

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Политехнический институт
Факультет «Механико-технологический»
Кафедра «Машиностроение, автоматика и электроэнергетика»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой,
к.т.н, доцент
_____ В.Г. Некрутов
_____ 2017 г.

Участок механической обработки детали «Корпус крана ЦА320-М-22- 2»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–15.03.05.2017.111.000 ПЗ ВКР

Консультанты
Безопасность жизнедеятельности,
к.т.н, доцент
_____ В.Г. Некрутов
_____ 2017 г.

Руководитель работы,
профессор
_____ Б.А. Решетников
_____ 2017 г.

Строительный раздел,
к.т.н, доцент
_____ Е.Н. Гордеев
_____ 2017 г.

Автор работы
студент группы ДО-410
_____ И.И. Сахаутдинова
_____ 2017 г.

Нормоконтролер,
профессор
_____ Б.А. Решетников
_____ 2017 г.

Челябинск 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	
1.1 Описание узла изделия и служебное назначение детали.....	7
1.2 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений.....	8
1.3 Задачи проектирования.....	9
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	
2.1 Анализ технологичности детали и существующего технологического процесса.....	10
2.2 Разработка предполагаемого варианта технологического процесса.....	10
2.3 Размерный анализ разработанного технологического процесса.....	19
2.4 Расчёт режимов резания, силы резания, проверка оборудования по мощности.....	39
2.5 Нормирование технологической операции	42
3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ	
3.1 Проектирование зажимного приспособления для механической обработки деталей на токарных станках.....	48
3.2 Проектирование инструмента для нарезания внутренних резьб.....	57
3.3 Проектирование приспособления для контроля внутренних резьб.....	59
4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ	
4.1 Выбор и определение количества оборудования.....	65
4.2 Определение состава и количества работающих.....	67
4.3 Определение потребного количества мостовых кранов.....	69
4.4 Определение потребного количества тележек.....	70
4.5 Расчет площадей для складирования заготовок и деталей.....	71
4.6 Выбор способа транспортирования стружки.....	72
4.7 Планировка оборудования и определение производственной площади.....	72
4.8 Выбор типа, формы и определение размеров здания.....	73
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
5.1 Краткое описание производственного участка.....	78
5.2 Разработка мероприятий по снятию психологических перегрузок... ..	78
5.3 Расчет защитного заземления	79
5.4 Особенности защиты при космических чрезвычайных ситуациях.....	82
6 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	84
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	85
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	86

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы

Основной проектной задачей участка, цеха и завода в целом является детально разработанная технологическая часть, что отводит главную роль инженеру-технологу при проектировании машиностроительного производства. Но круг задач, стоящих перед инженером-технологом, не ограничивается только умением проектировать технологические процессы. В настоящее время испытывается потребность в гибких технологиях, в способности к оперативной перестройке производственного механизма. Процесс функционирования современного цеха, предприятия является в высшей степени динамичным, что и определяет основные требования к решениям при формировании структуры и конструкций производственных зданий.

При крупносерийном производстве принятый тип заготовки должен обеспечить минимальные припуски на последующую механическую обработку поверхностей, к которым конструкцией детали предъявляются специальные технические требования. Точность изготовления заготовки в этом случае должна обеспечивать минимальное колебание припусков на механическую обработку, что позволяет наиболее полно проявить все достоинства высокпроизводительного автоматического и полуавтоматического оборудования: минимальное штучное время обработки; стабильная высокая точность изготавливаемых деталей, не зависящая от субъективных факторов (исполнителя); возможность многостаночного обслуживания станков операторами низкой квалификации.

Цель работы – проектирование участка механической обработки детали «Корпус крана ЦА 320-М-22-2».

Задачи работы:

- спроектировать рациональный техпроцесс;
- спроектировать зажимное приспособление токарное, резьбонарезную головку и приспособление для контроля внутренней резьбы;
- выполнить планировку участка механической обработки детали «Корпус крана ЦА 320-М-22-2»;
- определить мероприятия и оптимальные параметры по безопасности работ на данном участке;
- произвести расчет себестоимости детали.

Объектом работы являются этапы проектирования участка механической обработки детали «Корпус крана ЦА 320-М-22-2».

Предметом работы является участок механической обработки «Корпус крана ЦА 320-М-22-2».

Результат работы рекомендуется использовать на производстве при изготовлении детали «Корпус крана ЦА 320-М-22-2».

					15.03.15.2017.111.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		6

1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Описание узла изделия и служебное назначение детали

Кран пробковый ЦА 320-М относится к разряду запорной арматуры для нефтегазовой промышленности. Служит для подачи высоких давлений газа или жидкости и отсечки их в определенных объемах. Завод изготавливает запорный кран для подачи солевых растворов давлением 100 МПа и температурой 300 °С в нефтяные скважины для выдавливания остатков нефти из месторождения.

Корпус крана ЦА 320-М-22-2 служит для установки в него пробки 22-1 и создания герметичного соединения между выходом и входом при подачи рабочих сред высоких давлений и температур.

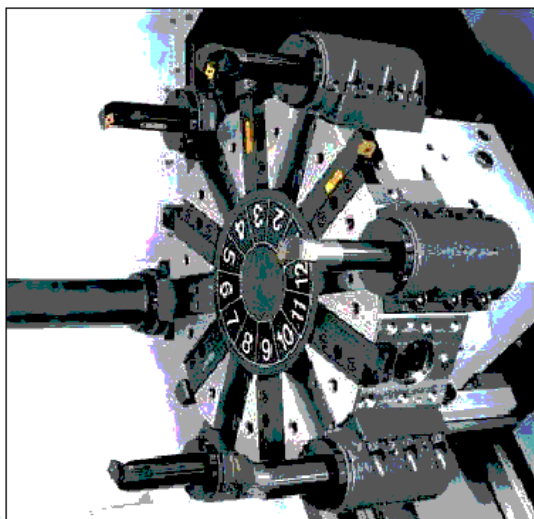
1.2 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений

В Японии для обработки подобных деталей применяют токарные обрабатывающие центры серии CL (рисунок 1.1). Обладая самыми компактными размерами в своем классе, позволяют обрабатывать заготовки диаметром до 430 мм и длиной до 563 мм. При этом можно выбрать исполнение с высокоскоростным шпинделем или шпинделем с увеличенным крутящим моментом для тяжелой обработки. Жесткая станина, рассчитанная методом конечных элементов, и направляющие скольжения обеспечивают точность перемещения при отсутствии вибраций на тяжелых режимах резания. В револьверной головке может находиться до 12 различных инструментов (рисунок 1.2) По желанию заказчика станки могут оснащаться устройством подачи прутка или порталным загрузчиком, транспортером готовых деталей, устройством для предварительной настройки инструмента, системой измерения заготовок и другими средствами автоматизации.



Рисунок 1.1 – Обрабатывающий центр

					15.03.15.2017.111.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		7



↑ До 12 инструментов в револьверной головке. Время поворота на одну позицию 0,6 с (для станка CL-253)

Рисунок 1.2 – Револьверная головка

Новая высокопроизводительная операционная система для токарных станков с ЧПУ, токарно-фрезерных и фрезерных обрабатывающих центров III поколения операционной системы MAPPS (рисунок 1.3) имеет новое аппаратное обеспечение и расширенные функции программирования для сокращения времени написания управляющих программ и настройки станка:

- 3-D симуляция обработки и функция контроля столкновений позволяет отработать программу в режиме симуляции и проверить столкновение шпинделя, заготовки, кулачков, инструмента и оснастки и устранить ошибки траектории перед запуском программы на станке. Система диалогового программирования использование режима диалогового программирования позволяет быстро и просто создавать сложнейшие программы механической обработки.

- 3-D симуляция обработки отработка программы в режиме реального времени с использованием трехмерной графики. высокоскоростные фиксированные циклы ПО, которое специально разработано для токарно-фрезерных обрабатывающих центров. Позволяет сократить время написания управляющих программ в 20 раз по сравнению с ручным программированием. сокращение объема вычислений для составления программы достаточно только ввести чертеж заготовки в программу. координаты точки вычисляются автоматически. Время вычисления координат точек заготовки в системе MAPPS III составляет всего 3 мин (26 нажатий клавиш), в другой программе - 30 минут (163 нажатия клавиш и рутинные вычисления).

За минимизацию времени простоя станка отвечает функция контроля конечных выключателей, функция контроля регулярного технического обслуживания.



↑ Панель оператора MAPPS III с цветным дисплеем 15"

Рисунок 1.3 – Панель оператора

1.3 Задачи проектирования

Задачей данной выпускной квалификационной работы является усовершенствование существующего технологического процесса, применяемого на предприятии. Разработка более производительного режущего инструмента для нарезания резьбы, контрольного приспособления для контроля внутренних резьб, а так же более совершенной оснастки на токарный станок.

Разрабатывается планировка участка с рациональным расположением станков и другого оборудования. Рассчитывается экономический эффект при применении станков с ЧПУ.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Анализ технологичности детали и существующего технологического процесса

В результате анализа технологичности детали (рисунок 2.1) не выявлено возможных трудностей обеспечения параметров шероховатости поверхностей, размеров, форм и расположения поверхностей. Требования точности заданы обосновано. Термическая обработка деталей (нормализация) выполняется при производстве заготовки. В целом детали технологичны.

В ходе анализа технологического процесса выявлены следующие недостатки:

- использование универсального оборудования;
- применение универсальной оснастки;
- для нарезания резьб используются резьбовые резцы;

Для устранения существующих недостатков предлагается:

- применить для закрепления заготовок трёхкулачковый патрон с гидроприводом;
- производить нарезание внутренних резьб резьбонарезной головкой;
- использовать для контроля внутренних резьб специальное приспособление.

2.2 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса

2.2.1 Выбор вида заготовки и метода её изготовления

В качестве заготовки принимается поковка.

Штамповка широко используется для получения качественных заготовок и наиболее эффективна в массовом, крупносерийном и серийном производстве для деталей от нескольких грамм до трёх тонн. Выбранный метод обработки металлов давлением позволяет значительно уменьшить расход металла, так как формы и размеры штампа максимально приближены к форме и размерам детали. При штамповке увеличивается коэффициент весовой точности (по сравнению с ковкой), заготовки получают с меньшими допусками, припуски уменьшаются в 2...3 раза, штамповочные уклоны также уменьшаются. Вследствие этого значительно сокращается объём последующей обработки резанием [2].

Штамповка может выполняться в открытых или закрытых штампах.

При штамповке в закрытых штампах меньше расходуется металл. Но в этом случае необходимо строго соблюдать равенство объёмов заготовки и поковки: при недостатке металла полость штампа полностью не заполнится, при его избытке размер поковки по высоте будет больше требуемого. Поэтому необходимо использовать точные заготовки из калиброванного проката или предварительно механически обработанные [3].

					15.03.15.2017.111.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		10

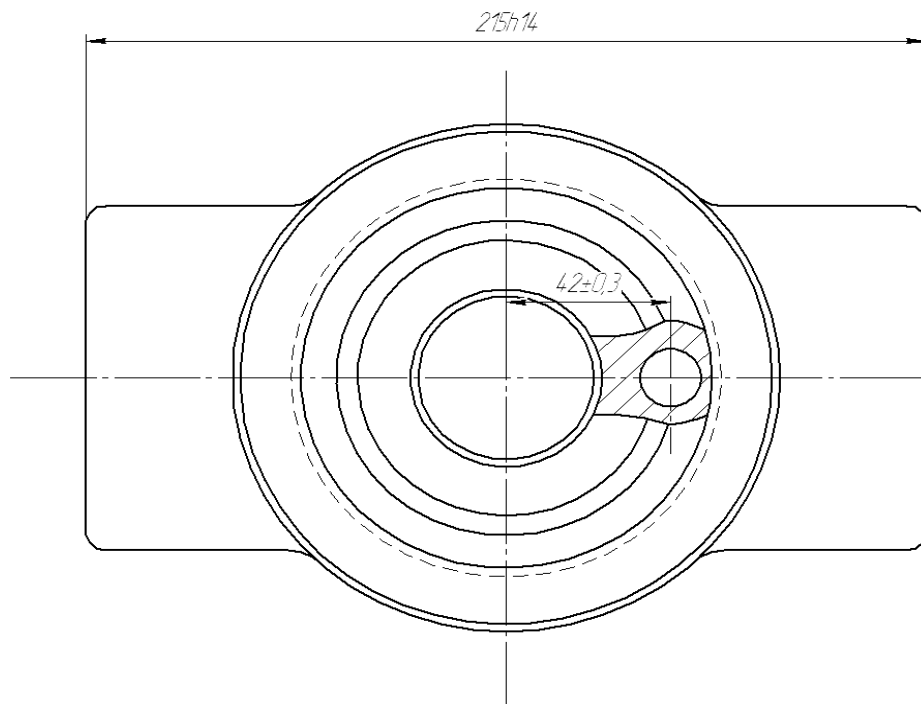
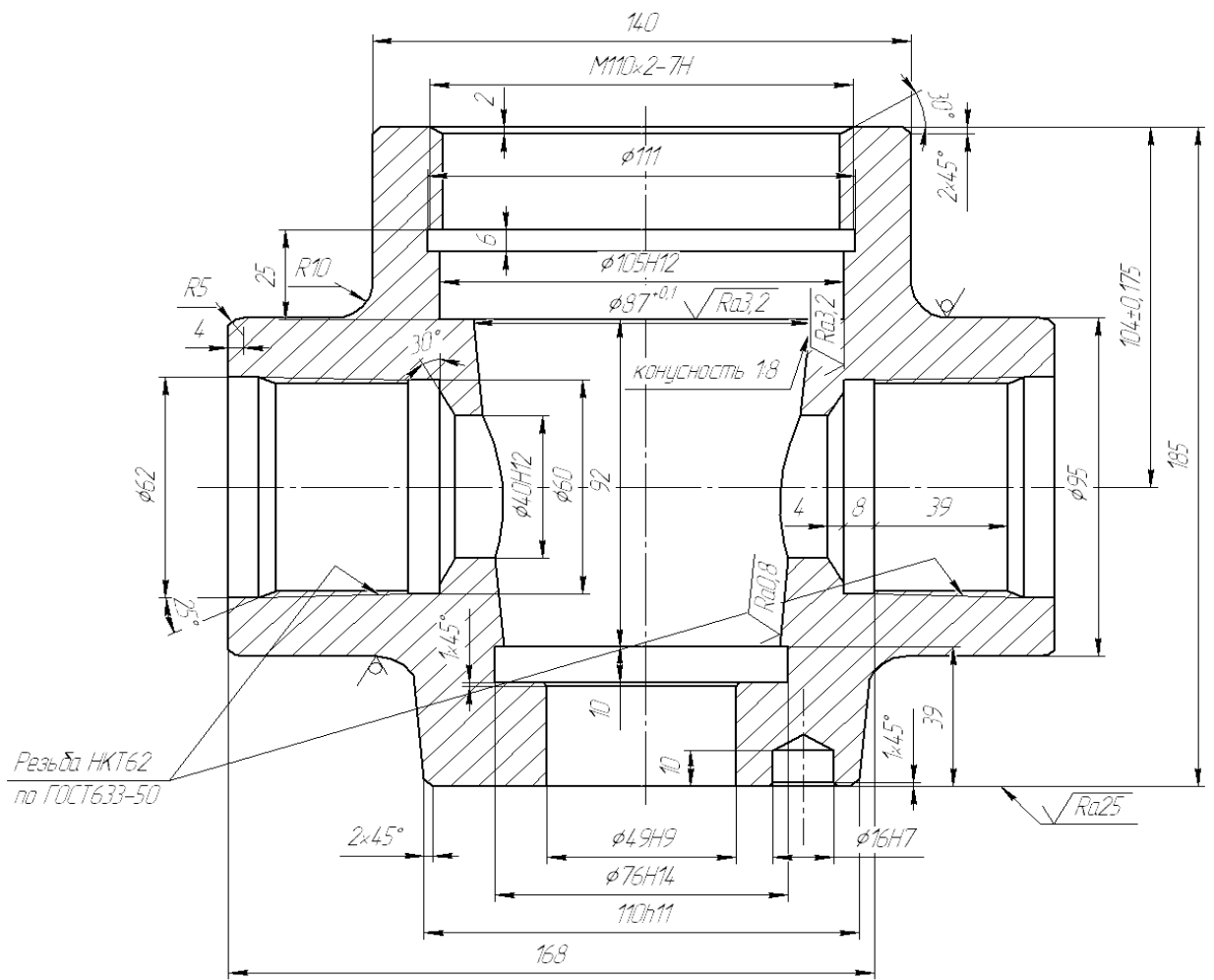


Рисунок 2.1 – Деталь

Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

15.03.15.2017.111.00 ПЗ

Лист

11

Штамповка в открытых штампах исключает необходимость использования точных заготовок. Компенсация колебания заготовок по массе осуществляется за счёт облоя [3]. Поэтому выбирается штамповка в открытых штампах. Для улучшения свойств металла после изготовления в открытых штампах целесообразно провести нормализацию (для всех деталей группы НВ 220...240).

Штамповка может производиться на кривошипном горячештамповочном прессе (КГШП) и молотах. В качестве оборудования для получения заготовки назначается КГШП, который позволяют осуществлять штамповку за один рабочий ход.

