,00026}{2} \cdot 1000 \cdot (0,06 - 3 \cdot 3,14 \cdot 0,00026 \cdot \operatorname{tg} 0,1656) \cdot \operatorname{tg}(\operatorname{arctg} 0,2 - 0,1656) = 0,2 \text{ Нм}$$

Максимальный крутящий момент (Нм) равняется

$$M_{кр}^{\max} = \max(M_{кр}^A; M_{кр}^B; M_{кр}^B) = 0,2 \text{ Нм.}$$

Момент сил трения (Нм), необходимый для вывинчивания пробки из детали рассчитывается по формуле

$$M^{\text{выб}} = 1,25 \cdot M_{\text{кр}}^{\text{max}}; \quad (3.19)$$

$$M^{\text{выб}} = 1,25 \cdot 2 = 0,25 \text{ Нм.}$$

Назначаем число оборотов пробки: $n = 260$ мин⁻¹. Угловая скорость вращения (с⁻¹) определяется по формуле:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}; \quad (3.20)$$

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 260}{30} = 27,23 \text{ с}^{-1}.$$

Выходная мощность электродвигателя (Вт) определяется по формуле :

$$P^{\text{вых}} = M^{\text{выб}} \cdot \omega;$$

$$P^{\text{вых}} = 0,25 \cdot 27,23 = 6,81 \text{ Вт.}$$

Требуемая мощность электродвигателя (Вт) рассчитывается по формуле:

$$P^{\text{тр}} = \frac{P^{\text{вых}}}{\eta_{\text{ред}} \cdot \eta_{\text{дв}}}, \quad (3.21)$$

где $\eta_{\text{ред}} = 0,8$ – коэффициент полезного действия (КПД) редуктора;

$\eta_{\text{дв}} = 0,8$ – КПД электродвигателя.

Тогда мощность электродвигателя равна

$$P^{\text{тр}} = \frac{6,81}{0,8 \cdot 0,8} = 10,64 \text{ Вт.}$$

По рассчитанным характеристикам подбираем мотор-редуктор IG-32GM с реверсивным двигателем мощностью 12 Вт.

3.3.4 Компоновка контрольного приспособления

Для разработки контрольного приспособления выделяются основные направления совершенствования.

Основными направлениями совершенствования процесса контроля являются:

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 60 |

- применение автоматического вращения калибра в двух направлениях: для завинчивания калибра в деталь и его вывинчивания из неё;
- осуществление смены направления вращения калибр-пробки в автоматическом режиме;
- предусмотрение устройства для быстрой замены пробки одного размера на другой;
- включение в конструкцию приспособления устройства для защиты от перегрузок при неполной резьбе;
- выполнение контрольного устройства переносным для возможности контроля крупных деталей.

Разработанное контрольное приспособление для контроля внутренних резьб показано на рисунке 3.4.

Корпус приспособления выполнен в виде цилиндра, в средней части которого расположена рукоятка для его удержания. Корпус состоит из двух пустотелых половин, соединённых винтами. В цилиндрические выточки корпуса установлены два фланца поз. 6 и поз. 7. К фланцу поз. 7 посредством винтов закреплён реверсивный мотор-редуктор поз. 24. Во фланце поз. 6 расположена подшипниковая опора поз. 5. В опоре установлен вал поз. 3, один конец которого посредством винта связан с выходным валом мотор-редуктора, а противоположный – с резьбовой калибр-пробкой при помощи быстросменного патрона.

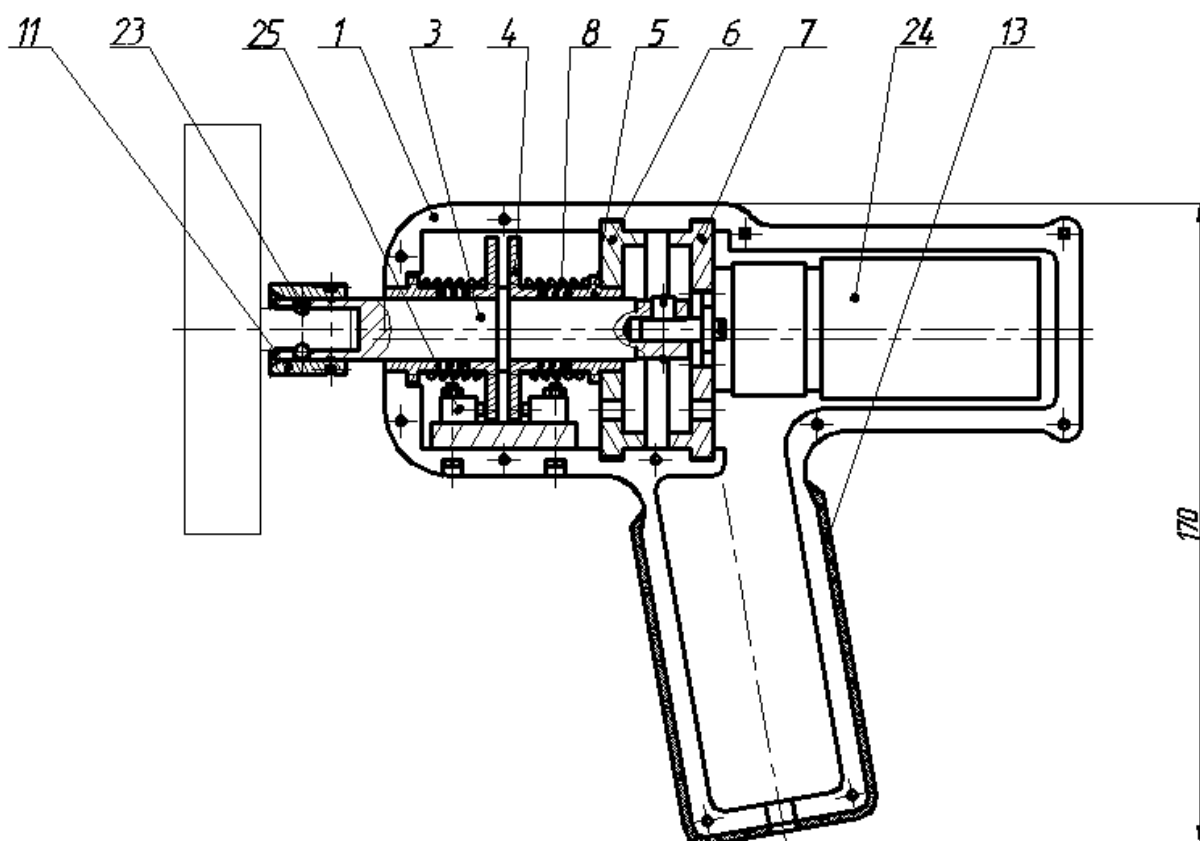


Рисунок 3.4 – Приспособление для контроля внутренних резьб

Быстросменный патрон представляет собой следующую конструкцию. В поперечные отверстия вала заложены два шарика поз. 23, через которые передаётся вращение от вала к пробке. Для удержания шариков от выпадения в процессе работы, на валу установлена подвижная втулка поз. 11. Необходимое положение втулки во время работы обеспечивается пружинным фиксатором, который устанавливается на втулку и фиксируется в канавке вала.

На валу в средней части корпуса расположены подпружиненные диски поз. 4 для включения одного из микровыключателей поз. 25, соединённых контактной системой с мотор-редуктором. Каждый из микровыключателей отвечает за одно из направлений вращения вала. Для предотвращения быстрого износа микровыключателей диски выполнены не вращающимися, для чего в одной из половин корпуса установлен винт, который проходит через оба диска и заворачивается во фланец поз. 6.

Для обеспечения комфортной работы контролёра, на металлическую рукоятку приспособления надет резиновый колпачок поз. 13.

Первоначально на свободный конец вала устанавливается резьбовая калибр-пробка. Для этого необходимо сдвинуть подвижную втулку в сторону корпуса до упора в его торец. Затем в отверстие вала устанавливается пробка так, чтобы шарики вошли в поперечные засверленные отверстия на пробке. После этого, вернуть подвижную втулку в исходное положение: фиксатор должен войти в канавку вала.

Перед началом работы подпружиненные диски находятся в нейтральном положении, то есть контакты разомкнуты, вал не вращается.

Для контроля внутренней резьбы необходимо подвести устройство к контролируемому отверстию. При нажатии устройством на деталь, обеспечивается сжатие одной из пружин, и через диск осуществляется воздействие на один из микровыключателей, который включает направление вращения привода, соответствующее заворачиванию пробки. При тянущем усилии происходит воздействие на второй микровыключатель, и пробка вывинчивается из резьбы детали с большим моментом.

Выводы по разделу три

Спроектировано приспособление для токарной операции. Сконструирован режущий инструмент для обработки канавки – фреза грибковая. Выбрана марка материала и геометрия режущей фрезы.

Спроектировано приспособление для контроля внутренних резьб детали.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 62 |

4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

В данном разделе выполним планировку механического участка обработки детали типа «Крышка приборная». Первым этапом выполнения является выбор и определение количества оборудования.

4.1 Выбор и определение количества оборудования

Отношение расчетного количества оборудования к принятому оборудованию – это коэффициент загрузки или использования оборудования. При большем значении оборудование будет перегружено и потребуются увеличение числа станков. При меньшем значении коэффициента – необходимо догружать станок другими операциями.

$$K_{зо} = \frac{C_p}{C_{пр}}. \quad (4.1)$$

Произведем расчеты для проектируемого варианта.

Операции 020,050 – фрезерно-сверлильные. Станок MACTURN 350.

$$\sum T_{шт} = 127,97 + 298,58 = 426,54 \text{ мин.}$$

Расчетное число станков:

$$C_p = \frac{T_i}{F_d \cdot m}, \quad (4.2)$$

$$C_p = \frac{426,54 \cdot 1000}{60 \cdot 3895} = 1,82$$

Принятое число станков $C_{пр} = 2$.

Коэффициент загрузки оборудования $K_{зо} = 0.91$

Операции 030, 060 – моечная. MAGIDO L800FP .

$$\sum T_{шт} = 20 \text{ мин}$$

Принятое число станков $C_{пр} = 1$.

Коэффициент загрузки оборудования $K_{зо} = 0.08$

Операции 070 – слесарная. Стол слесарный.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 63 |

$$\sum T_{шт} = 59.45 \text{ мин.}$$

Расчетное число оборудования:

$$C_p = \frac{59,45 \cdot 1000}{60 \cdot 3895} = 0,25$$

Принимаем $C_{пр} = 1$

Коэффициент загрузки оборудования $K_{зо} = 0.25$

Операции 060, 090 – контрольные. Стол контролера.

$$\sum T_{шт} = 10.5 + 40.5 = 51 \text{ мин.}$$

Расчетное число оборудования:

$$C_p = \frac{51 \cdot 1000}{60 \cdot 3895} = 0,21$$

Принимаем $C_{пр} = 1$

Коэффициент загрузки оборудования $K_{зо} = 0,21$

Полученные данные для разрабатываемого технологического процесса сведем в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Количество оборудования в проектируемом варианте

| Используемое оборудование | Коэффициент загрузки оборудования | Количество оборудования |
|---------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| МАСТURN 350 | 0,91 | 2 |
| MAGIDO L800FP | 0,08 | 1 |
| Стол слесарный | 0,25 | 1 |
| Стол контролера | 0,21 | 1 |
| | $K_{з.о. ср.} = 0,36$ | $\sum = 5$ |

Из сделанных расчетов видно, что оборудование на участке имеет низкий средний коэффициент загрузки оборудования. Следовательно, появляется возможность дополнительно нагрузить имеющееся оборудование.

4.2 Определение состава и количества работающих

Рассчитаем количество основных работающих для проектируемого варианта.

Определение количества производственных рабочих ведем по каждой профессии отдельно, с учетом двухсменной работы. Для серийного производства количество производственных рабочих определяем по числу станков по формуле:

$$P_{\text{ст}} = \frac{T_{\text{шт}} \cdot N}{60 \cdot F_{\text{д.р.}} \cdot S_p}, \quad (4.3)$$

где S_p – количество станков ЧПУ, на которых может одновременно работать один рабочий $S_p = 2$.

Если рассчитанное количество производственных рабочих получится дробное, то его округляем до целого числа.

Произведем расчеты для проектируемого варианта.

Операции 020,050–фрезерно-сверлильная. Станок МАСТURN 350.

$$\sum T_{\text{шт}} = 426,54 \text{ мин.}$$

$$P_{\text{ст}} = \frac{426,54 \cdot 1000}{60 \cdot 1780 \cdot 2} = \frac{28110}{160200} = 1,99$$

С учетом двухсменной работы принимаем $P_{\text{ст}} = 4$ человек.

Коэффициент занятости $K_z = 0,49$

Операции 070 – слесарные. Стол слесарный.

$$\sum T_{\text{шт}} = 59,45 \text{ мин.}$$

$$P_{\text{ст}} = \frac{59,45 \cdot 1000}{60 \cdot 1780 \cdot 1,5} = 0,37$$

С учетом двухсменной работы принимаем $P_{\text{ст}} = 2$ человека.

Коэффициент занятости $K_z = 0,37$

Полученные данные для проектируемого варианта сведем в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 – Количество основных рабочих в проектируемом варианте

| Специальность | Коэффициент занятости персонала | Количество персонала |
|-----------------------|---------------------------------|----------------------|
| Оператор станка с ЧПУ | 0,49 | 2 |

Продолжение таблицы 4.2

| Специальность | Коэффициент занятости персонала | Количество персонала |
|-----------------------|---------------------------------|----------------------|
| Наладчик станка с ЧПУ | 0,49 | 2 |
| Слесарь | 0,37 | 2 |
| | Кз. ср. = 0,41 | $\Sigma = 6$ |

Определим численность вспомогательных рабочих.

Для выполнения вспомогательных работ в цехе в состав рабочего персонала включаются вспомогательные рабочие. К ним относятся мойщики, контролёры инструментальщики, кладовщики, транспортные и другие подсобные рабочие.

Определение потребного количества вспомогательных рабочих ведем с учетом того, что большая их часть выполняет общецеховые функции, обслуживая несколько участков цеха. В серийном производстве общее количество вспомогательных рабочих в цехе составляет 20–25% от числа производственных рабочих.

- контролеры ОТК – 1 контролер на 20 основных рабочих;
- транспортные рабочие – 8% от числа основных рабочих;
- мастер – 1 на участок;
- младший обслуживающий персонал цеха (МОП): уборщики цеховых и бытовых помещений – 2-3% от общего числа производственных рабочих (1 на 500 м² площади цеха);
- служащие цеха делятся на две категории: инженерно-технические работники (ИТР) – 16–22% от числа основных рабочих и счетно-конторский персонал (СКП) – 1,5–3% от числа основных рабочих.

Таким образом, подсчитывая, представим численность рабочих в проектируемом варианте с помощью таблицы 4.3.

Таблица 4.3 – Численность вспомогательных рабочих

| Специальность | Проектируемый вариант |
|----------------------|-----------------------|
| Транспортные рабочие | 1 |
| Контролеры | 1 |
| Мастер | 1 |
| Уборщица | 1 |
| Мойщик | 1 |
| Упаковщик | 1 |
| | $\Sigma = 6$ |

4.3 Определение потребного количества мостовых кранов

В качестве погрузочного и транспортного устройства на участке применяется кран мостовой грузоподъёмностью 10 т, управляемый с помощью подвесного кнопочного пульта.

Расчёт потребного количества мостовых кранов проводится на основе веса перемещаемых грузов и количества крановых операций. Потребное количество кранов определяется по формуле

$$K = \frac{D \cdot i}{\Phi \cdot m} \cdot \frac{\left(\frac{l_{CP}}{V_{CP}} + t_3 + t_p \right)}{\Phi_H \cdot K_1}, \quad (4.4)$$

где D – количество перевезённых грузов (контейнеров) на годовую программу выпуска деталей;

i – количество крановых операций на один перевезённый груз;

$\Phi = 247$ – количество рабочих дней в году;

$m = 2$ – количество рабочих смен в сутки;

l_c – средняя длина пути на одну крановую операцию, м;

$V_{CP} = 30$ м/мин – средняя скорость движения крана;

$t_3 = 2$ мин – время на одну загрузку;

$t_p = 1$ мин – время на одну разгрузку;

$\Phi_H = 480$ мин – номинальный фонд времени работы крана;

$K_1 = 0,85$ – коэффициент, учитывающий простои крана.

Количество перевезённых грузов определяется по формуле:

$$D = \frac{N^{ГОД} \cdot G_1}{G_K}, \quad (4.5)$$

где $N^{ГОД} = 1000$ шт – годовая программа выпуска деталей;

G_1 – вес одной детали, кг;

G_K – вес контейнера с деталями, кг.

Вес одной детали принимается равным весу заготовки $G_1 = 6,68$ кг. Вес контейнера с деталями принимается равным 835 кг. Тогда с учётом принятых данных количество перевезённых грузов равно

$$D = \frac{1000 \cdot 6,68}{835} = 8.$$

Количество крановых операций (загрузок и разгрузок) на один перевезённый груз равно единице. Средняя длина пути на одну крановую операцию

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 67 |

принимается равной половине длины участка, то есть $l_{cp} = 17,5$ м. Тогда потребное количество кранов равно

$$K = \frac{8 \cdot 1}{247 \cdot 2} \cdot \frac{\left(\frac{17,5}{30} + 2 + 2\right)}{480 \cdot 0,85} = 0,0018 \text{ шт.}$$

4.4 Определение потребного количества тележек

Тележки используются для межоперационного транспортирования деталей. Потребное количество тележек определяется по формуле:

$$T = \frac{Q \cdot i}{q \cdot 85 \cdot \Phi_H \cdot m \cdot K_1} \cdot \left(\frac{l_{cp}}{V_{cp}} + t_3 + t_p \right), \quad (4.6)$$

где $Q = 1000$ шт – годовая программа выпуска деталей;

i – количество транспортных операций с грузом на один рейс;

q – заполнение тележки за один рейс;

$\Phi_H = 2070$ мин – номинальный годовой фонд времени работы тележки;

$m = 2$ – количество рабочих смен в сутки;

$K_1 = 0,97$ – коэффициент, учитывающий простои тележки;

l_{cp} – средний пробег тележки за один рейс, м;

V_{cp} – средняя скорость тележки, м/мин;

$t_3 = 5$ мин – время одной загрузки тележки;

$t_p = 5$ мин – время одной разгрузки тележки.

Количество транспортных операций на один рейс равно единице. За один рейс тележка заполняется пятью деталями, то есть $q = 5$ шт. Средний пробег тележки принимается равным половине длине участка, то есть $l_{cp} = 17,5$ м. Скорость тележки равна $V_{cp} = 55$ м/мин. Тогда количество тележек будет равно

$$T = \frac{1000 \cdot 4}{4 \cdot 85 \cdot 2070 \cdot 2 \cdot 0,97} \cdot \left(\frac{17,5}{55} + 5 + 5 \right) = 1,89 \text{ шт.}$$

Принимаем $T = 2$ шт.

4.5 Выбор способа транспортирования стружки

В результате механической обработки образуется значительное количество стружки, которую необходимо удалять с территории участка. Для выбора

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 68 |

способа транспортирования стружки определяется количество стружки (т) на 1 м² площади цеха. Первым этапом рассчитывается масса стружки

$$m_{СТР} = \frac{(m_{ЗАГ}^Б - m_{ДЕТ}^Б) N^{ГР}}{1000}, \quad (4.7)$$

где $m_{ДЕТ}^Б = 2,61$ кг – масса детали Б;

$m_{ЗАГ}^Б = 6,68$ кг – масса заготовки для детали Б.

Тогда масса стружки по формуле равняется

$$m_{СТР} = \frac{(1,0 - 0,650) \cdot 2400}{1000} = 4,07 \text{ т.}$$

Площадь цеха определяется по удельной площади, приходящейся на единицу оборудования. Нормы удельных площадей назначаются по рекомендациям [19] в зависимости от наибольшего габаритного размера оборудования. Расчёт удельной площади цеха представлен в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Расчёт удельной площади цеха

| Мод. станка | Габаритные размеры, мм | | | Количество станков, шт. | Удельная площадь, м ² | |
|-------------------|------------------------|--------|--------|-------------------------|----------------------------------|----------------------|
| | Длина | Ширина | Высота | | на один станок | на все станки модели |
| MacTurn 350 | 4560 | 2950 | 2640 | 2 | 30 | 60 |
| MAGIDO L800FP | 1160 | 1750 | 1200 | 1 | 25 | 25 |
| $\Sigma (S_{уд})$ | | | | | | 85 |

Тогда количество стружки, приходящейся на 1 м² площади цеха будет равно

$$\frac{m_{СТР}}{S_{уд}} = \frac{4,07}{85} = 0,047 \text{ т/м}^2.$$

Так как $\frac{m_{СТР}}{S_{уд}} < 0,3 \text{ т/м}^2$, то назначается система уборки стружки М – механизированная с использованием ручного труда.