По рекомендациям [3] назначается точность заготовки IT14, шероховатость $Ra=50$ мкм, глубина дефектного слоя $h=0,25$ мм, штамповочные уклоны наружных поверхностей $\alpha=7^\circ$, форма заготовки в соответствии с рисунком 2.2

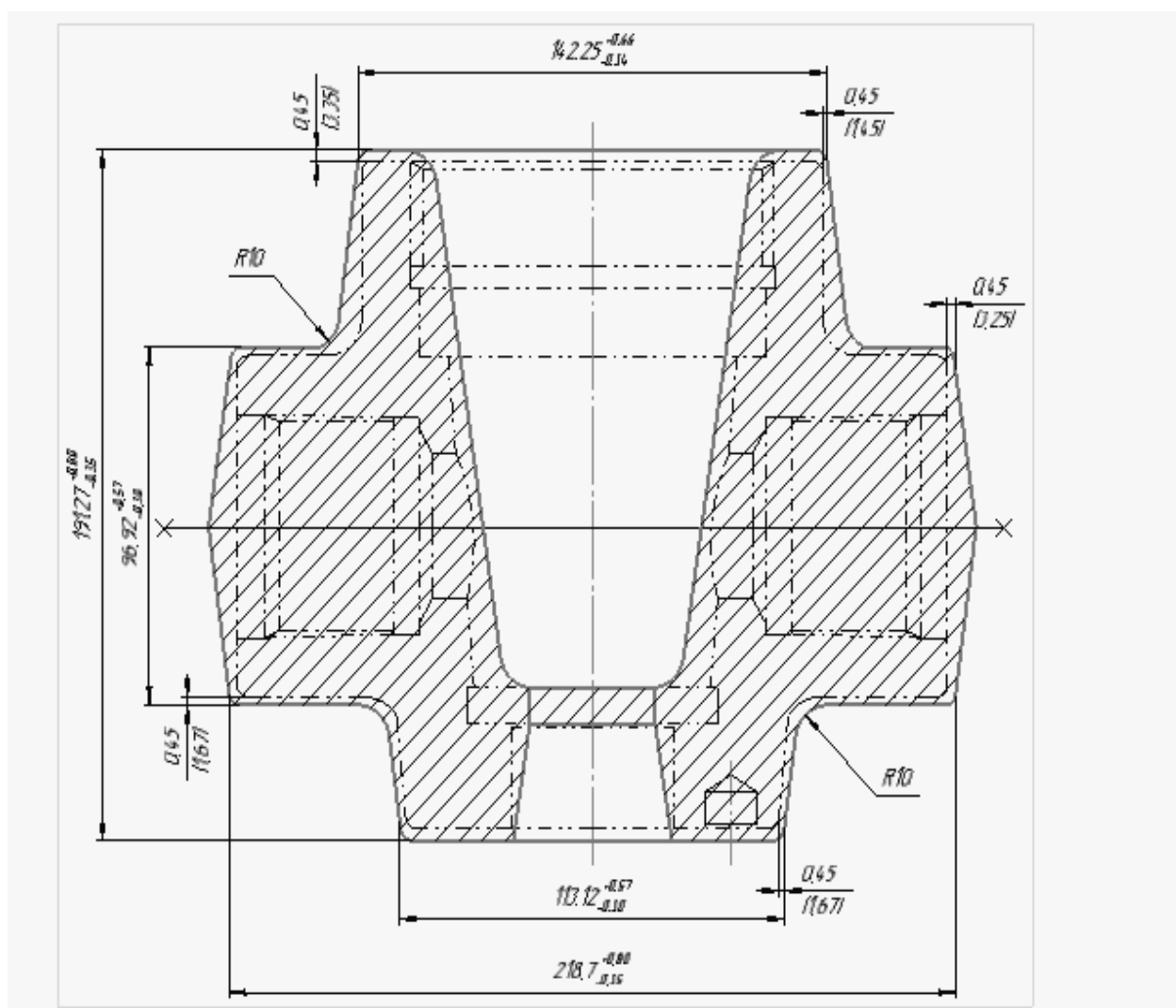


Рисунок 2.2 – Форма заготовки

Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

15.03.15.2017.111.00 ПЗ

Лист

12

2.2.2 Определение последовательности обработки поверхностей детали

Для определения последовательности обработки назначаются базы [3].
Назначение баз для детали показано в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Определение базовых поверхностей

Основная поверхность	Функциональная поверхность	Вспомогательная поверхность
M110x2-7H	Внутренние резьбы M110x2-7H	Остальные поверхности

Последовательность обработки детали

- 1 Базируемся за базу Ø110 и левый торец размер 110h11
Подрезаем правый торец в размер 185 H14
Обрабатываем поверхность Ø140±1
- 2 Базируемся за базу Ø140 и правый торец размер 140
Подрезаем левый торец в размер 185 H14
Обрабатываем поверхность Ø110 h14
- 3 Базируемся за базу Ø110 и левый торец размер 110h11
Обрабатываем отверстие Ø49 напроход
- 4 Базируемся за базу Ø110 и левый торец размер 110h11
Обрабатываем канавку в размеры Ø76H14, 39H14, 10h14
Обрабатываем фаску 1×45°
Обрабатываем конус в размеры Ø87^{+0,1}, <3°34'35"
Обрабатываем поверхность Ø105
Обрабатываем канавку в размеры Ø111H14, 6H14, 25H14
Обрабатываем фаску 2×30°
- 5 Базируемся за базу Ø110 и левый торец размер 110h11
Нарезаем резьбу M110×2–7H
- 6 Базируемся за базу Ø140 и правый торец размер 140
Подрезаем левый торец в размер 185 H14
Обрабатываем поверхность Ø110 h14
- 7 Базируемся за базу Ø110 и левый торец размер 110h14
Обрабатываем конус в размеры Ø87^{+0,1}, <3°34'35"
Обрабатываем поверхность Ø49
Подрезаем правый торец в размер 185 H14
- 8 Базируемся за базу Ø110 и левый торец размер 110h14
Обрабатываем конус в размеры Ø87^{+0,1}, <3°34'35"
Обрабатываем поверхность Ø49
- 9 Базируемся за базу Ø95 и левый торец размер 95
Подрезаем правый торец в размер 215 H14
Обрабатываем поверхность Ø95 h14
- 10 Базируемся за базу Ø95 и правый торец размер 95

- Подрезаем левый торец в размер 215 H14
 Обрабатываем поверхность Ø95 h14
- 11 Базируемся за базу Ø95 и левый торец размер 95
 Обрабатываем отверстие Ø40H14 до выхода в отверстие
 - 12 Базируемся за базу Ø95 и правый торец размер 95
 Обрабатываем отверстие Ø40H14 до выхода в отверстие
 - 13 Базируемся за базу Ø95 и левый торец размер 95
 Обрабатываем канавку в размеры Ø60H14 , 168H14 , 8H14
 Обрабатываем фаску 4×30°
 Обрабатываем отверстие Ø58 в размер $1^{\circ}47'$ 39H14 под резьбу
 Обрабатываем угол 25°
 Обрабатываем отверстие Ø62H14
 - 14 Базируемся за базу Ø95 и левый торец размер 95
 Нарезаем резьбу НКТ60
 - 15 Базируемся за базу Ø95 и правый торец размер 95
 Обрабатываем канавку в размеры Ø60H14 , 168H14 , 8H14
 Обрабатываем фаску 4×30°
 Обрабатываем отверстие Ø58 в размер $1^{\circ}47'$ 39H14 под резьбу
 Обрабатываем угол 25°
 Обрабатываем отверстие Ø62H14
 - 16 Базируемся за базу Ø95 и правый торец размер 95
 Нарезаем резьбу НКТ60
 - 17 Базируемся за базу Ø140 и левый торец размер 140
 Обрабатываем отверстие Ø15H14 в размер 42±0,3 , 10H14
 Обрабатываем отверстие Ø15,8H12
 Обрабатываем отверстие до Ø16H9
 Обрабатываем отверстие до Ø16H7
 - 18 Базируемся за базу Ø49h11 с упором в торец размер 110h14
 Обрабатываем конус

2.2.3 Определение количества переходов для обработки поверхностей детали [3].

Диаметральные размеры

- 1 Обработка наружной цилиндрической поверхности диаметра 140h14 Ra25
 Обтачивание черновое IT12 Ra25
- 2 Обработка внутренней цилиндрической поверхности диаметра 111H14Ra25
 Растачивание черновое IT12 Ra25
- 3 Обработка внутренней цилиндрической поверхности под резьбу диаметра 107,9^{+0,4} Ra25
 Растачивание черновое IT12 Ra25
- 4 Обработка внутренней цилиндрической поверхности диаметра 105H12
 Ra3,2

					15.03.15.2017.111.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		14

- Растачивание черновое IT12 Ra25
 Растачивание получистовое IT10 Ra6,3
 Растачивание чистовое IT9 Ra3,2
- 5 Обработка конусной цилиндрической поверхности диаметра $\varnothing 87^{+0,1}$,
 $<3^{\circ}34'35''$ Ra0,8
 Растачивание черновое IT12 Ra25
 Растачивание получистовое IT10 Ra6,3
 Растачивание чистовое IT9 Ra3,2
 Чистовое шлифование IT7 Ra0,8
- 6 Обработка внутренней цилиндрической поверхности диаметра 76H14Ra25
 Растачивание черновое IT12 Ra25
- 7 Обработка внутренней цилиндрической поверхности диаметра 49H9 Ra25
 Растачивание черновое IT12 Ra25
 Растачивание получистовое IT10 Ra6,3
 Растачивание чистовое IT9 Ra3,2
- 8 Обработка наружной цилиндрической поверхности диаметра 110h11 Ra25
 Обтачивание черновое IT12 Ra25
 Обтачивание получистовое IT11 Ra12,5
- 9 Обработка внутренней цилиндрической поверхности диаметра 16H7 Ra3,2
 Сверление черновое IT12 Ra25
 Зенкерование чистовое IT10 Ra6,3
 Развертывание нормальное IT9 Ra3,2
 Развертывание точное IT7 Ra1,6
- 10 Обработка наружной цилиндрической поверхности диаметра 95H14 Ra25
 Обтачивание черновое IT12 Ra25
- 11 Обработка внутренней цилиндрической поверхности под резьбу диаметра
 $\varnothing 58,134^{+0,22}$ Ra25
 Растачивание черновое IT12 Ra25
- 12 Обработка внутренней цилиндрической поверхности диаметра 62H14Ra25
 Растачивание черновое IT12 Ra25
- 13 Обработка внутренней цилиндрической поверхности диаметра 60H14Ra25
 Растачивание черновое IT12 Ra25
- 14 Обработка внутренней цилиндрической поверхности диаметра 40H12Ra25
 Сверление IT12 Ra25
- 2.2.3.2 Резьбовые поверхности
- 1 Нарезание внутренней метрической резьбы M110×2–7H Ra3,2
 Черновое растачивание IT12 Ra25
 Нарезание резьбы резьбонарезной головкой IT6 Ra3,2
- 2 Нарезание внутренней резьбы НКТ 62 Ra3,2
 Черновое растачивание IT12 Ra25
 Нарезание резьбы IT6 Ra3,2

					15.03.15.2017.111.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		15

2.2.3.3 Линейные размеры

- 1 Обеспечение линейного размера 215h14 Ra25 Обработка торцов
точение черновое IT14 Ra50
получистовое точение IT12 Ra25
- 2 Обеспечение линейного размера 55H14 Ra25 расточка отверстия в размер
черновое растачивание IT12 Ra25
- 3 Обеспечение линейного размера 8H14 Ra25 расточка отверстия в размер
черновое растачивание IT12 Ra25
- 4 Обеспечение линейного размера 4H14 Ra25 расточка фаски в размер
черновое растачивание IT12 Ra25
- 5 Обеспечение линейного размера 12H14 Ra25 расточка канавки в размер
черновое растачивание IT12 Ra25
- 6 Обеспечение линейного размера 35H14 Ra25 расточка канавки в размер
черновое растачивание IT12 Ra25
- 7 Обеспечение линейного размера 2H14 Ra25 расточка фаски в размер
черновое растачивание IT12 Ra25
- 8 Обеспечение линейного размера 6H14 Ra25 расточка канавки в размер
черновое растачивание IT12 Ra25
- 9 Обеспечение линейного размера 92H14 Ra25 расточка отверстия в размер
черновое растачивание IT12 Ra25
- 10 Обеспечение линейного размера 10H14 Ra25 расточка канавки в размер
черновое растачивание IT12 Ra25
- 11 Обеспечение линейного размера 10H14 Ra25 сверление отверстия в размер
сверление IT12 Ra25
- 12 Обеспечение линейного размера 185h14 Ra25
точение черновое IT14 Ra50
точение получистовое IT12 Ra25
- 13 Обеспечение линейного размера 104h12 Ra25
точение черновое IT14 Ra50
точение получистовое IT12 Ra25

2.2.4 Формирование операций

На основании выбранной последовательности обработки поверхностей детали формируем операции и составляем маршрутную технологию.

000 Заготовительная. (2171)

005 Токарная.(4110)

Черновое точение правого торца в размер 185 IT14 Ra50

Черновое обтачивание диаметра 140h12 Ra25,

Станок токарный 16К30

010 Токарная(4110)

Черновое точение левого торца в размер 185 IT14 Ra50,

					15.03.15.2017.111.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		16

- Черновое обтачивание диаметра 110 h12 Ra25,
 Станок токарный 16К30
- 015 Расточная с ЧПУ. (4231)
 Растачивание черновое диаметра 105IT12 Ra25
 Растачивание черновое канавки диаметра 111IT12 Ra25 в размеры 6IT14,
 25IT14
 Растачивание черновое канавки диаметра 76IT12 Ra25 в размеры 10IT14,
 39IT14
 Растачивание черновое фаски 2×30 Ra25
 Растачивание черновое фаски 1×45 Ra25
 Растачивание черновое конуса диаметра $\varnothing 87^{+0,1}$, $<3^{\circ}34'35''$ Ra25
 Нарезание резьбы М110×2–Н7
 Станок токарный с ЧПУ 16К30Ф3С5
- 020 Токарная.(4110)
 Получистовое точение левого торца в размер 185 IT12 Ra25
 Получистовое обтачивание диаметра 110 IT11Ra12,5
 Растачивание черновое фаски 2×45 Ra25
 Станок токарный 16К30
- 025 Расточная. (4210)
 Получистовое точение правого торца в размер 185 IT12 Ra25
 Точение черновое фаски 2×45 Ra25
 Растачивание получистовое диаметра 49IT10 Ra6,3
 Растачивание чистовое диаметра 49IT9 Ra3,2
 Растачивание получистовое конуса диаметра $\varnothing 87^{+0,1}$, $<3^{\circ}34'35''$ Ra6,3
 Растачивание чистовое конуса диаметра $\varnothing 87^{+0,1}$, $<3^{\circ}34'35''$ Ra3,2
 Станок токарный 16К30
- 030 Токарная.(4110)
 Черновое точение правого торца в размер 215 IT14 Ra50
 Черновое обтачивание диаметра 95h12 Ra25,
 Черновое точение радиуса R5
 Станок токарный 16К20
- 035 Токарная.(4110)
 Черновое точение левого торца в размер 215 IT14 Ra50
 Черновое обтачивание диаметра 95h12 Ra25,
 Черновое точение радиуса R5
 Станок токарный 16К30
- 040 Сверлильная. (4210)
 Сверление отверстия диаметра 25 до выхода в отверстие IT12 Ra25
 Рассверливание отверстия диаметра 40 до выхода в отверстие IT12 Ra25
 Станок вертикально-сверлильный 2Н150
- 045 Сверлильная. (4210)
 Сверление отверстия диаметра 25 до выхода в отверстие IT12 Ra25
 Рассверливание отверстия диаметра 40 до выхода в отверстие IT12 Ra25

- Станок вертикально-сверлильный 2Н150
- 050 Расточная с ЧПУ. (4231)
 Растачивание черновое диаметра 62IT12 Ra25
 Растачивание черновое угла 25
 Растачивание черновое диаметра Ø58 Ra25 под резьбу
 Растачивание черновое канавки диаметра 60IT12 Ra25 в размеры 168IT14, 8IT14
 Растачивание черновое фаски 4×30 Ra25
 Нарезание резьбы НКТ62 IT6 Ra3,2
 Станок токарный с ЧПУ 16К30Ф3С5
- 055 Расточная с ЧПУ. (4231)
 Растачивание черновое диаметра 62IT12 Ra25
 Растачивание черновое угла 25
 Растачивание черновое диаметра Ø58 Ra25 под резьбу
 Растачивание черновое канавки диаметра 60IT12 Ra25 в размеры 168IT14, 8IT14
 Растачивание черновое фаски 4×30 Ra25
 Нарезание резьбы НКТ62 IT6 Ra3,2
 Станок токарный с ЧПУ 16К30Ф3С5
- 060 Сверлильная. (4210)
 Сверление отверстия диаметра 16 IT12 Ra25 в размеры 42±0,3, 10Н14
 Зенкерование чистовое отверстия диаметра 16 IT10 Ra6,3
 Развертывание нормальное отверстия диаметра 16 IT9 Ra3,2
 Развертывание точное отверстия диаметра 16 IT7 Ra1,6
 Зенкуем фаску 1×45 Ra25
 Станок вертикально-сверлильный 2Н118
- 065 Слесарная (0108)
 Маркируем товарный знак завода, величину условного давления, условный проходной диаметр
- 070 Промывочная (0125)
- 075 Шлифовальная. (4130)
 Шлифование чистовое конуса диаметра Ø87^{+0,1}, <3°34'35" Ra0,8
 Станок внутришлифовальный 3К227А
- 080 Контрольная (0260)

2.3 Размерный анализ разработанного технологического процесса

Преобразование и кодирование чертежа детали

Первым этапом анализа является преобразование и кодирование чертежа детали. На рисунках 2.3 и 2.4 показаны преобразованные чертежи детали. С учётом разработанного технологического процесса и принятой кодировки чертежа детали составляется таблица технологического маршрута обработки детали (таблица 2.2). На основании таблицы 2.2 выполняются схемы размеров (рисунки 2.5 и 2.6). Схема пространственных отклонений не составляется, так как в чертеже детали нет требований по расположению поверхностей. По разработанным схемам составляем уравнения размерных цепей для определения операционных размеров и размеров заготовки.