4.6 Планировка оборудования и определение производственной площади

В состав механического цеха входят вспомогательные отделения и складские помещения. 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.

Определение площади склада заготовок.

Склад заготовок предназначен для хранения запасов заготовок – отливок, поковок, штамповок и по возможности должен быть объединен с заготовительным отделением.

Запас заготовок в складе должно быть не велико. Так как его назначение является обеспечивать регулярное снабжение заготовками для бесперебойной работы станков.

Определяем площадь склада заготовок по формуле:

$$S_{\text{с.з.}} = \frac{Q_1 \cdot t_1}{\Phi \cdot q_1 \cdot k}, \quad (4.8)$$

где $S_{\text{с.з.}}$ – площадь склада заготовок, м²;

Q_1 – масса заготовок, обрабатываемых на участке в течение года ($Q_1 = 40$ т);

t_1 – количество дней запаса заготовок ($t_1 = 10$ дней);

Φ – число рабочих дней в году ($\Phi = 247$ дней);

q_1 – грузонапряженность на пол склада ($q_1 = 1.5 \div 2.5$ т/м²);

k – коэффициент использования площади склада, учитывающий проходы и проезды ($k = 0.4 \div 0.5$).

$$S_{\text{с.з.}} = \frac{40 \cdot 10}{247 \cdot 2 \cdot 0,5} = 3,05 \text{ м}^2$$

Ввиду малой площади, склад заготовок находится в общецеховом складе заготовок.

Межоперационный склад предназначен для хранения деталей в процессе их изготовления (между операциями обработки), то есть для хранения полуфабрикатов.

Площадь межоперационного склада рассчитывается по средней массе Q_2 (больше чистого веса деталей на 7–8%), по числу заходов деталей в промежуточную кладовую и по продолжительности пролеживания деталей на складе.

Площадь межоперационного склада определяется по формуле:

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 70 |

$$S_{\text{с.м.}} = \frac{Q_2 \cdot t_2 \cdot i}{\Phi \cdot q_2 \cdot k}, \quad (4.9)$$

где $S_{\text{с.м.}}$ – площадь межоперационного склада, м^2 ;

Q_2 – средняя масса деталей ($Q_2 = 30 \text{ т}$);

t_2 – количество дней запаса деталей ($t_1 = 7$ дней);

i – среднее количество операций, после которых детали будут заходить на склад ($i = 5$);

Φ – число рабочих дней в году ($\Phi = 247$ дней);

q_2 – грузонапряженность на пол склада ($q_1 = 0.9 \div 1.7 \text{ т/м}^2$);

k – коэффициент использования площади склада, учитывающий проходы и проезды ($k = 0,5$).

$$S_2 = \frac{30 \cdot 7 \cdot 5}{247 \cdot 1 \cdot 0,5} = 3,48 \text{ м}^2$$

Определение площади склада готовых деталей.

Площадь склада определяется по формуле:

$$S_{\text{с.г.}} = \frac{Q_3 \cdot t_3}{\Phi \cdot q_3 \cdot k}, \quad (4.10)$$

где $S_{\text{с.г.}}$ – площадь склада готовых деталей, м^2 ;

Q_3 – чистая масса ($Q_3 = 30 \text{ т}$);

t_3 – количество дней запаса деталей ($t_1 = 5$ дней);

Φ – число рабочих дней в году ($\Phi = 247$ дней);

q_3 – грузонапряженность на пол склада ($q_1 = 0.4 \div 0.6 \text{ т/м}^2$);

k – коэффициент использования площади склада, учитывающий проходы и проезды ($k = 0,4$).

$$S_3 = \frac{30 \cdot 5}{247 \cdot 0,5 \cdot 0,4} = 3,03 \text{ м}^2$$

Ввиду малой площади, склад готовых деталей находится в общецеховом складе готовых деталей.

Площадь ИРК определяем по числу обслуживаемых производственных металлорежущих станков. Исходя из типа производства и габаритных размеров деталей принимаем площадь ИРК на один станок равным $0,5 \text{ м}^2$, а площадь приспособлений на один производственный станок – $0,3 \text{ м}^2$.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 71 |

Следовательно, общая площадь ИРК равна $(0,5 + 0,3) \cdot 4 = 3,2 \text{ м}^2$.

Эта площадь участка входит в площадь ИРК цеха.

Определим площадь контрольного отделения.

Площадь контрольного отделения определяется по числу контролеров. В нашем случае число контролеров – 1 человек. На одного контролера в среднем принимается 6 м^2 площади.

Определение ширины пролета здания и укрупненной площади участка.

Ширина пролета здания цеха, где расположен проектируемый участок, зависит от габаритов технологического и грузоподъемного оборудования. Если технологическое оборудование на участке мелкое или среднее, то ширину пролета можно принять 18 м, но не шире 24 м. Для крупных и уникальных станков – 24 или 30 (36) м.

Принимаем ширину пролета здания 18 м.

Укрупнено площадь участка можно определить исходя из удельной площади приходящейся на единицу оборудования. Удельная площадь для мелкого оборудования принимается равным примерно $20...25 \text{ м}^2$, для среднего – $30...35 \text{ м}^2$, для крупного – $45...60 \text{ м}^2$. Площадь, рассчитанная по удельной площади, применяется для предварительной компоновки и уточняется при распланировке всего оборудования, рабочих мест, с учетом разрывов, предусмотренных нормами технологического проектирования и подъемно-транспортных устройств.

Укрупненная площадь участка $S = 100 \text{ м}^2$.

Для разработки планировки участка выполняем следующие действия:

- вычерчиваем в масштабе 1:100 габариты всего технологического основного оборудования, изображаем пролет участка;
- решаем вопрос о последовательности выполнения технологических операций, размещения групп станков, вспомогательных участков и площадей;
- решаем вопрос о выборе внутриучасткового транспорта. В зависимости от габаритов принятых транспортных средств определяем ширину проездов и проходов;
- по нормам технологического проектирования определяем расстояние между оборудованием и строительными конструкциями зданий.

Далее расставляем технологическое оборудование на помеченных ранее местах с соблюдением норм технологического проектирования. При этом размещаем вспомогательное оборудование, стеллажи, тумбочки и другую оснастку.

В серийном и массовом производстве оборудование расставляют по ходу технологического процесса (то есть в порядке следования технологических операций), а в мелкосерийном и единичном чаще по типам станков.

Все станки на участке, располагаются перпендикулярно проезду. На этих станках каждый рабочий обслуживает один станок. Расстояние между станками выбирается по рекомендациям[19]: при расположении станков «в затылок» расстояние между ними равно 1500 мм, при расположении станков друг к другу боковыми сторонами – 900 мм, тыльными сторонами – 800 мм, фронтальными сторонами и обслуживании одним рабочим одного станка – 2500 мм.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 72 |

Планировка и организация рабочего места имеет важное значение для увеличения производительности труда, уменьшения утомляемости рабочего, для устранения потерь времени на лишнее хождение, для удобного расположения инструмента, заготовок. Рабочее место оборудуется тумбочкой, в которой хранятся инструменты постоянного пользования и средства по уходу за станком.

Заготовки поступают со склада заготовок. Ввоз и вывоз заготовок производят на тележках. Транспортирование деталей к рабочим местам производят также при помощи тележек, подвод сжатого воздуха и СОЖ производят централизованно.

Отработанная стружка утилизируется с помощью линейного подпольного стружкоуборочного конвейера, расположенного вдоль станочных линий на протяжении цеха со специальной тарой в конце конвейера в углублении на подъемнике. Заполненная стружкой тара вывозится на накопительную площадку или участок переработки. Ширина конвейера 450 мм. Располагаем линейный конвейер в специальном канале глубиной 600 мм [19, с.229].

4.7 Выбор типа, формы и определение размеров здания

Минимальная высота пролёта определяется по высоте до головки подкранового рельса. Высота до головки подкранового рельса (м) рассчитывается по формуле:

$$H_k = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, \quad (4.11)$$

где h_1 – максимальная высота оборудования, м;

h_2 – минимальное расстояние между оборудованием и перемещаемым грузом

h_3 – высота транспортируемых грузов, м;

h_4 – высота крана, м.

Оборудованием с максимальной высотой является станок модели MacTurn 350 высотой 2,64 м. По рекомендациям [19] высота h_1 назначается не менее 2,3 м. Принимаем $h_1 = 2,64$ м. Минимальное расстояние между оборудованием и перемещаемым грузом $h_2 = 0,5$ м [19]. Высота транспортирования грузов принимается равной $h_3 = 2$ м, высота крана – $h_4 = 0,9$ м. С учётом принятых данных

$$H_k = 2,64 + 0,5 + 2 + 0,9 = 6,04 \text{ м.}$$

Расчётное значение корректируется до ближайшего стандартного. Принимаем 6,2 м. В зависимости от величины H_k принимаем высоту пролёта $H = 8,4$ м.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 73 |