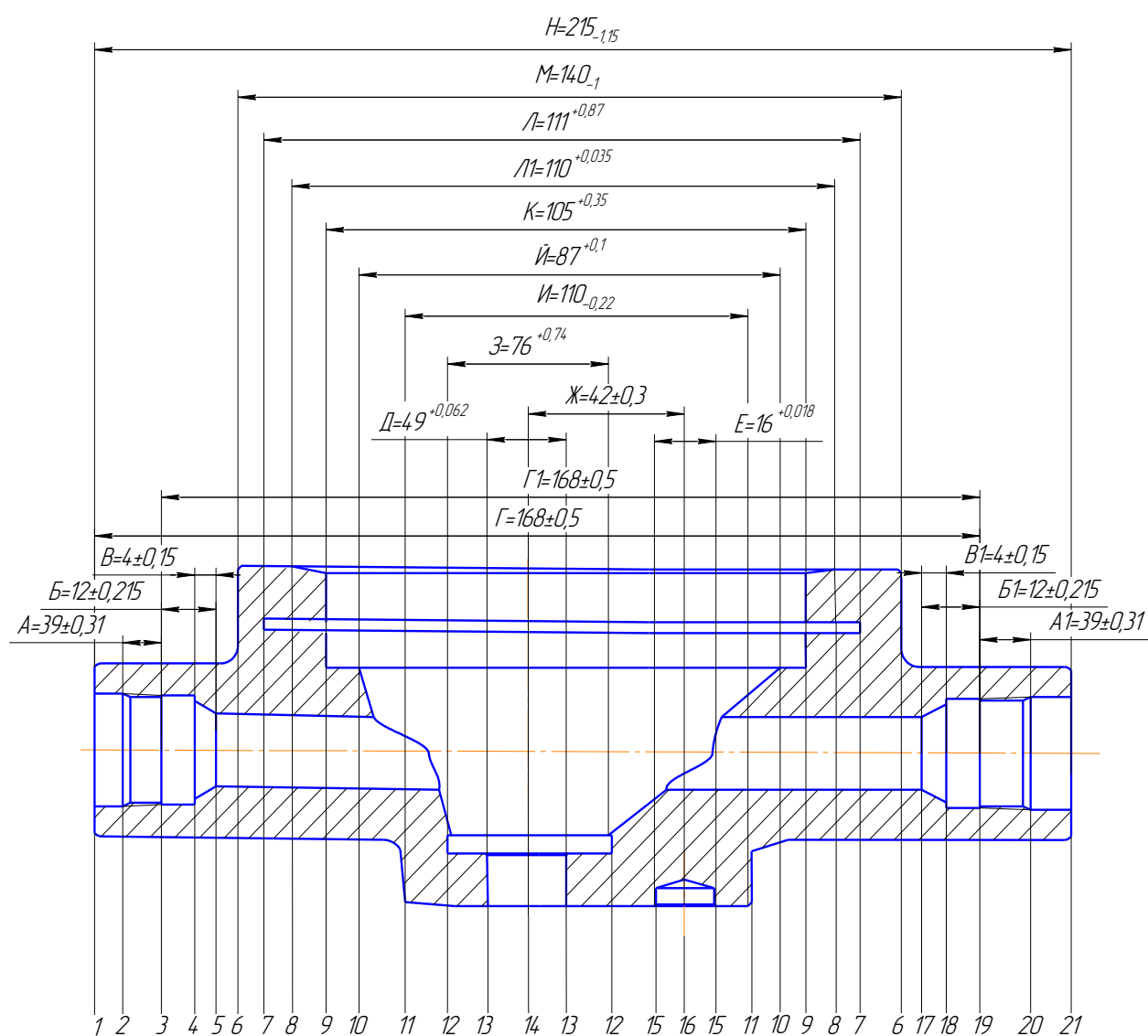


Рисунок 2.3– Преобразованный чертеж детали в I проекции

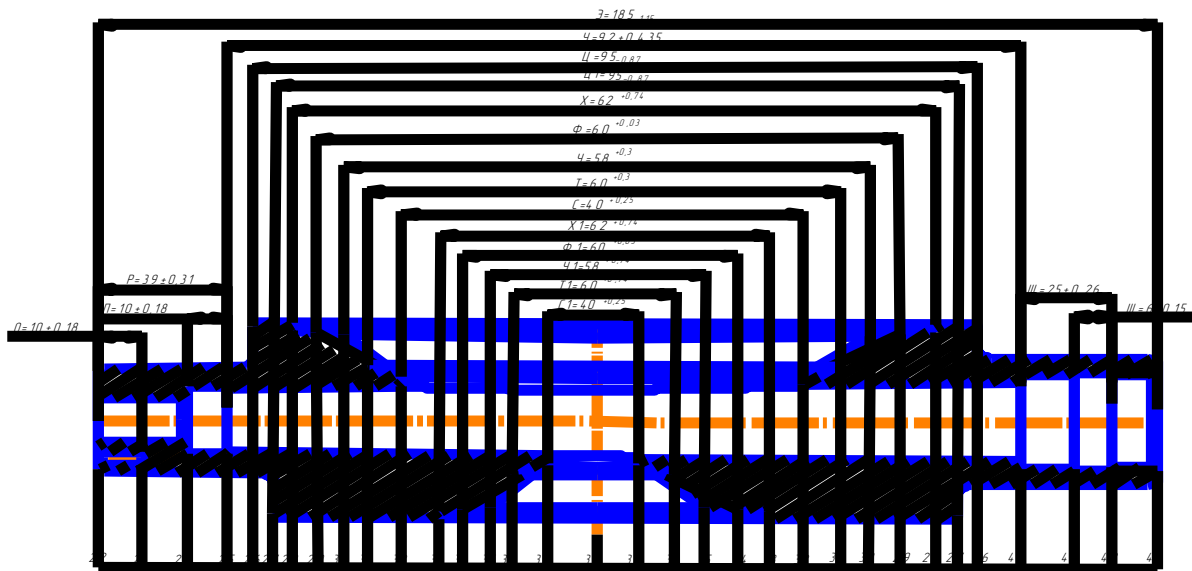


Рисунок 2.4– Преобразованный чертеж детали во II проекции

Таблица 2.2 – Технологический маршрут обработки детали

№ операции	Эскиз	Допуски, технические требования, мм
1	<p style="text-align: center;">2</p>	<p style="text-align: center;">3</p> <p> $\sqrt{Ra50}$ $TI^{\circ}=0,87$ $TM^{\circ}=1,00$ $TH^{\circ}=1,15$ $TC^{\circ}=0,87$ $TC1^{\circ}=0,87$ $TE^{\circ}=1,15$ $\odot 6^{\circ}, 11^{\circ}=0,8$ $\odot 26^{\circ}, 27^{\circ}=0,6$ </p>
005	<p style="text-align: center;">Токарная</p>	<p> $\sqrt{Ra50}$ $TM^5=0,40$ $TE^5=1,15+0,6=1,75$ $TY^5=0,25$ $\odot 11^{\circ}, 6^5=0,8$ </p>

Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата
-----	------	----------	---------	------

15.03.15.2017.111.00 ПЗ

Лист

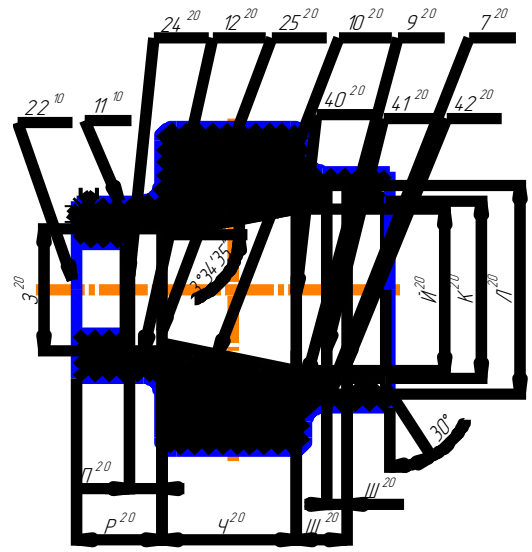
21

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3
<p>010 Токарная</p>		<p> $TI^{10} = 0,35$ $TЭ^{10} = 1,15 + 0,4 = 1,45$ $TЯ1^{10} = 0,21$ $\odot 11^{10}, 6^5 = 0,8$ </p>

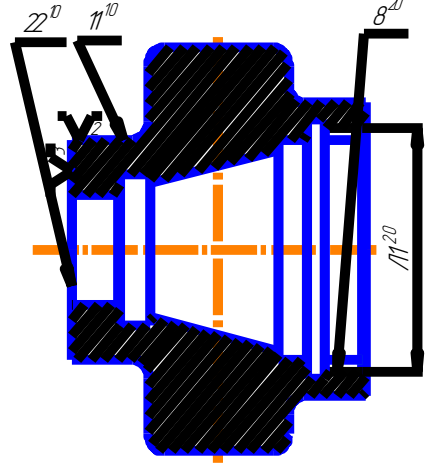
1 2 3

020 расточная I переход



- $TЗ^{20}=0,3$
- $TЙ^{20}=0,35$
- $TК^{20}=0,35$
- $TЛ^{20}=0,35$
- $TП^{20}=0,15=0,15$
- $TP^{20}=0,25+0,4=0,65$
- $TЧ^{20}=0,35$
- $TШ^{20}=0,12$
- $TЦ^{20}=0,21$
- $\odot 11^{10}, 7^{20}=0,4$
- $\odot 11^{10}, 9^{20}=0,4$
- $\odot 11^{10}, 12^{20}=0,4$
- $\odot 11^{10}, 10^{20}=0,4$

020 резьбонарезная II переход



- $TЛ1^{20П}=0,035$
- $\odot 11^{10}, 8^{20П}=0,1$

Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата
-----	------	----------	---------	------

15.03.15.2017.111.00 ПЗ

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3
<p>025 токарная</p>		<p> $TI^{25}=0,22$ $TЭ^{25}=0,46+0,4=0,86$ $TЯ1^{25}=0,13$ $\odot 11^{25}, 6^5=0,3$ </p>
<p>030 расточная I переход</p>		<p> $TД^{30(I)}=0,1$ $TЙ^{30(I)}=0,12$ $TЭ^{30(I)}=0,46+0,16=0,62$ $\odot 11^{25}, 13^{30(I)}=0,25$ $\odot 11^{25}, 10^{30(I)}=0,25$ </p>

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3
<p>030 расточная II переход</p>		<p>$TД^{30(II)}=0,062$ $TЙ^{30(II)}=0,074$ $\odot 11^{25}, 13^{30(II)}=0,1$ $\odot 11^{25}, 10^{30(II)}=0,1$</p>
<p>035 Токарная</p>		<p>$TН^{35} = 1,15+0,5=1,65$ $TЦ1^{35} = 0,35$ $TЁ^{35}=0,21$ $\odot 26^0, 27^{35}=0,6$</p>

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3
040 Токарная	<p>Technical drawing of a turned part (040) showing a cross-section. Dimensions include H^{40}, $E1^{40}$, $\sqrt{Ra50}$, $\sqrt{Ra25}$, 21^{35}, 27^{35}, 1^{40}, 26^{40}, and a chamfer of 2. The part is hatched with diagonal lines.</p>	$TH^{40} = 1,15 + 0,3 = 1,35$ $TC^{40} = 0,35$ $TE1^{40} = 0,21$ $\odot 27^{35}, 26^{40} = 0,6$

045 сверлильная	<p>Technical drawing of a drilled part (045) showing a cross-section. Dimensions include 38^{45}, $C1^{45}$, $\sqrt{Ra25}$, 26^{40}, 1^{40}, a chamfer of 2, and a hole diameter of 3. The part is hatched with diagonal lines.</p>	$TC1^{45} = 0,25$ $\odot 26^{40}, 38^{45} = 0,25$
-----------------	--	---

Продолжение таблицы 2.2

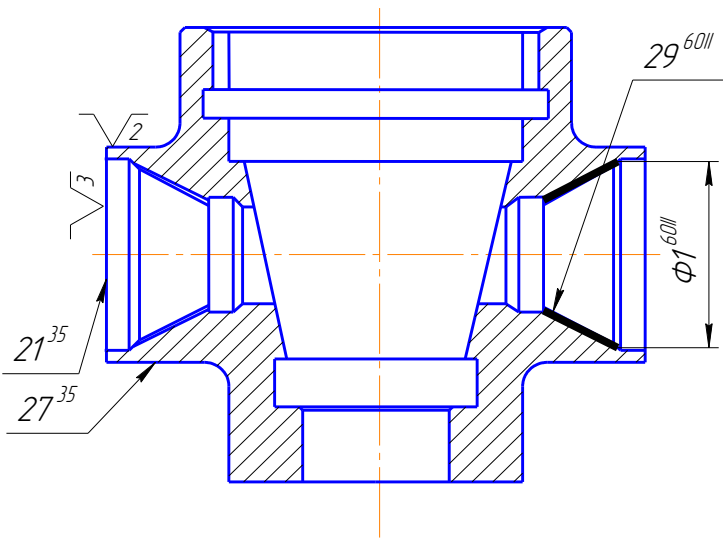
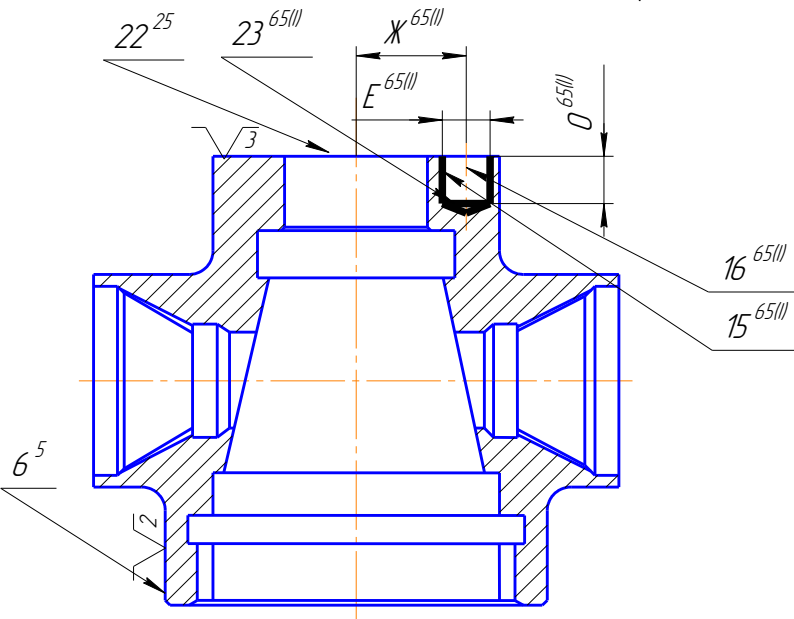
1	2	3
050 сверлильная	<p>Technical drawing of a drill bit (050) showing a cross-section. Dimensions include: 32⁵⁰, 50, Ra25, 27³⁵, 21³⁵, 2, 3.</p>	<p>TC⁵⁰=0,25</p> <p>◎27³⁵, 32⁵⁰=0,25</p>

055 расточная I переход	<p>Technical drawing of a reamer (055) showing a cross-section. Dimensions include: 17⁵⁵, 18⁵⁵, 19⁵⁵, 20⁵⁵, 36⁵⁵, 35⁵⁵, 33⁵⁵, 3, 2, 1⁴⁰, 26⁴⁰, 30, 30, 1*7, 25, A7⁵⁵, B7⁵⁵, B1⁵⁵, r⁵⁵, 71⁵⁵, 41⁵⁵, X1⁵⁵.</p>	<p>TA1⁵⁵=0,25</p> <p>TB1⁵⁵=0,18</p> <p>TB1⁵⁵=0,12</p> <p>TI⁵⁵=0,40+0,3=0,7</p> <p>TI1⁵⁵=0,30</p> <p>TY1⁵⁵=0,30</p> <p>TX1⁵⁵=0,30</p> <p>◎26⁴⁰, 36⁵⁵=0,25</p> <p>◎26⁴⁰, 33⁵⁵=0,25</p> <p>◎26⁴⁰, 35⁵⁵=0,25</p>
-------------------------	--	---