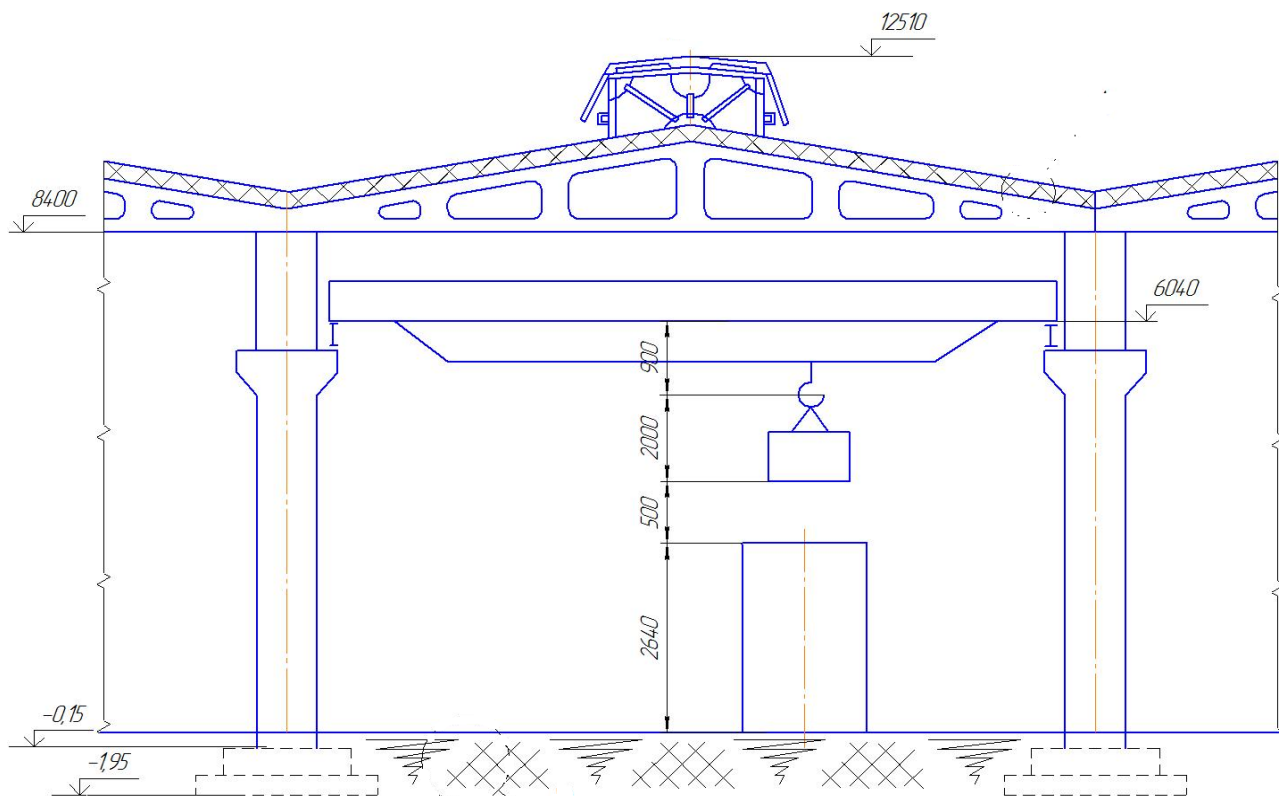


Рисунок 4.1 – Поперечный разрез здания

Колонны здания железобетонные серии КЭ-01-49 высотой 8,4 м. с консолями прямоугольного сечения 400×800 мм (рисунок 4.2). Торцовые колонны здания смещены внутрь относительно разбивочной оси на 500 мм. Это необходимо для того, чтобы пропустить колонны фахверка [19].

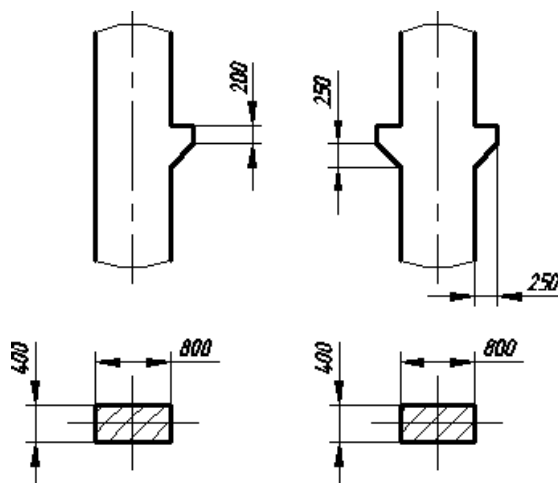


Рисунок 4.2 – Колонны крайних и средних пролётов

Фундаменты под колонны представляют собой отдельно стоящие железобетонные ступенчатые конструкции, на которые устанавливаются также железобетонные фундаментные балки под стены. Верхняя плоскость фундамента располагается на 150 мм ниже уровня пола, подошва фундамента – на 1,95 м [19].

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 74 |

Размеры фундаментов назначаются в зависимости от серии и сечения колонны (рисунок 4.3).

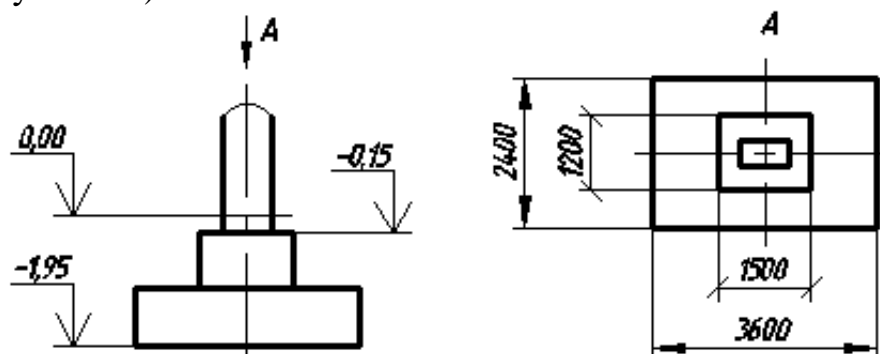


Рисунок 4.3 – Фундамент под колонны

Несущей конструкцией здания являются железобетонные решётчатые фермы серии 1.462-3 [19]. Габаритные размеры фермы: длина 11960 мм, высота 1390 мм, толщина 200 мм (рисунок 4.4).

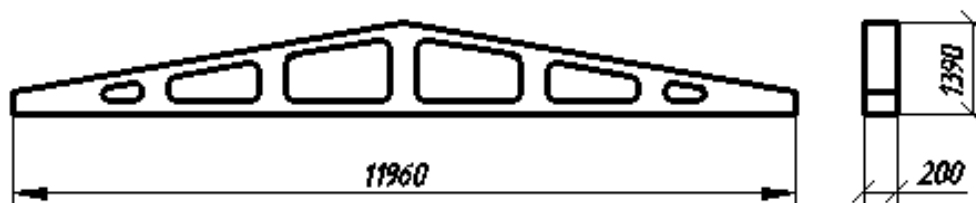


Рисунок 4.4 – Железобетонная ферма серии 1.462-3

Ограждающим покрытием здания является утеплённая многослойная кровля. Кровля состоит из сборных настилов, укладываемых по фермам (рисунок 4.5).

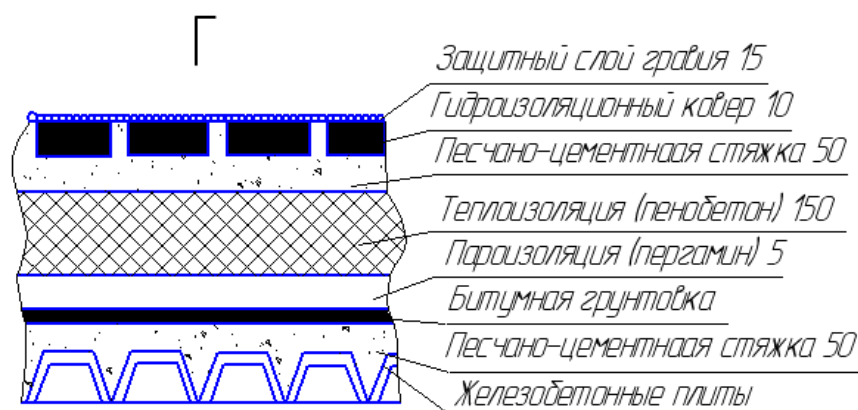


Рисунок 4.5 – Конструкция кровли

Несущим настилом являются железобетонные плиты. В качестве первого слоя применяется песчано-цементная стяжка, выравнивающая плиты покрытия и

заполняющая их швы. Она покрывается битумной грунтовкой. Затем укладывается

вакуумная теплоизоляция, представляющий собой вакуумную теплоизоляционную панель, покрытую экструдированным пенополистеролом.

Затем устанавливается ребристая решетка из металлического профиля. Она покрывается гидроизоляционным ковром.. Гидроизоляция покрытия здания выполняется из трёх-четырёх слоёв рулонных гидроизоляционных материалов, последовательно наклеиваемых внахлест при помощи горячей битумной мастики. Для улучшения сопротивляемости разрушению дёгтевого ковра под действием солнечной радиации, сверху накрывают профнастилом, который крепится к металлической обрешетке.

В качестве наружного ограждения применяются стены толщиной 500 мм. Вход на территорию цеха осуществляется через распашные ворота. Ширина ворот 4 м, высота – 4,2 м [19].

Оборудование на участке устанавливается непосредственно на полу. Пол представляет собой многослойную конструкцию (рисунок 4.6), включающую трамбованный грунт, надёжную бетонную подготовку толщиной 200...300 мм, песчано-цементную стяжку для выравнивания, слой гидроизоляции, а также покрытие пола из бетона [19].

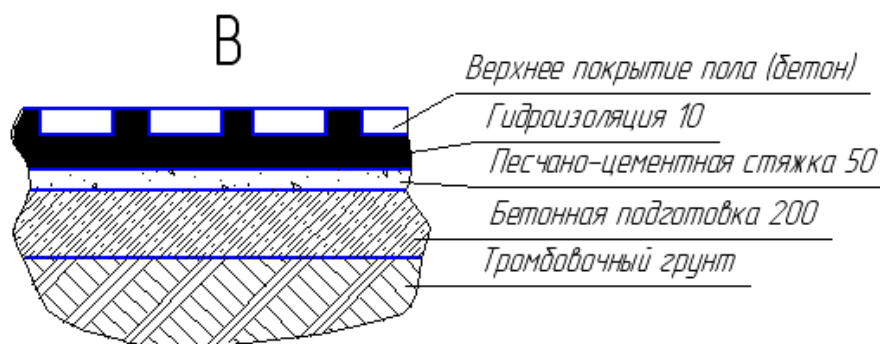


Рисунок 4.6 – Конструкция пола

По результатам проделанной работы проектируем участок механической обработки (рисунок 4.7).