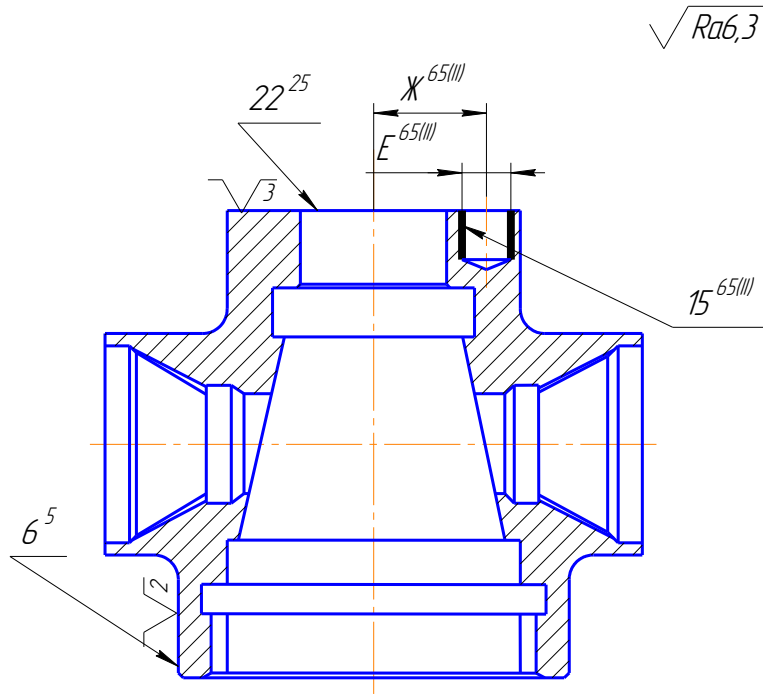
Продолжение таблицы 2.2

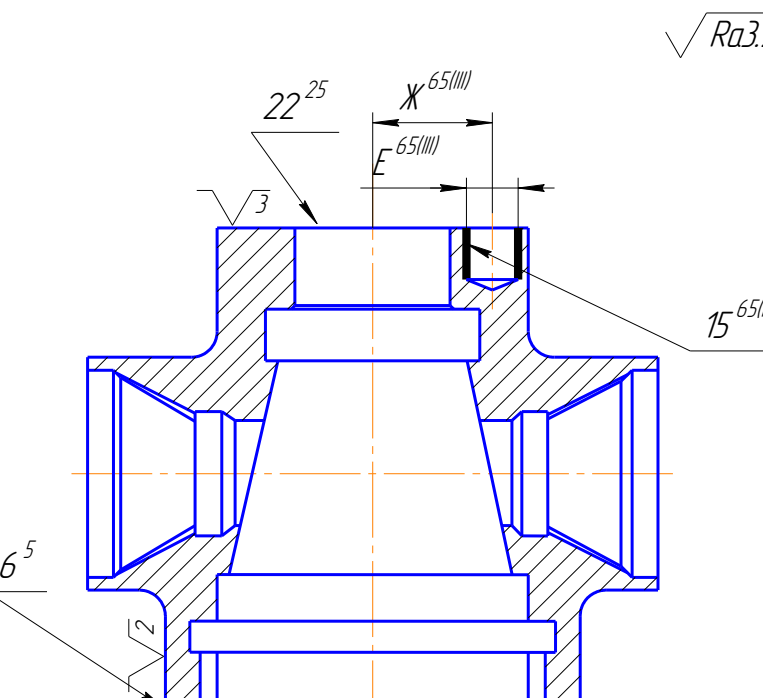
1	2	3
<p>055 Резьбонарезная II переход</p>		<p>$\sqrt{Ra3.2}$</p> <p>$ТФ1^{55II}=0,019$</p> <p>$\textcircled{\text{C}}26^{40}, 34^{55II}=0,10$</p>
<p>060 расточная I переход</p>		<p>$\sqrt{Ra25}$</p> <p>$ТА^{60}=0,25$ $ТБ^{60}=0,18$ $ТВ^{60}=0,12$ $ТГ1^{60}=0,40+0,3=0,7$ $ТТ^{60}=0,30$ $ТУ^{60}=0,30$ $ТХ^{60}=0,30$</p> <p>$\textcircled{\text{C}}27^{35}, 31^{60}=0,25$ $\textcircled{\text{C}}27^{35}, 30^{60}=0,25$ $\textcircled{\text{C}}27^{35}, 28^{60}=0,25$</p>

Продолжение таблицы 2.2

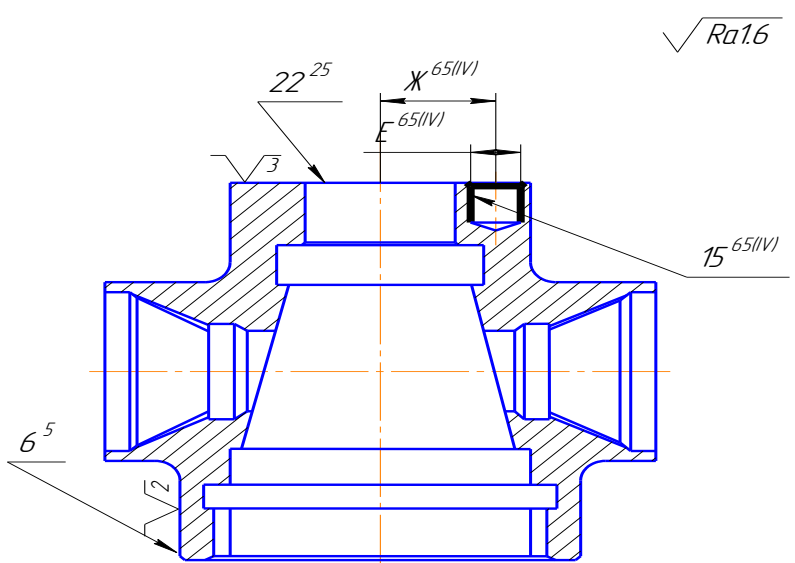
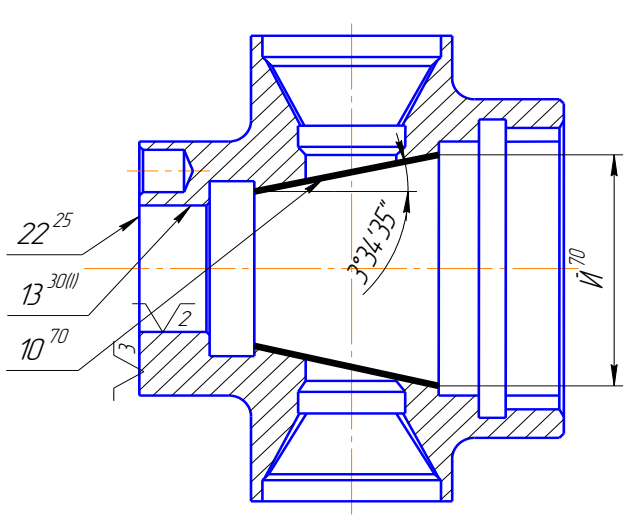
1	2	3
<p>060 расточная II переход</p>	 <p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra3.2}$</p>	<p>$T\Phi^{60II}=0,019$</p> <p>$\odot 27^{35}, 29^{60II}=0,10$</p>
<p>065 сверлильная I переход</p>	 <p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra25}$</p>	<p>$TE^{65(I)} = 0,18$</p> <p>$TЖ^{65(I)} = 0,25$</p> <p>$TO^{65(I)} = 0,15 + 0,16 = 0,31$</p> <p>$\odot 6^5, 15^{65I} = 0,80$</p>

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3
<p>065 сверлильная II переход</p>	 <p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra6,3}$</p>	<p>TE^{65(II)} = 0,070 TЖ^{65(II)} = 0,10 ◎6⁵, 15^{65II} = 0,30</p>

<p>065 сверлильная III переход</p>	 <p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra3,2}$</p>	<p>TE^{65(III)} = 0,043 TЖ^{65(III)} = 0,062 ◎6⁵, 15^{65III} = 0,12</p>
------------------------------------	--	--

Окончание таблицы 2.2

1	2	3
065 сверлильная IV переход	 <p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra1,6}$</p>	$TE^{65(IV)} = 0,018$ $TЖ^{65(IV)} = 0,025$ $\textcircled{C}6^5, 15^{65IV} = 0,05$
080 шлифовальная	 <p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra0,8}$</p>	$T\check{H}^{70} = 0,035$ $\textcircled{C}13^{30I}, 10^{70} = 0,04$

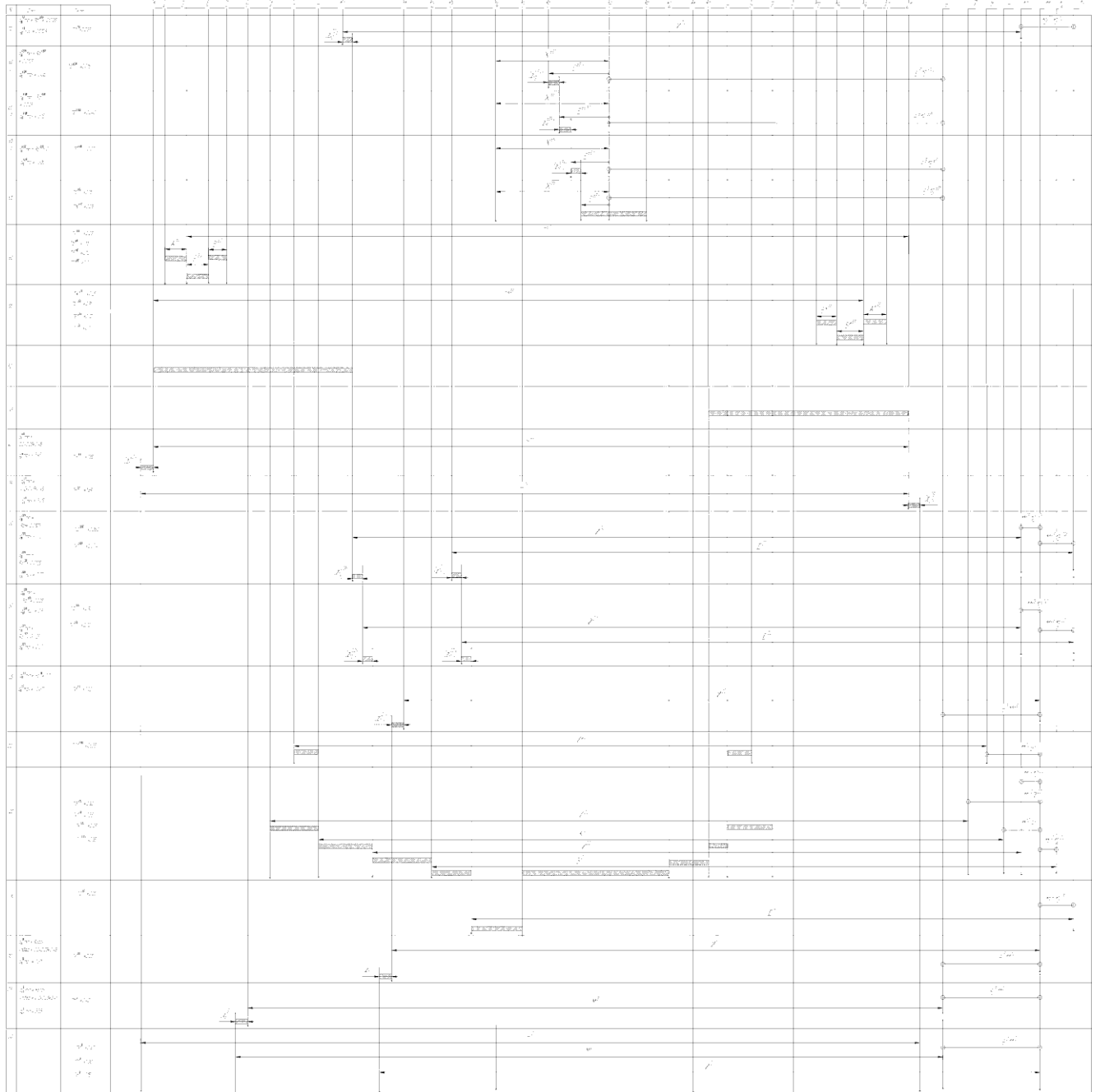
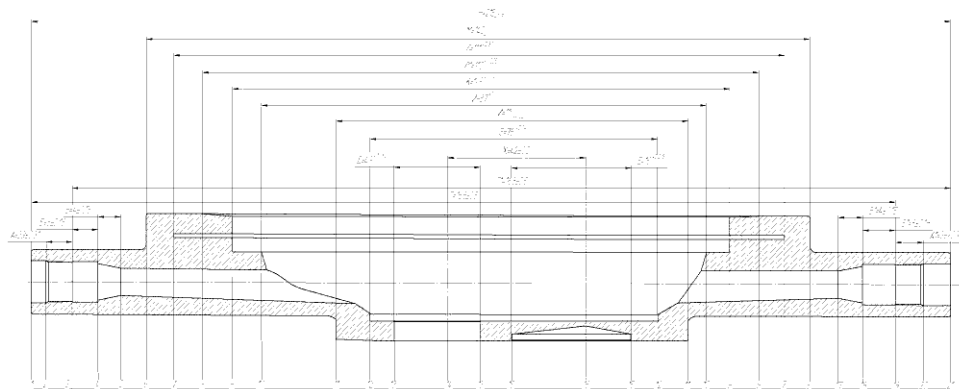


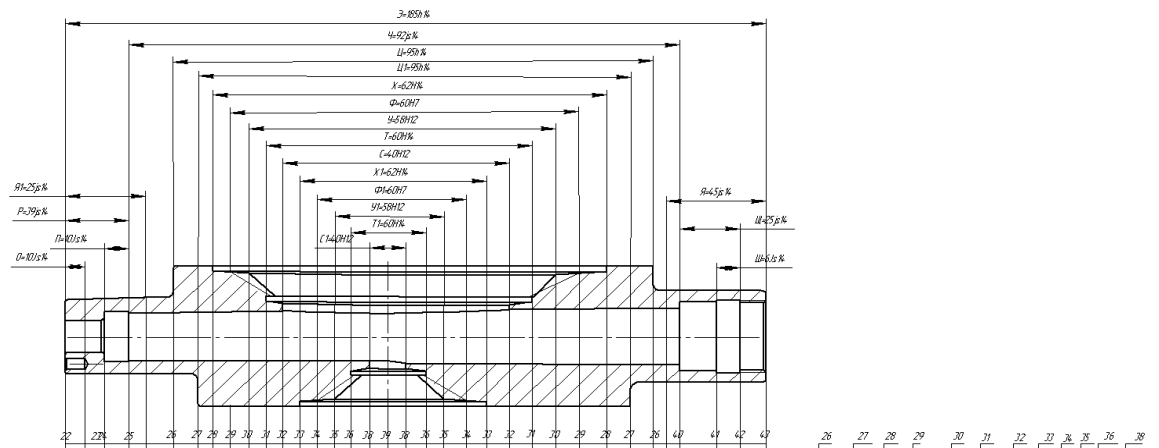
Рисунок 2.5 – размерная схема 1 проекции

Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

15.03.15.2017.111.00 ПЗ

Лист

32



М	Знач	Толк
65		
1	$10^{60} \pm 0,11$	
60		
	$1x^{60} \pm 0,30$	
	$1\phi^{60} \pm 0,019$	
	$1y^{60} \pm 0,30$	
	$1z^{60} \pm 0,30$	
55		
	$1x^{55} \pm 0,30$	
	$1\phi^{55} \pm 0,019$	
	$1y^{55} \pm 0,30$	
	$1z^{55} \pm 0,30$	
50		
	$1z^{50} \pm 0,25$	
45		
	$1z^{45} \pm 0,25$	
40		
	$z_{\text{н}}^{40} \pm 0,165$	
	$z_{\text{к}}^{40} \pm 167$	
35		
	$z_{\text{н}}^{35} \pm 0,165$	
	$z_{\text{к}}^{35} \pm 167$	
30		
1	$z_{\text{н}}^{30} \pm 0,2$	
	$z_{\text{к}}^{30} \pm 164$	
25		
	$z_{\text{н}}^{25} \pm 0,1$	
	$z_{\text{к}}^{25} \pm 291$	
	$z_{\text{н}}^{25} \pm 0,2$	
	$z_{\text{к}}^{25} \pm 227$	
20		
	$1\eta^{20} \pm 0,15$	
	$1\rho^{20} \pm 0,65$	
	$1\gamma^{20} \pm 0,25$	
	$1\omega^{20} \pm 0,12$	
	$1\lambda^{20} \pm 0,21$	
5		
10		
	$z_{\text{н}}^{10} \pm 0,165$	
	$z_{\text{к}}^{10} \pm 365$	
	$1\gamma^{10} \pm 165$	
	$1\rho^{10} \pm 0,21$	
5		
5		
	$z_{\text{н}}^{5} \pm 0,165$	
	$z_{\text{к}}^{5} \pm 325$	
	$1\gamma^{5} \pm 175$	
	$1\rho^{5} \pm 0,25$	
00		
	$1\lambda^{00} \pm 0,87$	
	$1\omega^{00} \pm 0,87$	
	$1\gamma^{00} \pm 1,15$	

Рисунок 2.6 – размерная схема второй проекции

По 1 схеме размеров получаем следующие уравнения:

- $[Z_{10}^{70}] = \check{Y}^{70} - \check{Y}^{30\Pi} - 10^{70}, 13^{30I} - 11^{25}, 13^{30\Pi} - 10^{30\Pi}, 11^{25};$
- $[Z_{15}^{65(IV)}] = E^{65IV} - E^{65III} - 6^5, 15^{65IV} - 6^5, 15^{65III}$
- $[Z_{15}^{65(III)}] = E^{65III} - E^{65II} - 6^5, 15^{65III} - 6^5, 15^{65II}$
- $[Z_{15}^{65(II)}] = E^{65II} - E^{65I} - 6^5, 15^{65II} - 6^5, 15^{65I}$
- $[Z_1^{40}] = H^{35} - H^{40};$
- $[Z_{21}^{35}] = H^0 - H^{35};$
- $[Z_{10}^{30\Pi}] = \check{Y}^{30\Pi} - \check{Y}^{30I} - 10^{30\Pi}, 11^{25} - 10^{30I}, 11^{25};$
- $[Z_{13}^{30\Pi}] = D^{30\Pi} - D^{30I} - 13^{30\Pi}, 11^{25} - 13^{30I}, 11^{25};$
- $[Z_{10}^{30I}] = \check{Y}^{30I} - \check{Y}^{20} - 6^5, 11^{25} - 6^5, 11^{10} - 10^{20}, 11^{10};$
- $[Z_{13}^{30I}] = D^{30I} - D^{15} - 13^{30I}, 11^{25} - 6^5, 11^{25} - 6^5, 11^{10} - 13^{15}, 11^{10};$
- $[Z_{11}^{25}] = I^{10} - I^{25} - 6^5, 11^{25} - 6^5, 11^{10};$
- $[Z_{11}^{10}] = I^0 - I^{10} - 6^5, 11^{10} - 6^5, 11^0;$
- $[Z_6^5] = M^0 - M^5 - 6^5, 11^0 - 6^0, 11^0;$

По 2 схеме размеров получаем следующие уравнения:

- $[P] = \mathcal{E}^{25} - \mathcal{E}^{10} + P^{20};$
- $[Z_{26}^{40}] = \mathcal{C}^0 - \mathcal{C}^{40} - 26^{40}, 27^{35} - 26^0, 27^{35};$
- $[Z_{27}^{35}] = \mathcal{C}1^0 - \mathcal{C}1^{35} - 26^0, 27^{35} - 26^0, 27^0;$
- $[Z_{43}^{30I}] = \mathcal{E}^{25} - \mathcal{E}^{30I};$
- $[Z_{22}^{10}] = \mathcal{E}^{05} - \mathcal{E}^{10};$
- $[Z_{22}^{25}] = \mathcal{E}^{10} - \mathcal{E}^{25};$
- $[Z_{43}^5] = \mathcal{E}^0 - \mathcal{E}^5;$

На основании полученных уравнений проверяем точность разработанного технологического процесса:

$$[P] = \mathcal{E}^{25} + \mathcal{E}^{10} + P^{20}$$

$$TP \geq T \mathcal{E}^{25} + T\mathcal{E}^{10} + TP^{20}$$

$$0,62 \text{ мм} < 0,86 + 1,45 + 0,65 = 2,96 \text{ мм.}$$

Из расчётов видно, что точность не обеспечивается.