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 76 |

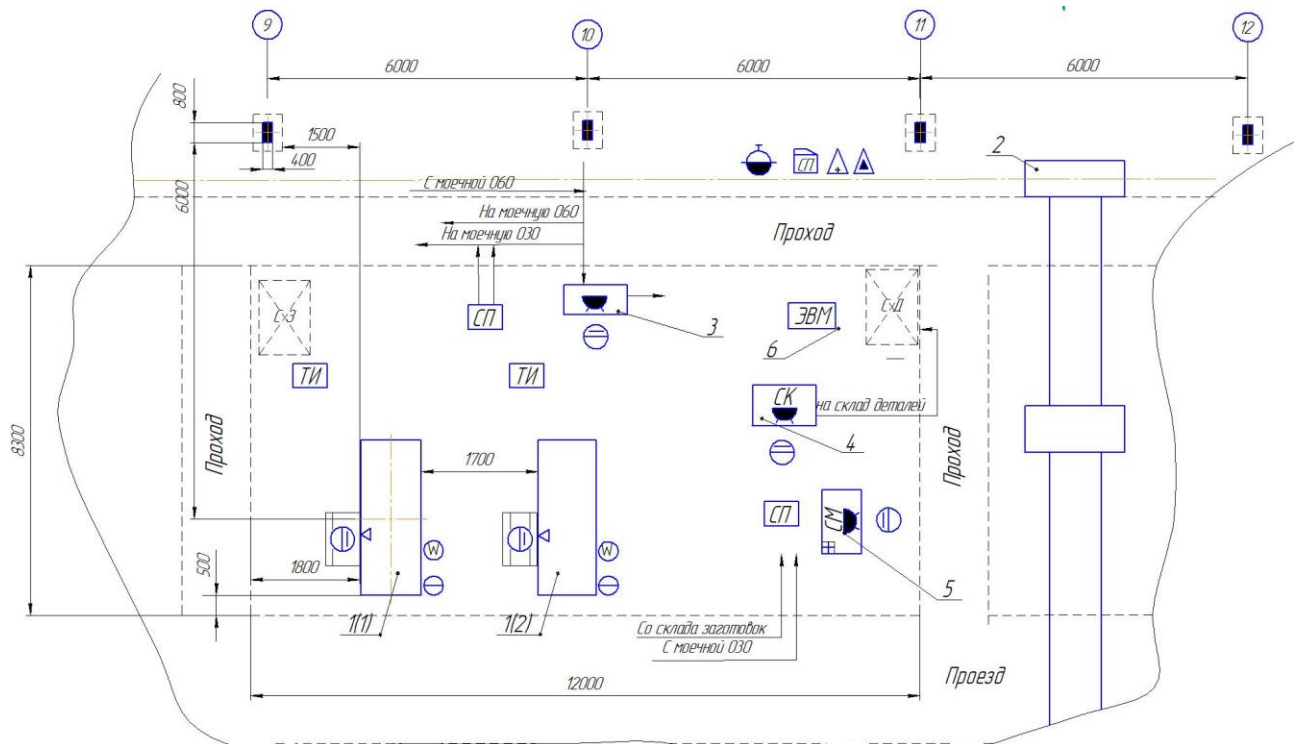


Рисунок 4.7 – Планировка участка механической обработки

Выводы по разделу четыре

В строительном разделе произведены расчёты количества оборудования, количества производственных и вспомогательных рабочих. Для годового объёма выпуска деталей рассчитаны транспортные средства, склад заготовок, подъёмно транспортное оборудование, транспортирование стружки. Также рассчитаны размеры участка механической обработки детали «Крышка приборная».

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

15.03.05.2020.126.000 ПЗ

Лист

77

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Обеспечение защиты от механического травмирования на производственном участке

К средствам обеспечения защиты работающих от механического травмирования на производственном участке (физического опасного фактора) относятся:

- ограждения (кожухи, козырьки, дверцы, экраны, щиты, барьеры и т. д.);
- предохранительные – блокировочные устройства (механические, электрические, электронные, пневматические, гидравлические и т. д.);
- тормозные устройства (рабочие, стояночные, экстренного торможения);
- сигнальные устройства (звуковые, световые), которые могут встраиваться в оборудование или быть составными элементами.

Для обеспечения безопасной эксплуатации производственного оборудования его оснащают надежно работающими тормозными устройствами, гарантирующими в нужный момент остановку машины, сигнализацией, оградительными и блокировочными устройствами, устройствами аварийного отключения, устройствами дистанционного управления, устройствами электробезопасности.

Тормозные устройства могут быть механическими, электромагнитными, пневматическими, гидравлическими и комбинированными. Тормозное устройство считается исправным, если установлено, что после отключения оборудования время выбега опасных органов не превышает указанных в нормативной документации.

Сигнализация является одним из звеньев непосредственной связи между машиной и человеком. Она способствует облегчению труда, рациональной организации рабочего места и безопасности работы. Сигнализация может быть звуковая, световая, цветовая и знаковая. Сигнализация должна быть расположена и выполнена так, чтобы сигналы, предупреждающие об опасности, были хорошо различимы и слышны в производственной обстановке всеми лицами, которым может угрожать опасность.

Блокировочные устройства предназначены для автоматического отключения оборудования, при ошибочных действиях работающего или опасных изменениях режима работы машин, при поступлении информации о наличии опасности травмирования через имеющиеся чувствительные элементы контактным и бесконтактным способом.

Блокировочные устройства различают:

1. Механические.

Основаны на принципе разрыва кинематической цепи.

2. Струйные.

При пересечении рукой работающего струи воздуха, истекающей из управляемого сопла, восстанавливается ламинарная струя между другими соплами, перекрывающая логический элемент, который передает сигнал на остановку рабочего органа.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 78 |

3. Электромеханические.

Основаны на принципе взаимодействия механического элемента с электрическим в результате чего отключается система управления машиной.

4. Бесконтактные.

Основаны на фотоэлектрическом эффекте, ультразвуке, изменении амплитуды колебаний температуры и тд. Датчики передают сигнал на исполнительные органы при пересечении работающими границ рабочей зоны оборудования.

5. Электрические.

Отключения цепи приводит к мгновенной остановке рабочих органов.

Металлообрабатывающие станки должны иметь предохранительные устройства от перегрузки, способной вызвать поломку деталей станка и травмирование обслуживающего персонала.

В станках (автоматических линиях), в которых во время наладки при ручном переключении золотников гидростанции происходит перемещение сборочных единиц не толчковое, а на всю длину хода, для случаев, когда оператор не может воспользоваться кнопкой отключения на пульте управления станком (линией) не отходя от гидростанции должна установлена кнопка аварийного отключения гидропривода.

Станки должны иметь устройства, предупреждающие самопроизвольное опускание шпинделей, кронштейнов, головок, бабок, рукавов (в радиально-сверлильных станках), поперечин и других сборочных единиц. Перемещение сборочных единиц станков должно в крайних положениях ограничиваться устройствами, исключающими их перебеги за допустимые пределы.

В станках с механизированным или автоматизированным закреплением заготовок должна быть блокировка, которая обеспечивает включение цикла обработки только после окончания закрепления детали.

Устройства для закрепления на станках патронов, планшайб, оправок, насадных головок, инструмента и других съемных элементов должны исключать самопроизвольное ослабление при работе закрепляющих устройств и свинчивание съемных элементов при реверсировании вращения.

В многоинструментальных станках с числовым программным управлением (кроме токарных) должны предусматриваться блокировки, обеспечивающие возможность автоматической смены инструмента, лишь в случаях, когда шпиндель не вращается. Возможна смена инструмента при медленно вращающемся шпинделе, когда это предусмотрено конструкцией станка и не вызывает опасности травмирования.

Оградительные устройства предназначены для предотвращения случайного попадания человека в опасную зону. Они применяются для изоляции движущихся частей машин, зон обработки станков, прессов, ударных элементов машин и т. д. Оградительные устройства могут быть стационарными, подвижными и переносными. Оградительные устройства могут быть выполнены в виде защитных кожухов, дверец, козырьков, барьеров, экранов.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 79 |

Оградительные устройства должны соответствовать ГОСТ 12.2.062-81 «Оборудование производственное. Ограждения защитные». Также должны соблюдаться правила ПОТ РО 14000-001-98 «Правила по ОТ на предприятии и в организациях машиностроения».

Движущиеся части оборудования, например, ременные, цепные, зубчатые передачи, расположенные вне корпуса станков и представляющие опасность травмирования, должны иметь оградительные устройства (далее – ограждения), (сплошные, с жалюзи, с отверстиями), обладающие достаточной прочностью и оснащенные, при необходимости, устройствами (рукоятками, фиксаторами, скобами и т.п.) для удобного и безопасного их открывания или снятия, перемещения и установки [20].

Допускается не ограждать движущиеся части оборудования, расположенные на высоте более 2400 мм, в труднодоступных местах и не представляющие опасности, например, вращающиеся со скоростью менее 50 об/мин гладкие валы или ограждение которых невозможно из-за их функционального назначения [20].

Движущиеся части оборудования, расположенные на высоте более 2400 мм от уровня пола или площадки обслуживания, являющиеся потенциальными источниками опасности, например, при их разрушении, должны быть ограждены.

В зависимости от назначения и частоты использования ограждения могут быть стационарные, открывающиеся, откидные или съемные, сплошные или изготовленные из отдельных секций. Для удобства обслуживания защищенных частей машин и механизмов в стационарных или крупногабаритных ограждениях должны быть предусмотрены дверцы или крышки.

Ограждения должны составлять единое целое с конструкцией оборудования и соответствовать требованиям технической эстетики.

Защитная функция ограждения не должна уменьшаться под воздействием производственных факторов (вибрации, температуры и т.п.).

Ограждения, дверцы и крышки должны быть снабжены приспособлениями для надежного удерживания их в закрытом (рабочем) и открытом положениях, а в случае необходимости заблокированы с приводом для его отключения при их открывании или снятии.

Для защиты работающего на станке и людей, находящихся вблизи станка, от отлетающей стружки и брызг смазочно-охлаждающей жидкости, должны устанавливаться защитные устройства (экраны), ограждающие зону обработки или ее часть, в которой осуществляется процесс резания.

Конструкция производственного оборудования, приводимого в действие электрической энергией, должна включать устройства (средства) для обеспечения электробезопасности.

В целях электробезопасности используют технические способы и средства (часто в сочетании один с другим): защитное заземление, зануление, защитное отключение, выравнивание потенциалов, малое напряжение, электрическое разделение сети, изоляция токоведущих частей и т. д.

Электробезопасность должна обеспечиваться:

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 80 |

- конструкцией электроустановок;
- техническими способами и средствами защиты;
- организационными и техническими мероприятиями.

Электроустановки и их части должны быть выполнены таким образом, чтобы работающие не подвергались опасным и вредным воздействиям электрического тока и электромагнитных полей, и соответствовать требованиям электробезопасности.

Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям необходимо применять следующие способы и средства:

- защитные оболочки;
- защитные ограждения (временные или стационарные);
- безопасное расположение токоведущих частей;
- изоляцию токоведущих частей (рабочую, дополнительную, усиленную, двойную);
- изоляцию рабочего места;
- малое напряжение;
- защитное отключение;
- предупредительную сигнализацию, блокировку, знаки безопасности.

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, применяют следующие способы:

- защитное заземление;
- зануление;
- выравнивание потенциала;
- систему защитных проводов;
- защитное отключение;
- изоляцию нетоковедущих частей;
- электрическое разделение сети;
- малое напряжение;
- контроль изоляции;
- компенсацию токов замыкания на землю;
- средства индивидуальной защиты.

Технические способы и средства применяют отдельно или в сочетании друг с другом так, чтобы обеспечивалась оптимальная защита.

Электростатическая искробезопасность должна обеспечиваться за счет создания условий, предупреждающих возникновение разрядов статического электричества, способных стать источником зажигания объектов защиты.

Для защиты работающих от статического электричества можно наносить на поверхность антистатические вещества, добавлять антистатические присадки в горючие диэлектрические жидкости, нейтрализовать заряды с помощью нейтрализаторов, увлажнять воздух до 65-75%, если это допустимо по условиям техно-

логического процесса, отводить заряды с помощью заземления оборудования и коммуникаций.

К средствам защиты от механического травмирования относятся знаки производственной безопасности, сигнальные цвета и сигнальная разметка.

ГОСТ Р 12.4.026-2001 «ССБТ. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная» устанавливает термины с соответствующими определениями, для правильного понимания их назначения, правила применения и характеристики знаков безопасности, сигнальных цветов и сигнальной разметки.

Применение знаков безопасности, сигнальных цветов и разметки не должно заменять проведения организационно-технических мероприятий по обеспечению безопасных условий труда, использования средств коллективной и индивидуальной защиты, обучения по безопасному производству работ.

Знаки производственной безопасности, сигнальные цвета и разметка направлены на привлечение внимания человека к непосредственной опасности.

Знаки производственной безопасности могут быть основными, дополнительными, комбинированными и групповыми.

Основные знаки должны содержать однозначное смысловое требование по обеспечению безопасности и выполнять запрещающую, предупреждающую, предписывающую или разрешающую функции с целью обеспечения безопасности труда.

Дополнительные знаки содержат поясняющую надпись и используются в сочетании с основными знаками. Основные знаки могут предназначаться для производственного оборудования (машин, механизмов и т. д. и располагаться непосредственно на оборудовании в зоне опасности и поле зрения работника) и производственных помещений, объектов, территорий и т. д.

Знаки безопасности должны быть хорошо видны, не отвлекать внимания, не мешать выполнению работы, не препятствовать перемещению грузов и т. д.

Сигнальные цвета применяют для обозначения:

– поверхностей, конструкций, приспособлений, узлов и элементов оборудования, машин, механизмов и т.д., являющихся источниками опасности для людей;

– защитных устройств, ограждений, блокировок и т. д.;

– пожарной техники, средств противопожарной защиты и их элементов и т. д.

Сигнальная разметка применяется в местах опасности и препятствий, выполняется на поверхности строительных конструкций, элементов зданий, сооружений, транспортных средств, оборудования, машин, механизмов и др.

Внутренние поверхности дверей, закрывающих движущиеся элементы станков (шестерни, шкивы и т.п.) и требующих периодического доступа при наладке, смене ремней и т.п., и способных при движении травмировать работающего, окрашиваются в желтый сигнальный цвет.

С наружной стороны ограждений наносится предупреждающий знак опасности по ГОСТ 12.4.026, изображенный на рисунке 5.1 Под знаком устанавливается табличка с поясняющей надписью: "При включенном станке не

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 82 |

открывать!"[20].



Рисунок 5.1 – Знак "Внимание. Опасность"

Станки должны быть оборудованы централизованной системой смазки с учетом Санитарных правил СП «Санитарные правила при работе со смазочно-охлаждающими жидкостями и технологическими смазками. Если применение централизованной системы не целесообразно, то заполняемые вручную маслянки должны располагаться вне опасных зон, в местах удобных для обслуживания. Места заполнения смазки должны окрашиваться в цвет, резко отличающийся от цвета окраски станка.

Места ручного заполнения смазки (в том числе с применением шприца) должны располагаться на высоте не более 1800 мм для маслянок и не более 1500 мм для резервуаров. При более высоком их расположении должны предусматриваться стационарные ступеньки или лестницы. В случаях заливки масла в резервуары реже одного раза в месяц допускается использовать перемещаемые средства подъема – переносные лестницы и др.

Конструкция смазочных устройств должна исключать попадание смазки на фрикционные поверхности муфт и тормозов оборудования, за исключением муфт, конструкция которых предусматривает работу в масляной ванне. Установленные на оборудовании резервуары для масла, СОЖ и других, используемых в технологическом процессе, жидкостей должны сообщаться с атмосферой (во избежание создания вакуума в емкости при расходе жидкости) и закрываться крышкой приборными с уплотнениями, исключающими попадание в них воды, стружки и пыли.

Конструкция крышки должна исключать ее самопроизвольное смещение или открывание.

Конструкция резервуаров должна обеспечивать их устойчивость, контроль за уровнем жидкости в них и удобство очистки.

Для очистки СОЖ от механических примесей станки должны снабжаться устройствами (фильтры, магниты и др.) для улавливания мелкой стружки, абразива, пыли и других загрязнений.

Выбор устройств и способов очистки и фильтрования СОЖ и технологических смазок должны определяться характером их загрязнений и тех условиями на каждый вид СОЖ. Для сбора СОЖ и предотвращения разлива ее по полу станки должны быть оборудованы поддонами, корытами и т.п. Предотвращение разбрызгивания СОЖ должно обеспечиваться установкой щитков, кожухов и других приспособлений.

Устройства для подвода СОЖ в зону обработки должны иметь такую конструкцию и отрегулированы таким образом, чтобы исключалось попадание брызг и другой контакт СОЖ с открытыми частями тела и одеждой работающих.

Форма станков и их элементов (станин, столов, приспособлений и др.) должна обеспечивать удобный и безопасный отвод стружки и СОЖ из зоны обработки, а также удаление стружки с поверхностей станка.

Для удаления стружки с поверхностей станка вручную работающие должны обеспечиваться щетками-сметками и крючками. Крючки должны иметь гладкие рукоятки, без проушин. Для защиты рук от травмирования стружкой крючок должен быть снабжен защитным экраном. Удаление стружки разрешается производить только на остановленном оборудовании и в защитных очках.

Для защиты кожного покрова от воздействия СОЖ и пыли токсичных металлов должны применяться дерматологические защитные средства (профилактические пасты мази, биологические перчатки) по ГОСТ 12.4.068.

Допускается применять другие профилактические пасты и мази по рекомендациям органов Государственного санитарного надзора.

Защитные дерматологические средства не должны загрязнять производственные материалы и готовые изделия.

Требования к показателям защитных, эксплуатационных и физиолого-гигиенических свойств дерматологических средств должны устанавливаться нормативно-технической документацией на конкретные препараты.

Эмульсии, использованные на операциях лезвийной обработки металлов, для станков с индивидуальной системой охлаждения рекомендуется заменять 1 раз в месяц, а в летнее время — 1 раз в две недели; при обработке черных металлов — не реже 1 раза в две недели; при обработке сплавов, содержащих алюминий, — 1 раз в неделю.

При использовании СОЖ сложных составов (например, укринол 1, аквол 3 и др.) следует осуществлять контроль воздуха рабочей зоны на содержание аэрозоля масла минерального нефтяного, ПДК 5 мг/м³ по ГН 2.2.5.1313-03.

Помещение, в котором проводятся работы должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией.

При попадании СОЖ на кожу – снять загрязненную одежду, промыть кожу водой с мылом. При попадании жидкости на слизистую оболочку глаз – промыть глаза обильным количеством чистой воды при хорошо раскрытой глазной щели.

При разливе СОЖ в помещении или на открытой площадке необходимо собрать продукт в отдельную емкость. В помещении место разлива протереть ве-

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 84 |

тошью, на открытой площадке – засыпать песком. После полного впитывания удалить ветошь и песок для дальнейшего обезвреживания.

Мойку производим в специально отведенном рабочем месте с работающей вытяжной вентиляцией.

При очистке деталей водными моющими растворами остерегайся попадания горячего раствора в глаза и на открытые участки тела.

В случае попадания раствора, пораженные участки следует обильно промыть холодной проточной водой. Растворы, содержащие вредные химические вещества, применяют с учетом требований ПОТ РМ-004-98.

К работе на установке типа УЗУ-0,25 и другом оборудовании допускаются лица, прошедшие инструктаж по безопасности труда и имеющие допуск к работе на данном оборудовании.

При работе должны соблюдаться правила охраны труда, использоваться спецодежда, спецобувь и средства индивидуальной защиты согласно выполняемой работе, защищающие от воздействия на работника вредного производственного фактора.

5.2 Расчет искусственного освещения

Территория организации, маршруты движения людей и транспорта, а также рабочие места с наступлением темноты или при плохой видимости должны быть обеспечены искусственным освещением согласно нормам.

Искусственное освещение производственных помещений должно соответствовать СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».

Устройство и эксплуатация осветительных установок должны соответствовать ПОТ РМ-016-2001 «Межотраслевые правила охраны труда при эксплуатации электроустановок»,

В механических цехах следует применять систему комбинированного освещения (общее и местное), в котором общее освещение должно составлять не менее 300 лк.

Произведем расчет искусственного освещения проектируемого участка, имеющего следующие параметры: длина – 12 м; ширина – 8,3 м; высота – 8,4 м.

Исполняемые зрительные работы относятся к разряду I а. Нормами СНиП II-4-79 "Естественное и искусственное освещение" нормированная освещенность от общего освещения зрительных работ Ia составляет 300 лк.