Заданный допуск размера P намного меньше расчётного допуска. В данном случае необходимо, чтобы данный размер стал составляющим звеном. Для этого вводится дополнительный переход в операцию 25: полуступовое точение размера 39, которое обеспечивает IT10, Ra=6,3 мкм. В таблице технологического маршрута обработки детали (таблица 2.2) операция 25, заменяется (таблица 2.3). С учётом корректировки, точность разработанного технологического процесса будет обеспечена.

					15.03.15.2017.111.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		34

Таблица 2.3 – Операция 25 после корректировки

1	2	3
025 токарная		$TI^{25}=0,22$ $TE^{25}=0,46+0,4=0,8$ $TЯ1^{25}=0,13$ $TP^{25}=0,10$ $\odot 11^{25}, 6^5=0,3$

С учётом таблицы 2.3 корректируются схемы размеров и схема технологического маршрута обработки деталей. Записываются новые уравнения размерных цепей.

По 1схеме размеров получаем следующие уравнения:

$$[Z_{10}^{70}] = \dot{Y}^{70} - \dot{Y}^{30\Pi} - 10^{70}, 13^{30I} - 11^{25}, 13^{30\Pi} - 10^{30\Pi}, 11^{25};$$

$$[Z_{15}^{65(IV)}] = E^{65IV} - E^{65III} - 6^5, 15^{65IV} - 6^5, 15^{65III}$$

$$[Z_{15}^{65(III)}] = E^{65III} - E^{65II} - 6^5, 15^{65III} - 6^5, 15^{65II}$$

$$[Z_{15}^{65(II)}] = E^{65II} - E^{65I} - 6^5, 15^{65II} - 6^5, 15^{65I}$$

$$[Z_1^{40}] = H^{35} - H^{40};$$

$$[Z_{21}^{35}] = H^0 - H^{35};$$

$$[Z_{10}^{30II}] = \dot{Y}^{30\Pi} - \dot{Y}^{30I} - 10^{30\Pi}, 11^{25} - 10^{30I}, 11^{25};$$

$$[Z_{13}^{30II}] = D^{30\Pi} - D^{30I} - 13^{30\Pi}, 11^{25} - 13^{30I}, 11^{25};$$

$$[Z_{10}^{30I}] = \dot{Y}^{30I} - \dot{Y}^{20} - 6^5, 11^{25} - 6^5, 11^{10} - 10^{20}, 11^{10};$$

$$[Z_{13}^{30I}] = D^{30I} - D^{15} - 13^{30I}, 11^{25} - 6^5, 11^{25} - 6^5, 11^{10} - 13^{15}, 11^{10};$$

$$[Z_{11}^{25}] = И^{10} - И^{25} - 6^5, 11^{25} - 6^5, 11^{10};$$

$$[Z_{11}^{10}] = И^0 - И^{10} - 6^5, 11^{10} - 6^5, 11^0;$$

$$[Z_6^5] = M^0 - M^5 - 6^5, 11^0 - 6^0, 11^0;$$

По 2 схеме размеров получаем следующие уравнения:

$$[Z_{26}^{40}] = Ц^0 - Ц^{40} - 26^{40}, 27^{35} - 26^0, 27^{35};$$

$$[Z_{27}^{35}] = Ц1^0 - Ц1^{35} - 26^0, 27^{35} - 26^0, 27^0;$$

$$[Z_{43}^{30I}] = Э^{25} - Э^{30I};$$

$$[Z_{22}^{10}] = Э^{05} - Э^{10};$$

$$[Z_{22}^{25}] = Э^{10} - Э^{25};$$

$$[Z_{43}^5] = Э^0 - Э^5;$$

$$[Z_{25}^{25}] = P^{25} - P^{20} - Э^{25} + Э^{10}$$

На основании составленных уравнений, рассчитываются операционные размеры и максимальные припуски на обработку для определения размеров заготовки (все расчётные значения приведены в мм).

$$[Z_{10}^{70}] = Й^{70} - Й^{30II} - 10^{70}, 13^{30I} - 11^{25}, 13^{30II} - 10^{30II}, 11^{25};$$

Известные величины: $Z_{10}^{70} \min = 0,0125$; $T Й^{70} = 0,035$; $\Delta_B Й^{30II} = 0,074$

$T Й^{30II} = 0,07 \cdot 10^{30II}$, $11^{25} = 0 \pm 0,05 \cdot 10^{70}$, $13^{30I} = 0 \pm 0,02$; $11^{25}, 13^{30II} = 0 \pm 0,05$.

$$Z_{10}^{70} \min = Й^{70} \min - Й^{30II} \max - 10^{70}, 13^{30I} \max - 11^{25}, 13^{30II} \max - 10^{30II}, 11^{25} \max$$

$$Й^{30II} \max = Й^{70} \min - Z_{10}^{70} \min - 10^{70}, 13^{30I} \max - 11^{25}, 13^{30II} \max - 10^{30II}, 11^{25} \max$$

$$Й^{30II} \max = 87 - 0,0125 - 0,02 - 0,05 - 0,05 = 86,86$$

$$Й^{30II} \text{ном} = Й^{30II} \max - \Delta_B Й^{30II} = 86,86 - 0,074 = 86,79 \quad Й^{30II} \text{ном} = 86,79^{+0,074}$$

Ответ: $Й^{30II} = 86,79^{+0,074}$.

$$Z_{10}^{70} \max = Й^{70} \max - Й^{30II} \min - 10^{70}, 13^{30I} \min - 11^{25}, 13^{30II} \min - 10^{30II}, 11^{25} \min.$$

$$Z_{10}^{70} \max = 87,1 - 86,79 - 0,02 - 0,05 - 0,05 = 0,19$$

Остальные уравнения решаются аналогично и сведены в таблицу 2.4

Таблица 2.4 – Результаты расчёта размерных цепей по 1 схеме размеров

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
1	2	3
$[Z_{15}^{65(IV)}] = E^{65IV} - E^{65III} - 6^5, 15^{65IV} - 6^5, 15^{65III}$	$Z_{15}^{65(IV)} \min = 0,0125$; $TE^{65IV} = 0,018$; $6^5, 15^{65IV} = 0 \pm 0,025$; $6^5, 15^{65III} = \pm 0,06$	$E^{65III} = 15,85^{+0,043}$ $Z_{15}^{65(IV)} \max = 0,083$
$[Z_{15}^{65(III)}] = E^{65III} - E^{65II} - 6^5, 15^{65III} - 6^5, 15^{65II}$	$Z_{15}^{65(III)} \min = 0,025$; $TE^{65III} = 0,043$; $6^5, 15^{65II} = 0 \pm 0,15$; $6^5, 15^{65III} = 0 \pm 0,06$	$E^{65II} = 15,54^{+0,07}$ $Z_{15}^{65(III)} \max = 0,15$
$[Z_{15}^{65(II)}] = E^{65II} - E^{65I} - 6^5, 15^{65II} - 6^5, 15^{65I}$	$Z_{15}^{65(II)} \min = 0,1$; $TE^{65II} = 0,043$; $6^5, 15^{65II} = 0 \pm 0,15$; $6^5, 15^{65I} = 0 \pm 0,4$	$E^{65I} = 14,71^{+0,18}$ $Z_{15}^{65(II)} \max = 0,35$
$[Z_1^{40}] = H^{35} - H^{40}$	$Z_1^{40} \min = 0,45$; $TH^{40} = 1,35$	$H^{35} = 217,1_{-1,65}$ $Z_1^{40} \max = 3,45$
$[Z_{21}^{35}] = H^0 - H^{35}$	$Z_{21}^{35} \min = 0,45$; $TH^{35} = 1,65$	$H^0 = 218,7_{-1,15}$ $Z_{21}^{35} \max = 3,25$

1	2	3
$[Z_{10}^{30II}] = \overset{\circ}{Y}^{30II} - \overset{\circ}{Y}^{30I} - 10^{30II}, 11^{25} - 10^{30I}, 11^{25}$	$Z_{10}^{30II} \min=0,0125;$ $10^{30II}, 11^{25}=0\pm 0.05; 10^{30I}, 11^{25}=\pm 0.12;$	$\overset{\circ}{Y}^{30I} = 86.48^{+0,12}$ $Z_{10}^{30II} \max = 0.20$
$[Z_{13}^{30II}] = \overset{\circ}{D}^{30II} - \overset{\circ}{D}^{30I} - 13^{30II}, 11^{25} - 13^{30I}, 11^{25}$	$Z_{13}^{30II} \min=0,025; T \overset{\circ}{D}^{30II} = 0,062;$ $13^{30II}, 11^{25}=0\pm 0.05; 13^{30I}, 11^{25}=0\pm 0.12;$	$\overset{\circ}{D}^{30I} = 48.71^{+0,1}$ $Z_{13}^{30II} \max = 0.17$
$[Z_{10}^{30I}] = \overset{\circ}{Y}^{30I} - \overset{\circ}{Y}^{20} - 6^5, 11^{25} - 6^5, 11^{10} - 10^{20}, 11^{10}$	$Z_{10}^{30I} \min=0,025; 6^5, 11^{25}=0\pm 0.15;$ $6^5, 11^{10}=0\pm 0.4; 10^{20}, 11^{10}=0\pm 0.2$	$\overset{\circ}{Y}^{20} = 85.35^{+0,35}$ $Z_{10}^{30I} \max = 0.5$
$[Z_{13}^{30I}] = \overset{\circ}{D}^{30I} - \overset{\circ}{D}^{15} - 13^{30I}, 11^{25} - 6^5, 11^{25} - 6^5, 11^{10} - 13^{15}, 11^{10}$	$Z_{13}^{30I} \min=0,025; 13^{30I}, 11^{25}=0\pm 0.125;$ $6^5, 11^{25}=0\pm 0.15; 6^5, 11^{10}=0\pm 0.4$ $13^{15}, 11^{10}=0\pm 0.2$	$\overset{\circ}{D}^{15} = 47.56^{+0,25}$ $Z_{13}^{30I} \max = 0.37$
$[Z_{11}^{25}] = \overset{\circ}{I}^{10} - \overset{\circ}{I}^{25} - 6^5, 11^{25} - 6^5, 11^{10}$	$Z_{11}^{25} \min=0,1; T \overset{\circ}{I}^{25} = 0,22;$ $6^5, 11^{25}=0\pm 0.15; 6^5, 11^{10}=0\pm 0.4$	$\overset{\circ}{I}^{10} = 111_{-0,35}$ $Z_{11}^{25} \max = 0.67$
$[Z_{11}^{10}] = \overset{\circ}{I}^0 - \overset{\circ}{I}^{10} - 6^5, 11^{10} - 6^5, 11^0$	$Z_{11}^{10} \min=0,45; T \overset{\circ}{I}^{10} = 0,35;$ $6^5, 11^{10}=0\pm 0.4; 6^5, 11^0=0\pm 0.4$	$\overset{\circ}{I}^0 = 113.12_{-0,87}$ $Z_{11}^{10} \max = 1.67$
$[Z_6^5] = \overset{\circ}{M}^0 - \overset{\circ}{M}^5 - 6^5, 11^0 - 6^0, 11^0$	$Z_6^5 \min=0,45; T \overset{\circ}{M}^5 = 1.00;$ $6^5, 11^1=0\pm 0.4; 6^0, 11^0=0\pm 0.4$	$\overset{\circ}{M}^0 = 142.25_{-1,0}$ $Z_6^5 \max = 1.45$

Таблица 2.5 – Результаты расчёта размерных цепей по 2 схеме размеров

Исходное уравнение	Известные величины	Расчитанные размеры
1	2	3
$[Z_{26}^{40}] = \overset{\circ}{\Pi}^0 - \overset{\circ}{\Pi}^{40} - 26^{40}, 27^{35} - 26^0, 27^{35}$	$Z_{26}^{40} \min=0,45; T \overset{\circ}{\Pi}^{40} = 0.87;$ $26^{40}, 27^{35}=0\pm 0.3; 26^0, 27^{35}=0\pm 0.3$	$\overset{\circ}{\Pi}^0 = 96.92_{-0,87}$ $Z_{26}^{40} \max = 1.67$
$[Z_{27}^{35}] = \overset{\circ}{\Pi}1^0 - \overset{\circ}{\Pi}1^{35} - 26^0, 27^{35} - 26^0, 27^0$	$Z_{27}^{35} \min=0,45; T \overset{\circ}{\Pi}1^{35} = 0.87;$ $26^0, 27^{35}=0\pm 0.3; 26^0, 27^0=0\pm 0.3$	$\overset{\circ}{\Pi}1^0 = 96.92_{-0,87}$ $Z_{27}^{35} \max = 1.67$
$[Z_{43}^{30I}] = \overset{\circ}{\Xi}^{25} - \overset{\circ}{\Xi}^{30I}$	$Z_{43}^{30I} \min=0,45; T \overset{\circ}{\Xi}^{30I} = 0.62$	$\overset{\circ}{\Xi}^{25} = 185.82_{-0,62}$ $Z_{43}^{30I} \max = 1.44$
$[Z_{22}^{25}] = \overset{\circ}{\Xi}^{10} - \overset{\circ}{\Xi}^{25}$	$Z_{22}^{25} \min=0,2; T \overset{\circ}{\Xi}^{25} = 0.62$	$\overset{\circ}{\Xi}^{10} = 187.47_{-1,45}$ $Z_{22}^{25} \max = 2.27$
$[Z_{22}^{10}] = \overset{\circ}{\Xi}^{05} - \overset{\circ}{\Xi}^{10}$	$Z_{22}^{10} \min=0,45; T \overset{\circ}{\Xi}^{10} = 1.45$	$\overset{\circ}{\Xi}^{05} = 189.67_{-1,75}$ $Z_{22}^{10} \max = 3.65$
$[Z_{43}^5] = \overset{\circ}{\Xi}^0 - \overset{\circ}{\Xi}^5$	$Z_{43}^5 \min=0,45; T \overset{\circ}{\Xi}^{05} = 1.75$	$\overset{\circ}{\Xi}^0 = 191.27_{-1,15}$ $Z_{43}^5 \max = 3.35$
$[Z_{25}^{25}] = P^{25} - P^{20} - \overset{\circ}{\Xi}^{25} + \overset{\circ}{\Xi}^{10}$	$Z_{25}^{25} \min=0,1 T P^{25} = 0.1$	$P^{20} = 38.95_{-0,32}^{+0,32}$ $Z_{25}^{25} \max = 2.91$

На основании таблиц 2.4 и 2.5 оформляется чертёж заготовки (рисунок 2.7). К заготовке предъявляются следующие требования [2]:

1. Класс точности Т4, группа стали М2, степень сложности С1, исходный индекс 15;

2. Допускаемое смещение по поверхности разъёма штампа 0,8 мм.;
3. Допускаемая величина остаточного облоя 1,4 мм.;
4. Допускаемая величина высоты заусенца 4,0 мм.;
5. Неуказанные штамповочные уклоны поверхностей 7°.
6. Неуказанные штамповочные радиусы R3;
7. Глубина дефектов, удаляемых пологой выпиловкой, до 0,5 фактического припуска.

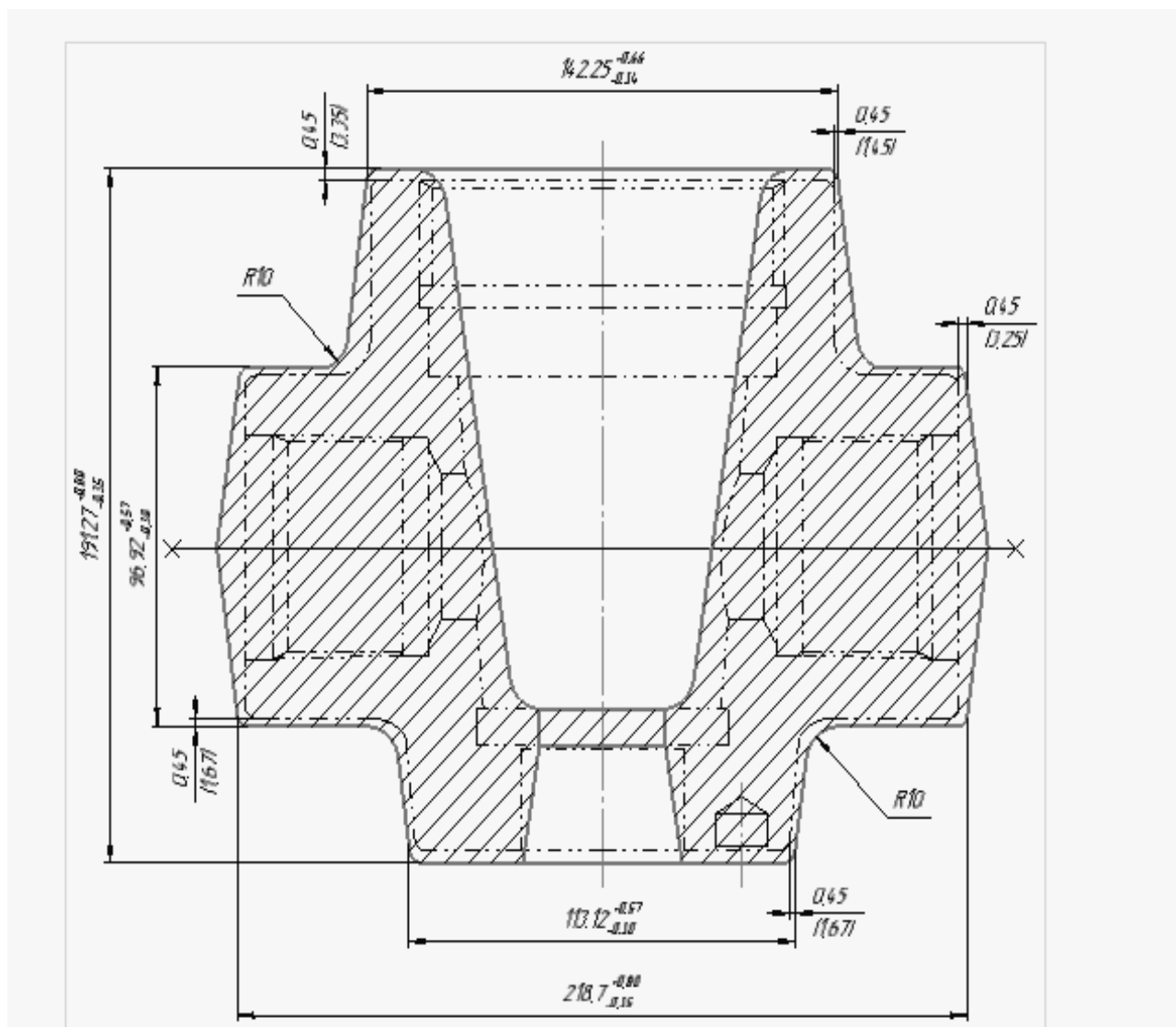


Рисунок 2.7—Чертеж заготовки

Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

15.03.15.2017.111.00 ПЗ

Лист

38

2.4 Расчёт режимов резания, силы резания, проверка оборудования по мощности

Режимы резания рассчитываются по программе «REGREZ» (кроме переходов нарезания резьбы, режимы для которых назначаются по рекомендациям [4] и [5], сверлильных операций и шлифовальной). Исходными данными для расчёта являются:

- данные обработки (вид обработки, стойкость инструмента, длина обработки, глубина резания, допуск на обработку, вид закрепления детали, вид СОЖ, модель станка);
- характеристика инструмента (материал режущей части, радиус при вершине резца, главный угол в плане, вспомогательный угол в плане, угол заострения, размеры державки, величина вылета);
- данные по детали (материал, твёрдость материала, шероховатость поверхности, состояние поверхности заготовки, длина заготовки, диаметр под обработку, начальное и конечное положения резца, количество наружных и внутренних ступеней).

Пример расчёта режимов резания по программе «REGREZ» А. Рассчитанные режимы резания: подача $s = 1,142$ мм/об; частота вращения шпинделя $n = 200$ об/мин; скорость резания $V = 86,5$ м/мин. Определённые значения подачи и частоты вращения корректируются по имеющимся в станке (для данной операции выбран станок мод. 16К30), при этом допускается увеличение частоты вращения шпинделя до 5%, подачи – до 10% по сравнению с расчётными [6].

Принимаем $s = 1,00$ мм/об, Принятое значение скорости резания (м/мин) определяется по формуле

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v,$$

где C_v – коэффициент, $C_v = 280$;

t – глубина резания, $t = 3,35$ мм;

m, x, y – показатели степени, $m = 0,20, x = 0,15, y = 0,45$;

K_v – поправочный коэффициент, $K_v = 0,84$.

Тогда с учётом принятых данных

$$V = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 3,35^{0,15} \cdot 1^{0,45}} \cdot 0,84 = 86,5 \text{ м/мин.}$$

Частоту вращения шпинделя рассчитываем по формуле

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

где D – диаметр обрабатываемой заготовки, D = 140.

С учётом принятых данных

$$n = \frac{1000 \cdot 86.5}{3.14 \cdot 140} = 196.7$$

Режимы резания для остальных переходов рассчитываются аналогично. Результаты расчёта приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Результаты расчёта режимов резания

№ операции	Рассчитанные значения			Принятые значения		
	п, мм/об	n, об/мин	V, м/мин	п, мм/об	n, об/мин	V, м/мин
1	2	3	4	5	6	7
005 переход 2	0,169	140	62,42	0,16	150	64,51
010 переход 1	1,11	280	98,47	1,1	200	95,58
010 переход 2	0,166	180,2	63,302	0,16	180	62,98
020 переход 1	0,84	500	124	0,8	500	124,4
020 переход 2	0,87	400	109	0,8	400	109,7
020 переход 3	0,74	355	117	0,7	350	115,64
020 переход 4	0,87	355	123	0,8	350	121,47
020 переход 5	2	250	17	2	250	17
025 переход 1	0,872	280	96,71	0,8	300	98,77
025 переход 2	0,62	400	138,16	0,6	400	138,66
030 переход 1	0,44	560	152,9	0,4	600	156,3
030 переход 2	0,31	710	193,91	0,3	710	194,01
030 переход 3	0,46	400	175,84	0,4	400	176,44
035 переход 1	0,91	355	105,88	0,9	350	103,98
035 переход 2	0,87	355	105	0,8	350	103,7
040 переход 1	0,91	355	105,88	0,9	350	103,98
040 переход 2	0,87	355	105	0,8	350	103,7
045	0,6	163,21	20,5	0,6	150	18,5
055 переход 5	2	250	17	2	250	17
060 переход 1	0,841	560	105,5	0,8	600	109,9
060 переход 2	0,77	710	133,7	0,7	710	134,4
060 переход 3	0,829	410	127,07	0,8	400	127,36
060 переход 4	0,7	710	138,22	0,7	710	138,22
060 переход 5	2	250	17	2	250	17
065 переход 1	0,22	477	24	0,22	450	18,2
065 переход 2	0,2	871,8	43,8	0,2	900	44,6
065 переход 3	0,33	346,3	17,4	0,3	350	18,6
065 переход 4	0,25	364,2	18,3	0,25	350	17,8

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5	6	7
080	0,072	109,3	30	0,07	110	30,2

Для проверки оборудования по мощности необходимо рассчитать главную составляющую силы резания – силу P_z . Максимальная сила резания рассчитывается для перехода с наибольшим припуском (в данном случае это переход 1 операции 10, так как мощность в этом случае будет иметь максимальное значение.

Главная составляющая силы резания (Н) определяется по формуле [4]

$$P_z = 10 \cdot C_{Pz} \cdot t^{x_{Pz}} \cdot s^{y_{Pz}} \cdot V^{n_{Pz}} \cdot K_{Pz},$$

где C_{Pz} – коэффициент, $C_{Pz} = 300$;

t – глубина резания, $t = 3,65$ мм;

X_{Pz} , Y_{Pz} , n_{Pz} – показатели степени, $X_{Pz} = 1,0$, $Y_{Pz} = 0,75$, $n_{Pz} = 0,45$;

K_{Pz} – поправочный коэффициент, $K_{Pz} = 0,77$.

С учётом принятых данных

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 3,65^{1,0} \cdot 0,16^{0,75} \cdot 64,51^{0,15} \cdot 0,77977 = 1156,59 \text{ Н.}$$

Мощность резания (кВт) находится по формуле

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

С учётом рассчитанных значений мощность резания для данного перехода равна

$$N = \frac{1156,59 \cdot 64,51}{1020 \cdot 60} = 1,219 \text{ кВт.}$$

Для обеспечения нормальной работы станка мощность его привода (кВт) должна удовлетворять условию

$$N_{ст} \geq \frac{N}{\eta},$$

где η – коэффициент полезного действия станка, $\eta = 0,7 \dots 0,8$.

Принимаем $\eta = 0,7$. Для операции 05 назначен станок мод. 16К30. Мощность его привода равна 7 кВт. Тогда $7 \geq \frac{1,219}{0,7}$; $7 \geq 1,74$ – условие выполняется. Значит, мощность станка достаточная для обеспечения его нормальной работы.

2.5 Нормирование технологической операции

Первым этапом нормирования является определение основного (технологического) времени на операциях.

Основное время (мин) одного перехода определяется по формуле /6/

$$t_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s},$$

где L – величина пути движения инструмента, мм;
 i – число проходов.

Величина пути движения инструмента находится по формуле

$$L = L_1 + L_2 + L_3,$$

где L_1 – длина обрабатываемой поверхности детали, мм;
 L_2 – длины врезания, мм;
 L_3 – длина перебега, $L_3 = 2-3$ мм.

Длина врезания рассчитывается по формуле

$$L_2 = \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi},$$

где φ – главный угол в плане.

Приведём пример расчёта основного времени для операции 005. Исходные данные для расчёта:

- длина обрабатываемой поверхности $L_1 = 140$ мм;
- режущий инструмент – резец подрезной с углом $\varphi = 60^\circ$;
- число проходов $i = 1$;
- глубина резания $t = 3,35$ мм;
- режимы, рассчитанные в подразделе 1.4: $n = 250$ об/мин, $s = 1,0$ мм/об.

Тогда с учётом принятых данных

$$L_2 = \frac{3,35}{\operatorname{tg}60} = 1,90 \text{ мм} \quad L = 140 + 1,90 + 2,5 = 144,4 \text{ мм.}$$

Принимаем $L = 145$ мм. Тогда основное время перехода

$$t_o = \frac{145 \cdot 1}{250 \cdot 1} = 0,58 \text{ мин.}$$

					15.03.15.2017.111.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		42

Основное время для остальных переходов рассчитывается аналогично.

Результаты расчётов представлены в таблице 2.7. При этом технологическое время на операцию рассчитывается по формуле

$$T_o = \sum_{i=1}^m t_{oi}$$

где m – количество переходов на операции.

Таблица 2.7 – Результаты расчёта основного технологического времени

№ операции	L , мм	i	n , об/мин	s , мм/об	t_o , мин	T_o , мин
1	2	3	4	5	6	7
005 переход 2	49	1	150	0,16	2,04	2,62
010 переход 1	114	1	250	1,1	0,41	1,52
010 переход 2	32	1	180	0,16	1,11	
020 переход 1	14	1	500	0,8	0,035	4,46
020 переход 2	101	6	400	0,8	1,89	
020 переход 3	64	9	350	0,7	2,35	
020 переход 4	3	1	350	0,8	0,125	
020 переход 5	33	1	250	2	0,066	
025 переход 1	115	2	300	0,8	0,95	1,07
025 переход 2	29	1	400	0,6	0,12	
030 переход 1	124	1	600	0,4	0,51	1,99
030 переход 2	124	1	710	0,3	0,58	
030 переход 3	145	1	400	0,4	0,9	
035 переход 1	101	1	350	0,9	0,32	0,45
035 переход 2	35	1	350	0,8	0,125	
040 переход 1	101	1	350	0,9	0,32	0,45
040 переход 2	35	1	350	0,8	0,125	
045	85	1	150	0,6	0,94	0,94
050	85	1	150	0,6	0,94	0,94
055 переход 1	10	1	600	0,8	0,02	0,63
055 переход 2	4	1	710	0,7	0,007	
055 переход 3	48	3	400	0,8	0,45	
055 переход 4	12	3	710	0,7	0,07	
055 переход 5	43	1	250	2	0,08	

Продолжение таблицы 2.7

1	2	3	4	5	6	7
060 переход 1	10	1	600	0,8	0,02	0,63
060 переход 2	4	1	710	0,7	0,007	
060 переход 3	48	3	400	0,8	0,45	

060 переход 4	12	3	710	0,7	0,07	0,5
060 переход 5	43	1	250	2	0,08	
065 переход 1	16	1	450	0,22	0,16	
065 переход 2	13	1	900	0,2	0,07	
065 переход 3	13	1	350	0,3	0,12	
065 переход 4	13	1	350	0,25	0,14	
080	92	3	110	0,07	1,45	1,45

Вспомогательное время, связанное с переходом, определяется табличным методом по рекомендациям [7]. Результаты расчёта вспомогательного времени отражены в таблице 2.8. При этом время, затрачиваемое на перемещение частей станка, для всех переходов равно нулю.

Таблица 2.8 – Расчёт вспомогательного времени в минутах

№ операции	Вспомогательное время							
	Установка и снятие детали	Связанное с переходом	Смена инструмента	Изменение		Контрольные измерения	Всего	
				подачи	частоты вращения		На переход, t_B	На операцию, T_B
1	2	3	4	5	6	7	8	9
005 переход 2	–	0,12	0,07	0,07	0,08	0,11	0,45	1,33
010 переход 1	0,55	–	0,07	0,07	0,08	0,11	0,88	1,26
010 переход 2	–	0,12	–	0,07	0,08	0,11	0,38	
020 переход 1	0,55	–	0,07	0,07	0,08	0,13	0,9	3,69
020 переход 2	–	0,35	0,07	–	0,08	0,13	0,63	
020 переход 3	–	0,35	0,07	0,07	0,08	0,13	0,77	
020 переход 4	–	0,38	0,07	0,07	–	0,13	0,65	
020 переход 5	–	0,36	0,07	0,07	0,08	0,16	0,74	
025 переход 1	0,55	–	0,07	0,07	0,08	0,12	0,89	1,54
025 переход 2	–	0,38	–	0,07	0,08	0,12	0,65	3,59
030 переход 1	0,55	–	0,07	0,07	0,08	0,81	1,58	
030 переход 2	–	0,36	–	0,07	0,08	0,81	1,32	
030 переход 3	–	0,35	0,07	0,07	0,08	0,12	0,69	1,2
035 переход 1	0,55	–	0,07	0,07	0,08	0,12	0,89	
035 переход 2	–	0,12	–	0,07	–	0,12	0,31	1,05
040 переход 1	0,55	–	–	0,07	–	0,12	0,74	
040 переход 2	–	0,12	–	0,07	–	0,12	0,31	
045	0,34	–	0,07	0,07	0,08	0,05	0,61	0,61
050	0,34	–	–	–	–	0,05	0,39	0,39
055 переход 1	0,55	–	0,07	0,07	0,08	0,13	0,9	
055 переход 2	–	0,43	0,07	0,07	0,08	0,13	0,78	

055 переход 3	–	0,42	0,07	0,07	0,08	0,13	0,77	3,31
055 переход 4	–	0,43	0,07	0,07	0,08	0,13	0,78	
055 переход 5	–	0,43	0,07	0,07	0,08	0,16	0,81	
060 переход 1	0,55	–	0,07	0,07	0,08	0,13	0,9	3,31
060 переход 2	–	0,43	0,07	0,07	0,08	0,13	0,78	
060 переход 3	–	0,42	0,07	0,07	0,08	0,13	0,77	
060 переход 4	–	0,43	0,07	0,07	0,08	0,13	0,78	
060 переход 5	–	0,43	0,07	0,07	0,08	0,16	0,81	
065 переход 1	0,34	–	0,07	0,07	0,08	0,13	0,69	2,67
065 переход 2	–	0,36	0,07	0,07	0,08	0,13	0,71	
065 переход 3	–	0,36	0,07	0,07	0,08	0,13	0,71	
065 переход 4	–	0,36	0,07	0,07	–	0,13	0,56	
080	0,6	–	0,07	0,07	0,08	0,07	0,89	0,89

Норма штучного времени (мин) определяется по формуле

$$T_{шт} = T_{осн} + T_{в} + T_{обс} + T_{отд},$$

где $T_{обс}$ – время на обслуживание рабочего места, % оперативного времени;

$T_{отд}$ – время перерывов на отдых и личные надобности, % оперативного времени.