При расчете системы искусственного общего равномерного освещения для горизонтальной рабочей поверхности основным является метод светового потока. Расчет системы освещения начинаем с выбора типа светильника, исходя из высоты производственного помещения и технологических особенностей. Выбираем светильник с ртутными лампами большой мощности, т.к. высота помещения 8,4 м. После выбора типа светильника определяем схему расположения светильников и, исходя из схемы, рассчитываем их количество.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 85 |

Светильники планируется разместить по прямоугольной схеме многорядно. Расстояние между светильниками L , определяем исходя из оптимального отношения L к высоте подвеса светильника H_p над рабочей плоскостью $L/H_p = 0,9$.

Высота подвеса светильника H_p с учетом высоты помещения равна 7,4 м.

Из данного соотношения следует, что L составляет:

$$L = 0,9 \cdot H_p = 0,9 \cdot 7,4 = 6,66 \text{ м} \quad (5.1)$$

Находим требуемое количество светильников n :

количество рядов светильников $8,3/6,66 \cong 2$;

количество светильников в ряду $12/6,66 \cong 2$;

$$2 \cdot 2 = 4 \text{ шт.}$$

Принимаем количество светильников равным 4 шт.

Световой поток $F_{л}$, лампы (или группы ламп) рассчитываем по формуле:

$$F_{л} = \frac{1000 \cdot E_n \cdot S \cdot K \cdot Z}{H_p (A + B)}, \quad (5.2)$$

где E_n – нормированная минимальная освещенность. Для механического участка равняется 300 лк.

S – площадь освещаемого помещения;

K – коэффициент запаса. $K=1,3$;

Z – коэффициент минимальной освещенности, равный отношению средней освещенности к минимальной, для светильников с ДРЛ. $Z= 1,15$;

n – число светильников, шт;

η – коэффициент использования светового потока ламп, который зависит от типа светильника, коэффициентов отражения потока $\rho_{п}$ и стен $\rho_{с}$, индекса (светопоказателя) помещения i . $\rho_{п} = 70\%$, $\rho_{с} = 50\%$.

Индекс помещения i находим по формуле:

$$i = \frac{AB}{H_p (A + B)}, \quad (5.3)$$

$$i = \frac{12 \cdot 8}{7,4 \cdot (12 + 8)} = 0,65,$$

где A , B – длина и ширина помещения, м;

H_p – высота подвеса светильника от уровня рабочей плоскости.

Значения коэффициента η для данного типа светильников при индексе помещения равном $i=0,65$ и коэффициентах отражения стен и потолка 50 и 70% составляет 32%.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 86 |

Рассчитываем световой поток $F_{л}$:

$$F_{л} = (100 \cdot 300 \cdot 100 \cdot 1,3 \cdot 1,15) / (4 \cdot 32) = 35039 \text{ лм.}$$

Согласно теоретически найденному световому потоку $F_{л}$, выбираем реальный источник освещения – лампы ДРЛ-700. При этом фактический световой поток одной лампы составит $F_{ф} = 33000$ лм.

По значению фактического потока лампы определяем фактическую освещенность:

$$E_{\phi} = \frac{F_{\phi}}{F_{л}} E_{н}, \quad (5.4)$$

$$E_{\phi} = (33000 / 35039) \cdot 300 = 282 \text{ лк,}$$

что удовлетворяет нормативной освещенности для участка механической обработки деталей.

Исходя из мощности одной лампы w , Вт, и их количества, определяем общую мощность осветительной установки, установленной в помещении:

$$W = nw, \quad (5.5)$$

$$W = 4 \cdot 700 = 2800$$

Для освещения участка рекомендуется использовать лампы ДРЛ мощностью 700 Вт в количестве – 4 штук. Мощность осветительной установки составит – 2800 Вт. Рассчитанная система общего равномерного освещения обеспечит выполнение нормативных требований по освещенности помещения.

5.3 Мероприятия по защите от экстремальных осадков и снежно-ледниковых явлений

Экстремальное количество и продолжительность выпадения осадков сами оказываются опасными для людей и различных объектов и возбуждают другие виды опасных чрезвычайных ситуаций:

– интенсивные снегопады парализуют транспорт, вызывают повреждения деревьев, ЛЭП, зданий под снеговой нагрузкой, сход снежных лавин в горах, а при выпадении в обычно бесснежных районах или в теплое время года приносят ущерб сельскому хозяйству;

– интенсивные ливни возбуждают наводнения, эрозию, сели и оползни в горах; несвоевременные и затяжные дожди вредоносны для урожая;

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 87 |

– экстремально малые суммы осадков означают засуху, опасность лесных пожаров, обмеление рек, трудности для судоходства и водоснабжения т. д.

По режиму и форме воздействия на население и объекты народного хозяйства снежноледниковые явления весьма разнообразны. Стихийные бедствия связаны с эпизодическими событиями – экстремальными снегопадами и холодами, массовым сходом лавин, крупными заторами льда на реках. В целом по миру эти стихийные бедствия находятся на четвертом или пятом месте по величине наносимого ими ущерба, но в отдельных районах выходят на 3–4 место. Разовый ущерб от экстремальных снегопадов в обычно малоснежных Молдавии, Закавказье, предгорьях Средней Азии достигает сотен миллионов рублей. Защита городов и дорог от неблагоприятных и опасных снежноледовых явлений способна вызвать удорожание строительства и эксплуатации до 100–200 %.

Снеговые нагрузки могут ломать крыши домов, деревья, особенно в районах, где снегопады редки и сильны (юг США, Турция и другие страны Средиземноморья). Средние многолетние из максимальных за зиму снеговых нагрузок могут превышать 250 кг/м², нагрузки от разовых снегопадов – 100 кг/м²; экстремальные величины этих показателей в районах вблизи внешней границы области устойчивого снежного покрова превышают норму вдвое. Здесь редкие интенсивные снегопады способны вызвать чрезвычайные ситуации комплексного характера (снеговые нагрузки; паводки снеготаяния; в горах – лавины, активизация оползней и т. п.). Такие снегопады случаются раз в несколько лет или десятилетий, длятся до 2–4 сут., охватывают площадь в сотни – тысячи квадратных километров.

Метель (вьюга) – перенос снега сильным ветром над поверхностью земли. Количество переносимого снега определяется скоростью ветра, а участки аккумуляции снега – его направлением. В процессе метельного переноса снег движется параллельно поверхности земли. При этом основная масса его переносится в слое высотой менее 1,5 м. Рыхлый снег поднимается и переносится ветром при скорости 3–5 м/с и более (на высоте 0,2 м). Различают низовые (при отсутствии снегопада), верховые (при ветре лишь в свободной атмосфере) и общие метели, а также метели насыщенные, то есть переносящие предельно возможное при данной скорости ветра количества снега, и ненасыщенные. Последние наблюдаются при нехватке снега или при большой прочности снежного покрова.

Слабые и обычные метели длятся до нескольких суток, более сильные – до нескольких часов. Снегонакопление при метельном переносе превышает аккумуляцию снега, которая наблюдается в результате снегопадов при безветренной погоде. Отложение снега происходит в результате уменьшения скорости ветра вблизи наземных препятствий.

В России сильным снежным заносам подвержены многоснежные районы Заполярья, Сибири, Урала, Дальнего Востока и Севера Европейской части. В Заполярье снежный покров сохраняется до 240 дней в году и достигает 60 см, в Сибири, соответственно – до 240 дней и 90 см, на Урале – до 200 дней и 90 см, на

Дальнем Востоке – до 240 дней и 50 см, на севере Европейской части России до 160 дней и 50 см.

Дополнительный отрицательный эффект при снежных заносах возникает за счет сильного мороза, сильного ветра при метелях и обледенений. Последствия снежных заносов могут быть достаточно тяжелыми. Они в состоянии парализовать работу большинства видов транспорта, приостановив перевозку людей и грузов. Люди, оказавшиеся на местности в изоляции из-за снежных заносов, подвергаются опасности обморожения и гибели, а в условиях буранов – теряют ориентировку. При сильных заносах небольшие населенные пункты могут оказаться отрезанными от коммуникаций снабжения. Осложняется работа предприятий коммунального и энергетического хозяйства. При сопровождении заносов сильными морозами и ветрами могут выходить из строя системы электроснабжения, теплоснабжения, связи. Аккумуляция снега на крышах зданий и сооружений свыше избыточных нагрузок приводит к обрушению.

В целях уменьшения ущерба от снежных заносов и ликвидации их последствий принимаются предупредительные и оперативные меры, носящие пассивный и активный характер.

В многоснежных районах проектирование и строительство зданий, сооружений и коммуникаций (особенно дорог) должно проводиться с учетом уменьшения их снегозаносимости. Для предупреждения заносов используют снегозащитные ограждения, выполняемые из подготовленных заранее конструкций или подручных материалов в виде снежных стенок, валов и т. д. Ограждения сооружаются на снегоопасных направлениях, особенно вдоль железных и важных шоссе дорог. При этом они устанавливаются на расстоянии не менее 20 м от обреза дороги. Предупредительной мерой является оповещение органов власти, организаций и населения о прогнозе снегопадов и метелей.

Для ориентировки пешеходов и водителей транспортных средств, застигнутых бураном, вдоль дорог устанавливают вехи и другие указатели. В горных и северных районах практикуется растяжка канатов на опасных участках троп, дорог, от здания к зданию. Держась за них, в условиях бурана, люди ориентируются на маршруте.

В предвидении бурана на строительных и других промплощадках производят крепление стрел кранов, других конструкций, не защищенных от воздействия ветра. Прекращаются работы на открытой местности и высоте. Усиливается швартовка судов в портах.

На европейской части России среднее число дней с метелью находится в пределах 30–40, средняя продолжительность метели 6–9 ч. Опасные метели составляют около 25 %, особо опасные – около 10 % общего их количества. На территории всей страны ежегодно бывает 5–6 сильнейших буранов, способных парализовать железные и автодороги, обрывать линии связи и электропередачи и т. д.