Время на обслуживание рабочего места и время перерывов на отдых определяются табличным методом. Для станков с наибольшим диаметром изделия, устанавливаемого над станиной, 400 мм время обслуживания составляет $T_{обс} = 4,6\%$. Время перерывов на отдых и личные надобности при работе на станке с механической подачей составляет $T_{отд} = 4,6\%$ [7].

Определение нормы штучного времени отражено в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Определение нормы штучного времени

№ операции	T_o , мин	T_v , мин	$T_{обс}$, %	$T_{отд}$, %	$T_{обс} + T_{отд}$, мин	$T_{шт}$, мин
1	2	3	4	5	6	7

05	2,62	1,33			0,18	4,13
10	1,52	1,26	4,6	4,6	0,12	2,9
20	4,46	3,69			0,37	8,52
25	1,07	1,54			0,12	2,73
30	1,99	3,59			0,25	5,83
35	0,45	1,2			0,07	1,72
40	0,45	1,05			0,07	1,57
45	0,94	0,61			0,07	1,62
50	0,94	0,39			0,07	1,4
55	0,63	3,31			0,18	4,12
60	0,63	3,31			0,18	4,12
65	0,5	2,67			0,14	3,31
70	1,45	0,89			0,10	2,44

Подготовительно-заключительное время определяется табличным методом и зависит от способа установки детали, количества режущих инструментов, участвующих в операции, наибольшего диаметра изделия, устанавливаемого над станиной [7]. Определение подготовительно-заключительного времени $T_{пз}$ (мин) приведено в таблице 2.10.

Таблица 2.10 – Определение подготовительно-заключительного времени

№ операции	Способ установки детали	Наибольший диаметр устанавливаемого над станиной изделия, мм	Количество режущих инструментов, шт	$T_{пз}$, мин	
1	2	3	4	5	
05	В токарное приспособлении	400	2	10	
10			2	10	
20	В токарное приспособлении		5	18	
25			2	10	
30			2	10	
35			2	10	
40			2	10	
45			В сверлильное приспособление	1	12
50	1			12	
55	В токарное Приспособлении		5	18	
60			5	18	
65	В сверлильное			4	14

	приспособление			
70	В специальное шлифовальное приспособление		1	10

На основании подразделов 2.2 – 2.5 оформляется технологический процесс обработки детали «Корпус крана».

Выводы по разделу два:

Проведен анализ исходных данных и сравнение отечественных и зарубежных технологий. Для детали Корпус крана ЦА 320-М-22-2 составлен размерный анализ. В качестве заготовки выбрана поковка. Сформированы операции и назначены режимы резания, пронормированы технологические операции, разработан технологический процесс обработки детали Корпус крана ЦА 320-М-22-2.

3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

					15.03.15.2017.111.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		47

Производительность и точность обработки деталей на металлорежущих станках в значительной мере зависит от конструкций приспособлений, которые должны обеспечивать получение высококачественных деталей, облегчение условий труда и повышение его производительности за счёт сокращения машинного и вспомогательного времени. Это возможно за счёт, использования быстродействующих зажимов с механическим, пневматическим, гидравлическим или пневмогидравлическим приводом.

Предлагается разработать приспособление: зажимное для механической обработки детали на токарных станках, инструмент для нарезания внутренних резьб и приспособление для контроля внутренних резьб.

3.1 Проектирование зажимного приспособления для механической обработки деталей на токарных станках

Назначение зажимного приспособления для закрепления заготовок, предназначенных для токарной обработки, состоит в решении следующих задач:

- точное определение положения заготовки относительно выбранной оси вращения;
- удержание заготовки под действием составляющих силы резания;
- приведение заготовки во вращение;
- быстрые установка и снятие заготовки.

Первым этапом проектирования зажимного приспособления является разработка теоретической схемы базирования.

3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования

Приспособление планируется применять для всех операций механической обработки. Теоретическая схема базирования для операции 05 в соответствии с рисунком 3.1. Для остальных операций схема аналогична. Из рисунка 3.1 видно, что заготовка закрепляется за цилиндрическую поверхность с упором в торец.

Наружная поверхность заготовки с двумя опорными точками является двойной опорной или центрирующей базой. Торец заготовки с тремя опорными точками – установочная база.

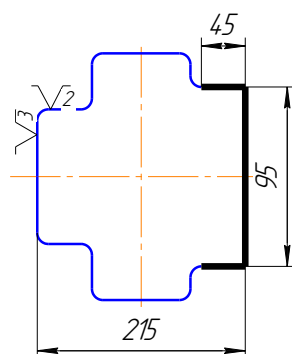


Рисунок 3.1 – Теоретическая схема базирования

3.1.2 Разработка схемы приспособления

Разработанная схема приспособления в соответствии с рисунком 3.2. Приспособление представляет собой трёхкулачковый патрон с гидроприводом. В корпусе поз. 1 расположены три полости под гидроцилиндры. Шток поз. 4 каждого из гидроцилиндров при помощи пружинных упорных колец крепится к крестовине поз. 5. К крестовине винтами закреплена муфта поз. 6 с концевыми захватами, под воздействием которых основания поз. 7 с кулачками поз. 11 перемещаются в радиальном направлении.

В качестве рабочей жидкости используется масло. При поступлении масла в полости цилиндров происходит перемещение поршней поз. 2, которые, сжимая пружины поз. 3, перемещают в сторону корпуса поз. 1 крестовину поз. 5 при помощи трёх штоков поз. 4. Вместе с крестовиной перемещается муфта поз. 6, которая концевыми захватами перемещает к центру одновременно три основания поз. 7 с кулачками поз. 11, и происходит закрепление заготовки. Кулачки крепятся к основанию винтами поз. 9 через сухари поз. 8.

При обратном ходе поршней кулачки расходятся, и заготовка освобождается.

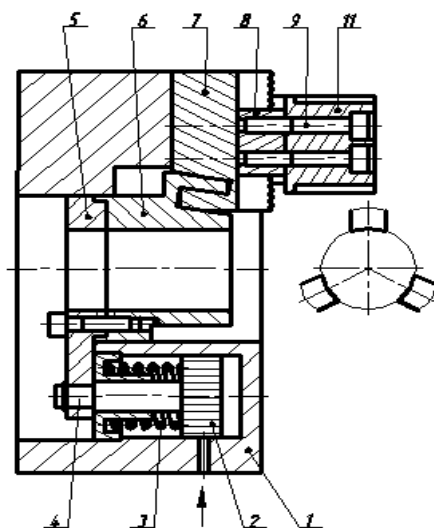


Рисунок 3.2 – Схема зажимного приспособления

3.1.3 Расчёт основных элементов приспособления

Основным элементом приспособления являются гидравлические цилиндры, поэтому расчёт сводится к определению диаметра цилиндров.

Расчёт проводится для перехода с наибольшим припуском, так как необходимое усилие зажима заготовки в этом случае будет максимальным. В данном случае это переход 1 операции 05 с припуском $t = 3,65$ мм.

Назначаются исходные данные для расчёта:

					15.03.15.2017.111.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		49

- рабочее давление $p = 5 \times 10^6 \text{ Н/м}^2$ (5 МПа);
- коэффициент полезного действия гидроцилиндров $\eta = 0,95$;
- угол клина муфты $\alpha = 10^\circ$;
- коэффициент трения в соединении муфта – основания $\mu^M = 0,10$;
- коэффициент трения в соединении кулачок – деталь $\mu^K = 0,18$;
- размеры закрепляемой заготовки, мм: диаметр $d = 91,43$, длина $L = 94,99$;
- режимы резания $S = 0,12 \text{ мм/об}$, $n = 630 \text{ об/мин}$, $V = 148,12 \text{ м/мин}$ (определены в подразделе 2.4).

Расчётная схема для определения усилия зажима в соответствии с рисунком 3.3. Заготовка консольно закреплена в трёхкулачковом патроне. Опасен сдвиг под действием составляющих силы резания P_z и P_y .

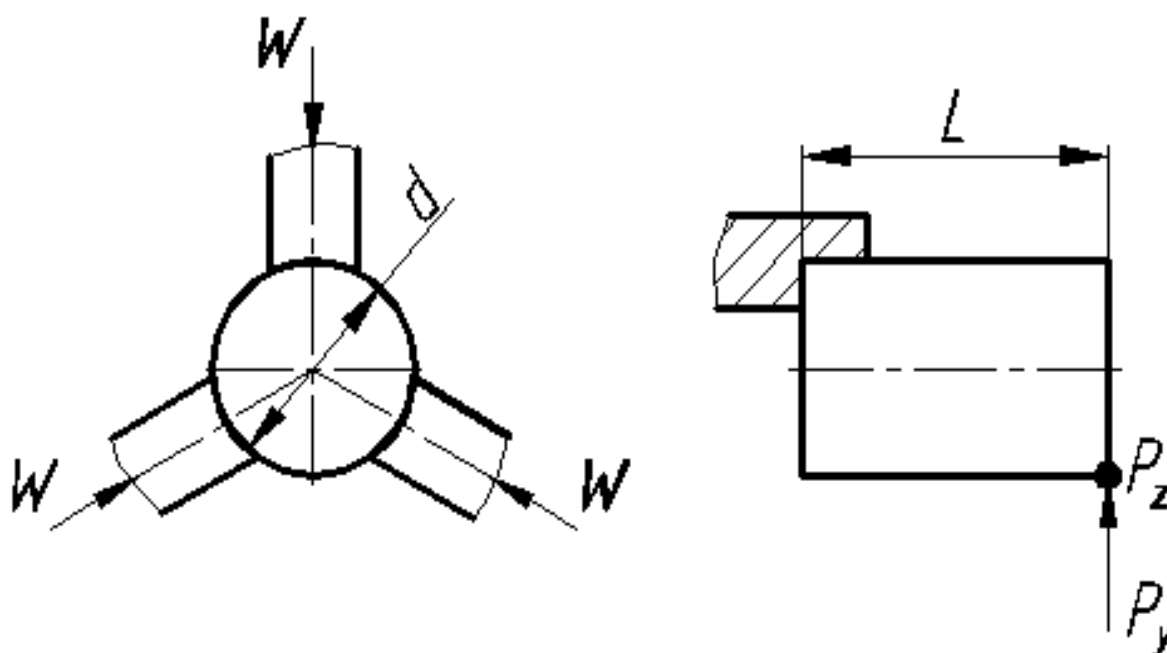


Рисунок 3.3 – Расчётная схема для определения усилия зажима заготовки

Усилие зажима заготовки (Н) определяется по формуле [8]

$$W = \frac{K \cdot \sqrt{P_z^2 + P_y^2} \cdot L}{0,75 \cdot d \cdot \mu^K},$$

где K – коэффициент запаса;

P_z – главная составляющая силы резания, Н;

P_y – радиальная составляющая силы резания, Н;
 L – длина заготовки, мм;
 d – диаметр заготовки, мм;
 μ^k – коэффициент трения в соединении кулачок – деталь.

Коэффициент запаса определяется по формуле /8/

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6,$$

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

$K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6$ – остальные коэффициенты.

Остальные коэффициенты зависят от конкретных условий обработки и определяются по рекомендациям [8]: $K_1 = 1,2$; $K_2 = 1,4$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$; $K_5 = 1,0$; $K_6 = 1,0$. Тогда

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,52$$

Главная составляющая силы резания $P_z = 1142,59$ Н (рассчитана в подразделе 1.4).

Радиальная составляющая силы резания (Н) определяется по формуле:

$$P_y = 10 \cdot C_{P_y} \cdot t^{x_{P_y}} \cdot s^{y_{P_y}} \cdot V^{n_{P_y}} \cdot K_{P_y},$$

где C_{P_y} – постоянная;

t – глубина резания, мм;

$X_{P_y}, Y_{P_y}, n_{P_y}$ – показатели степени;

K_{P_y} – поправочный коэффициент.

Постоянная и показатели степени определяются табличным методом по рекомендациям [4]: $C_{P_y} = 243$, $X_{P_y} = 0,9$, $Y_{P_y} = 0,6$, $n_{P_y} = -0,3$.

Поправочный коэффициент рассчитывается по формуле:

$$K_{P_y} = K_{MP_y} \cdot K_{\phi P_y} \cdot K_{\gamma P_y} \cdot K_{\lambda P_y} \cdot K_{\tau P_y},$$

где $K_{MP_y}, K_{\phi P_y}, K_{\gamma P_y}, K_{\lambda P_y}, K_{\tau P_y}$ – коэффициенты.

Эти коэффициенты определяются табличным методом по рекомендациям [4]:

$$K_{MP_y} = \left(\frac{610}{750}\right)^{0,75}, K_{\phi P_y} = 0,50, K_{\gamma P_y} = 1,4, K_{\lambda P_y} = 1,0, K_{\tau P_y} = 0,82.$$

Тогда с учетом принятых данных получим

$$K_{P_y} = \left(\frac{610}{750}\right)^{0,75} \cdot 0,50 \cdot 1,4 \cdot 1,0 \cdot 0,82 = 0,491602;$$

					15.03.15.2017.111.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		51

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 5,07^{0,9} \cdot 0,12^{0,6} \cdot 148,12^{-0,3} \cdot 0,491602 = 322,15 \text{ Н};$$

$$W = \frac{2,52 \cdot \sqrt{1142,59^2 + 322,15^2} \cdot 94,99}{0,75 \cdot 91,43 \cdot 0,18} = 2302271 \text{ Н}.$$

В качестве механизма усиления гидропривода в приспособлении используется клиновой механизм. Расчётная схема для него приведена на рисунке 3.4. Трение происходит только по наклонной плоскости клина, поэтому зависимость между усилием зажима и исходной силой определяется по формуле [9]

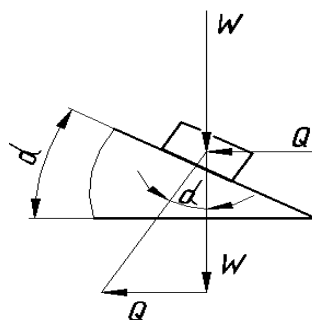


Рисунок 3.4 – Расчётная схема для исходной силы

$$W = \frac{Q}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi)},$$

где Q – исходная сила, Н;

α – угол наклона клина, $\alpha = 10^\circ$;

φ – угол трения, $^\circ$.

Угол трения рассчитывается по формуле

$$\varphi = \operatorname{arctg} \mu^M;$$

$$\varphi = \operatorname{arctg} 0,10 = 5,71^\circ;$$

Исходная сила определяется по формуле

$$Q = W \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi);$$

$$Q = 23022,71 \cdot \operatorname{tg}(10 + 5,71) = 6475,73 \text{ Н}.$$

Исходная сила приложена к штоку гидроцилиндра. Расчётная схема для расчё-

					15.03.15.2017.111.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		52

та диаметра в соответствии с рисунком 2.5. Зависимость между диаметром гидроцилиндра и исходной силой на его штоке определяется по формуле

$$D^{ГЦ} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \eta \cdot p}};$$

$$D^{ГЦ} = \sqrt{\frac{4 \cdot 6475,73}{3,14 \cdot 0,95 \cdot 5 \cdot 10^6}} = 0,042 \text{ м} = 42 \text{ мм}.$$

Полученное значение округляем в большую сторону, учитывая размеры стандартных уплотнительных устройств.

Принимаем $D^{ГЦ} = 45 \text{ мм}$.

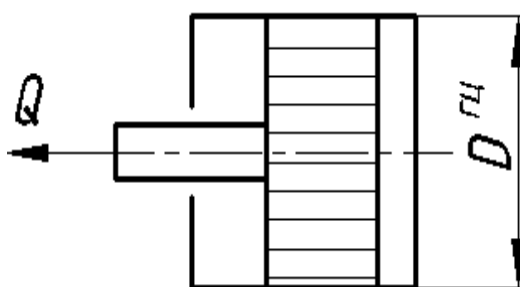


Рисунок 3.5 – Схема для расчёта цилиндра

3.1.4 Компоновка зажимного приспособления

Разработанное зажимное приспособление в соответствии с рисунком 3.6. Корпус устройства поз. 10 выполнен в виде цилиндра с шестью полостями, расположенными по окружности, и тремя Т-образными пазами, предназначенными для перемещения кулачков поз. 20 в радиальном направлении. Полости представляют собой три гидроцилиндра, расположенных под углом 120° друг от друга, резервуар, аккумулятор и насос. В корпусе также имеется центральное отверстие, позволяющее обрабатывать в патроне прутковый материал.

Гидроцилиндры представляют собой следующую конструкцию. В каждый из рабочих цилиндров устанавливается сборный поршень поз. 30, состоящий из штока и поршня, закреплённого на штоке при помощи пружинного упорного кольца. Рабочий ход поршня происходит при подаче рабочей жидкости в бесштоковую полость. Обратный ход осуществляется под воздействием пружины поз. 21, которая с одной стороны упирается в поршень, с другой – в крышку, установленную в корпус при помощи резьбы. Бесштоковая полость закрыта крышкой поз. 13. Для обеспечения герметичности рабочих полостей цилиндров на крышке поз. 13 установлено уплотнительное кольцо поз. 36, на поршне – уплотнительная ман-

жета.

Шток каждого из гидроцилиндров при помощи упорных колец поз. 37 крепится к крестовине поз. 2. К крестовине винтами поз. 31 закреплена муфта поз. 1 с концевыми захватами, под воздействием которых три сборных кулачка поз. 20 перемещаются в радиальном направлении. Суммарный ход кулачков равен 4 мм.