Снежные и ледяные корки образуются при налипании снега и намерзании капель воды на различные поверхности. Налипание мокрого снега, опасное для линий связи и электропередачи, происходит при снегопадах и температуре воз-

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 89 |

духа в диапазоне от 0° ... $+3^{\circ}$, особенно при температуре $+1^{\circ}$... -3° и ветре 10–20 м/с. Диаметр отложений снега на проводах достигает 20 см, вес 2–4 кг на 1 м. Провода рвутся не столько под тяжестью снега, сколько от ветровой нагрузки. На полотне автодорог в таких условиях образуется скользкий снежный накат, парализующий движение. Такие явления характерны для приморских районов с мягкими влажными зимами (запад Европы, Сахалин и т. д.), но распространены также во внутриконтинентальных районах в начале и конце зимы.

При выпадении дождя на промороженную землю и при намокании и последующем замерзании поверхности снежного покрова образуются ледяные корки, называемые гололедицей. Она опасна для пастбищных животных: например, на Чукотке в начале 80-х гг. гололедица вызвала массовую гибель оленей. К типу гололедицы относится также явление обледенения причалов, морских платформ, судов вследствие намерзания брызг воды во время шторма. Обледенение опасно для небольших судов, палуба и надстройки которых невысоко подняты над водой. Такое судно может набрать ледяную нагрузку критической величины за считанные часы. Набрызговые наледи на берегах Охотского и Японского морей достигают толщины 3–4 м, мешая хозяйственной деятельности в прибрежной полосе.

При намерзании переохлажденных капель тумана на различные предметы образуются гололедные и изморозевые корки, первые – при диапазоне температуры воздуха от 0° ... -5° , реже -20° , вторые – при температуре -10° ... -30° , реже до -40° .

Вес гололедных корок может превышать 10 кг/м (до 35 кг/м на Сахалине, до 86 кг/м на Урале). Такая нагрузка разрушительна для большинства проводных линий и для многих мачт. Повторяемость гололеда наиболее высока там, где часты туманы при температуре воздуха от 0° до -5° . На территории России она достигает местами десятков дней в году.

Наледи – это ледяные тела разной площади, мощности и формы, формирующиеся в результате последовательного изливания и замерзания природных (речных и подземных), в меньшей степени – техногенных (хозяйственно-бытовых и промышленных) вод.

Процессы наледообразования вызывают серьезные, даже катастрофические осложнения при строительстве и эксплуатации железных и автомобильных дорог, мостов, трубопроводов, жилых поселков и разного рода инженерных сооружений. В некоторых условиях, например, вдоль полотна дорог, образуются грунтово-наледные бугры пучения диаметром до 200, высотой до 6 м. При росте и при разрывах таких бугров внутренним давлением воды возможно разрушение полотна дорог, мостов, расположенных на бугре построек. Абсолютное большинство наледей формируется в пределах территорий, охваченных многолетним промерзанием. Этому способствует криогенное преобразование подземного стока, проявляющееся в его концентрации в пределах существующих несквозных и сквозных таликов и в подмерзлотных зонах пластовой проводимости или трещиноватости пород. В силу этого крупные наледи являются хорошим диагностиче-

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 90 |

ским признаком повышенной водообильности пород. Они служат поисковым критерием месторождений подземных вод на территории с многолетним промерзанием пород.

Выводы по разделу пять

В разделе «Безопасность жизнедеятельности» рассмотрены вопросы: обеспечения защиты от механического травмирования на производственном участке, мероприятия по защите от экстремальных осадков и снежно-ледниковых явлений, а так же произведен расчет общего искусственного освещения на производственном участке.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 91 |

6 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Себестоимость машиностроительной продукции - это выраженные в денежной форме текущие затраты предприятий (объединений) на её производство и реализацию [16].

В укрупненном виде себестоимость продукции включает стоимость израсходованного сырья, материалов, топлива, энергии, инструмента, заработную плату промышленно-производственного персонала, затраты на амортизацию и ремонт основных фондов и другие расходы, связанные с производством и реализацией продукции. Таким образом, в себестоимость входят затраты не только живого, но и прошлого труда, осуществленного в средствах и предметах труда.

Себестоимость продукции играет важную роль в производственной деятельности предприятия, в развитии отрасли машиностроения и народного хозяйства в целом. Она показывает, насколько эффективно используются средства труда, предметы труда и сам труд при изготовлении продукции. Снижение себестоимости лежит в основе увеличения общей суммы прибыли, а, следовательно, и размеров отчислений в фонды экономического стимулирования. Себестоимость служит важнейшим элементом хозяйственных отношений между предприятиями, а внутри них – между отдельными производственными подразделениями.

Расчет себестоимости продукции (С) определяем по формуле [16]

$$C = M_3 + A_0 + P_0 + (O_{гсс} + O_{мс} + O_{оси} + O_{крк} + Z_{др}), \quad (6.1)$$

где M_3 – материальные затраты на производство и реализацию продукции;

A_0 – амортизационные отчисления на полное восстановление основных фондов;

P_0 – расход на оплату труда;

$O_{гсс}$ – отчисление на государственное социальное страхование;

$O_{оси}$ – отчисления по обязательному страхованию имущества;

$O_{крк}$ – плата за краткосрочные кредиты банков, кроме процентов по просроченным ссудам;

$Z_{др}$ – другие затраты на производство и реализацию продукции, включая затраты на ремонт средств.

Принимаем: $M_3 = 10614990$ руб., $A_0 = 900000$, $P_0 = 900000$, $O_{гсс} = 120000$ руб., $O_{оси} = 80000$., $O_{крк} = 70000$ руб.

Расчет себестоимости на партию деталей (период изготовления – 1 год; партия деталей 1000 шт; вес 1 детали – 2,61 кг; нынешняя цена за тонну стали АЛ ГОСТ 1050-88 составляет 32000 руб;)

С учетом принятых значений получаем

$$C = 10614990 + 900000 + 900000 + (120000 + 110000 + 80000) = 11824990 \text{ руб.}$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 92 |

Себестоимость за единицу продукции 11824990: 1000 = 11824,99 руб
Выводы по разделу шесть

Из проведенного анализа видим что, проектируемый вариант выгоднее с точки зрения экономики, чем базовый за счет применения высокоточного оборудования с ЧПУ, современного режущего инструмента, соблюдения принципа концентрации операции, сокращения числа рабочих.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 93 |

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных расчетов в данной выпускной квалификационной работе был спроектирован участок механической обработки детали «Крышка приборная».

В технологическом разделе проведено технико-экономическое обоснование выбора типа заготовки. Определен вид заготовки и метод её изготовления. Были сформированы операции и назначены режимы резания и разработан технологический процесс. Также проведен размерный анализ для детали «Крышка приборная». Кроме того, выполнен расчет режимов резания и технической нормы времени.

В конструкторском разделе спроектирован режущий инструмент для обработки канавки – фреза грибковая. Выбрана марка материала и геометрия режущей фрезы. Спроектировано приспособление для контроля внутренних резьб детали.

В строительном разделе спроектирован участок с оптимальным расположением оборудования. Определено количество рабочих и оборудования. Спланирована производственная площадь. Определены тип, форма и размер участка.

В разделе безопасности жизнедеятельности приведены методы обеспечения защиты от механического травмирования на производственном участке, произведен расчет искусственного освещения производственного участка.

В экономической части представлен ориентировочный расчет себестоимости изготовления детали «Крышка приборная».

Результаты выпускной квалификационной работы рекомендуется применять на производстве и использовать в качестве примера для разработки новых участков механической обработки.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 94 |

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Добрыднев, И.С. Курсовое проектирование по предмету Технология машиностроения / И.С Добрыднев. – М.: Машиностроение, 1985. – 184 с.
- 2 Федоренко, В.А. Справочник по машиностроительному черчению / В.А. Федоренко, А.И. Шошин. – Л.: Машиностроение, 1978. – 320 с.
- 3 Гуляев, А.П. Металловедение / А.П. Гуляев. – М.: Оборонгиз, 1956. – 345 с.
- 4 Технологический справочник по ковке и объемной штамповке / под ред. М.В. Сторожева. – М.: Машгиз, 1959. – 967 с.
- 5 Ковка и штамповка: справочник / под ред. проф. Е.И. Семенова. – М.: Машиностроение, 1986. – 592 с.
- 6 Справочник технолога-машиностроителя / под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1986. – Т.1 – 656 с.
- 7 Косилова, А.Г. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении: справочник технолога / А.Г Косилова, Р. К. Мещеряков, М.А. Калинин. – М.: Машиностроение, 1976. – 288 с.
- 8 Родин, П.Р. Металлорежущие инструменты / П.Р. Родин. – М.: Издательское объединение «Вища школа» , 1974. – 400 с.
- 9 Технология обработки конструкционных материалов: учебник для машиностроит. специальных вузов / под ред. П.Г. Петрухи. – М.: Высшая школа, 1991. – 512 с.
- 10 Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ / под ред. С.Ю. Романова. - М.: Экономика, 1990. – 286 с.
- 11 Каталог режущего инструмента MITSUBISHI; ООО «ММС Хардметал ООО» Металлорежущий инструмент и оснастка. – <http://hard-metal.com/catalog>.
- 12 Каталог режущего инструмента KENNAMETAL. – <http://kennametal.riger.ru>.
- 13 Каталог режущего инструмента SECO. Фрезерование. – <http://seco-tool.ru/doc/2015-katalog-frezerovanie-seco-tools-page657.html>.
- 14 Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – Т.2. – 496 с.
- 15 Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. / В.И. Анурьев. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение ,1979. – Т.1. – 415 с.
- 16 Ансеров, А.Н. Приспособления для металлорежущих станков. Расчеты и конструкции / А.Н. Ансеров. – М.: Машиностроение, 1966. – 652 с.
- 17 Черпаков, Б.И. Металлорежущие станки: учебник для нач. проф. образования / Б.И. Черпаков. – М.: издательский центр «Академия», 2003. –368 с.
- 18 Проектирование механосборочных цехов: учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов / под ред. А.М. Дальского. – М.: Машиностроение, 1990. – 352 с.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 95 |

19 Решетников, Б.А. Проектирование механосборочных цехов: Учебное пособие по курсовой работе / Б.А. Решетников, В.Ю.Рогинский, С.В. Сергеев. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 1999. – 82 с.

20 Фролов, А. В. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда: учеб. пособие для вузов / А. В. Фролов, Т. Н. Бакаева. - Ростов: Феникс, 2008. – 750 с.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 15.03.05.2020.126.000 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | 96 |