Сборный кулачок состоит из основания, сухаря и кулачка. Основание устанавливается в Т-образный паз корпуса и соединяется с муфтой концевыми захватами. Кулачок притягивается к основанию винтами через сухарь, установленный в Т-образный паз основания. При перемещении сухаря по Т-образному пазу (до закрепления кулачков), достигается расположение кулачков на необходимом диаметре. На контактируемых поверхностях кулачка и основания выполнены рифления для исключения самопроизвольного сдвига кулачков во время работы.

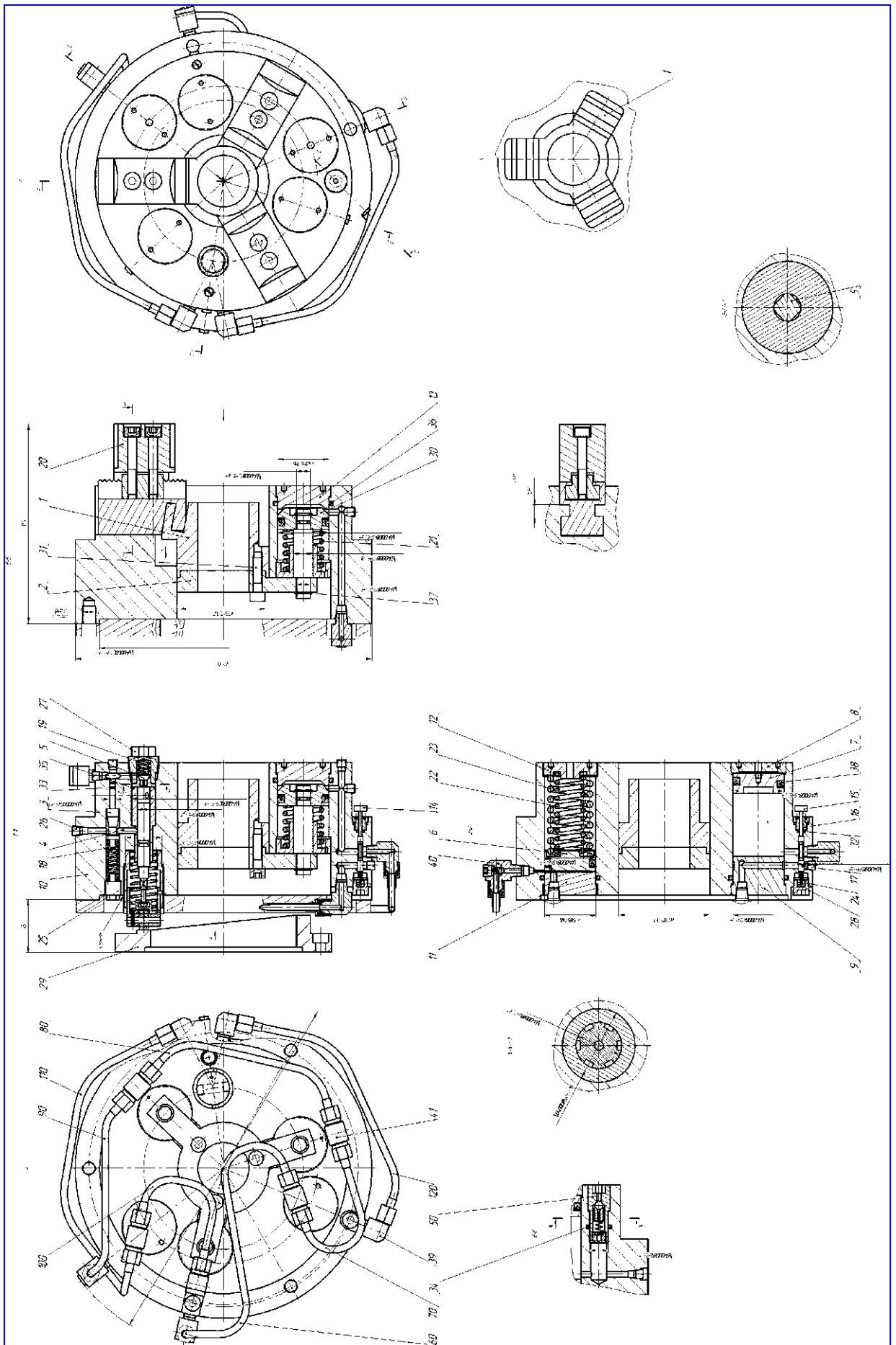
Резервуар А предназначен для заполнения рабочей жидкостью. В качестве рабочей жидкости используется турбинное масло [10]. Для компенсации объёма масла в процессе эксплуатации (при нагреве, утечке, заправке) в резервуаре установлен поршень поз. 7, уплотняемый манжетой поз. 38. Ход поршня ограничивается крышкой поз. 8. В процессе эксплуатации патрона масло благодаря высокому давлению, просачиваясь через уплотнения, вытекает наружу, объём его в резервуаре уменьшается. Для дозаправки масла (не чаще одного раза в неделю [10]) используется заправочное устройство поз. 50, полость которого сообщается с резервуаром. Заправочное устройство вворачивается в корпус и уплотняется кольцом поз. 34.

Гидравлический аккумулятор предназначен для обеспечения в процессе работы давления, необходимого для предварительного закрепления заготовки. Аккумулятор выполнен в виде двух пружин поз. 22 и поз. 23, которые с одной стороны упираются в крышку поз. 12, с другой – в поршень поз. 6. Рабочая полость аккумулятора ограничивается с одной стороны поршнем поз. 6, с другой – крышкой поз. 11. Герметичность полости обеспечивается за счёт установки на крышках уплотнительных манжеты и кольца. Рабочая полость сообщается с перепускным клапаном поз. 40, предназначенным для повышения давления в аккумуляторе и рабочих цилиндрах при закреплении изделия с максимальным усилием.

Сообщение между полостями обеспечивается за счёт соединительных трубок поз. 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120.

Перед началом работы необходимо создать давление в полости аккумулятора при помощи насоса. Для этого включается вращение шпинделя станка (без заготовки в патроне!). При вращении патрона плунжер насоса при помощи копира

					15.03.15.2017.111.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		54



Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

15.03.15.2017.111.00 ПЗ

поз. 29, закреплённого неподвижно на торце передней бабки, совершает возвратно-поступательное движение, и жидкость из резервуара А нагнетается в полость гидравлического аккумулятора, сжимая при этом пружины поз. 22 и 23. Одновременно жидкость нагнетается в рабочие цилиндры. При поступлении масла в полости цилиндров происходит перемещение поршней поз. 30, которые, сжимая пружины поз. 21, перемещают в сторону корпуса крестовину поз. 2 при помощи трёх штоков. Вместе с крестовиной перемещается муфта поз. 1, которая концевыми захватами перемещает к центру одновременно три кулачка поз. 20. Кулачки при этом совершают максимальный ход. Когда давление в аккумуляторе достигает 5 МПа, то при движении плунжера вправо шток поз. 3, сжимая пружину поз. 18, перемещается влево и своей конусообразной частью вталкивает фиксатор поз. 4 в кольцевую выточку плунжера, который останавливается в крайнем правом положении. Дальнейшее нагнетание жидкости в гидравлический аккумулятор прекращается. В момент понижения давления процесс возобновляется автоматически, так как пружина поз. 18 перемещает шток поз. 3 вправо, освобождая ход фиксатору, а плунжер под действием пружины перемещается влево до соприкосновения ролика с криволинейной поверхностью копира. После этого оператор выключает вращение шпинделя, затем нажимает кнопку «Стоп» (красного цвета), и жидкость из рабочих цилиндров вытесняется под усилием пружин поз. 21 в резервуар А, и кулачки расходятся.

Для закрепления заготовки необходимо подвести деталь в пространство между кулачками. При нажатии кнопки «Пуск» жидкость из аккумулятора по трубопроводу поступает в три рабочих цилиндра, и кулачки перемещаются к центру. При этом заготовка зажимается с меньшим усилием, что даёт возможность выверки биения изделия.

Затем включается вращение шпинделя станка, и подводится инструмент для обработки заготовки. Причём за этот промежуток времени давление в гидравлическом аккумуляторе и рабочих цилиндрах повышается, благодаря наличию перепускного клапана, и изделие закрепляется кулачками с максимальным усилием. То есть, масло, используемое для перемещения трёх кулачков, получает высокое давление за счёт вращения самого патрона [10].

После обработки изделия и остановки вращения шпинделя станка нажимается кнопка «Стоп», и жидкость из рабочих цилиндров вытесняется под усилием пружин в резервуар. Кулачки расходятся, освобождая заготовку. При этом аккумулятор оказывается подготовленным для предварительного закрепления следующего изделия.

Дозаправку масла в резервуаре производят с помощью заправочного устройства. Для этого поджимают подпружиненный шарик и при помощи шприца впрыскивают недостающее количество жидкости в заправочное устройство, полость которого сообщается с резервуаром. Наполнение масла производят до тех пор, пока поршень поз. 7 не займёт положение, изображённое на чертеже.

Из рисунка видно, что патрон необходимо балансировать. По рекомендациям [11] назначается дисбаланс 6 г·мм. Балансировку обеспечить путём засверловки отверстий.

3.2 Проектирование инструмента для нарезания внутренних резьб

Резьба является весьма распространённым элементом деталей машин. Переход на прогрессивные методы обработки создаёт предпосылки использования высоко-производительной оснастки. Увеличение производительности нарезания резьбы приводит к снижению затрат на операции резьбонарезания, за счёт чего происходит уменьшение себестоимости изделий. Поэтому важной задачей является разработка резьбообразующего инструмента, позволяющего увеличить производительность в процессе нарезания резьбы. Разработанный режущий инструмент показан на рисунке 3.7. По сравнению с монолитными резьбонарезными инструментами головка имеет следующие преимущества:

- не требует реверсирования (выворачивание из резьбы деталей), что сокращает цикл нарезания резьбы;
- позволяет регулировать средний диаметр нарезаемой резьбы;
- может работать как стационарная, так и вращающаяся.

В передней части корпуса головки поз. 1 расположены пазы под призматические гребёнки, замковые выступы которых входят в соответствующие пазы крестовины поз. 2. Положение пазов крестовины и корпуса должно совпадать, для чего крестовина фиксируется винтом поз. 14. К торцу корпуса винтами поз. 17 привёрнута крышка поз. 7, предохраняющая гребёнки от перекоса и качания. В крестовину ввинчивается передним резьбовым концом регулировочный винт поз. 6 и стопорится пробкой поз. 5. Второй конец регулировочного винта входит в сердечник поз. 9 и может в нём вращаться. Ось поз. 18, входящая в выточку на регулировочном винте, удерживает его от выпадения. В сердечник ввёрнут палец поз. 11 с роликом поз. 12, входящим в винтовой паз корпуса. Палец входит в винтовой паз муфты выключения поз. 4.

Выключение головки происходит автоматически. Для этого используется шайба поз. 3, упирающаяся в торец нарезаемой заготовки. В шайбу ввёрнуты рукоятки поз. 19. требуемый вылет шайбы фиксируется с помощью винтов поз. 15, установленных в муфте. Шайба, упираясь в торец нарезаемой заготовки, перемещает муфту, паз которой поворачивает палец до тех пор, пока он не войдёт в спиральную часть паза. Под воздействием пружины поз. 8, сердечник, а вместе с ним и крестовина сдвигаются вправо, благодаря чему гребёнки убираются внутрь и выходят из контакта с нарезаемой резьбой.

Для возврата головки в рабочее положение необходимо сдвигать муфту влево. Тогда палец, скользя по спиральной части паза, выйдет на прямой участок и зафиксирует рабочее положение головки.

Регулирование среднего диаметра нарезаемой резьбы достигается путём осевого перемещения крестовины, для чего нужно вывернуть винт поз. 17, отвер-

					15.03.15.2017.111.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		57

нуть пробку поз. 5 и торцовым ключом повернуть регулировочный винт поз. 6. После регулирования законтрить пробку и завернуть винт поз. 17, предохраняющий механизм регулирования от попадания грязи.

В целях улучшения условий резания пазы под гребёнки выполнены с неравномерным угловым шагом, то есть с шагом, изменяющимся на величину $\beta \approx 4^\circ$ попеременно. Благодаря такому расположению гребёнок образуется осевой зазор по профилю резьбы то справа, то слева [12].

Путём замены резьбовых гребёнок гладкими головкой можно осуществить растачивание. С применением комбинированных гребёнок, возможно объединить предварительную обработку (растачивание) с нарезанием резьбы.

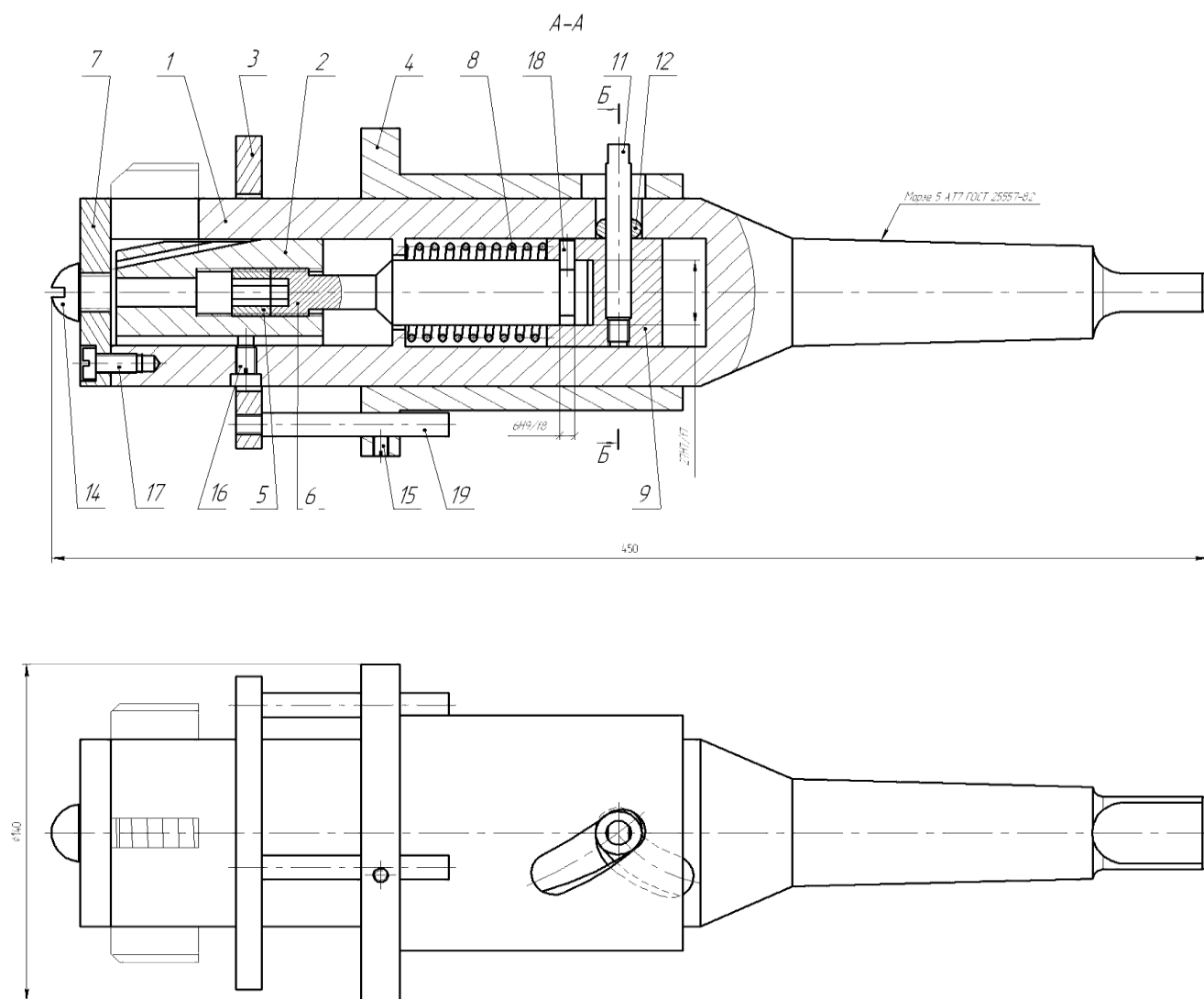


Рисунок 3.7 – Резьбонарезная головка

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. 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 в соответствии с рисунком 2.8. Контроль резьбы осуществляется проходной резьбовой калибр-пробкой. Пробке сообщается реверсивное вращательное и возвратно-поступательное движения, зависящие от шага контролируемой резьбы.

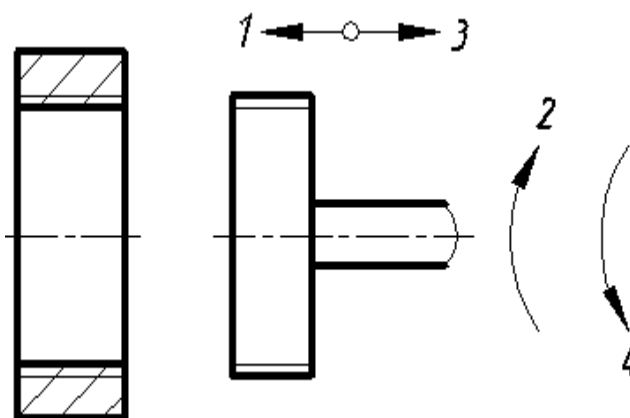


Рисунок 3.8 – Схема контроля внутренней резьбы

3.3.2 Разработка схемы приспособления

Схема приспособления в соответствии с рисунком 3.9. Из рисунка видно, что вращение калибру 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.

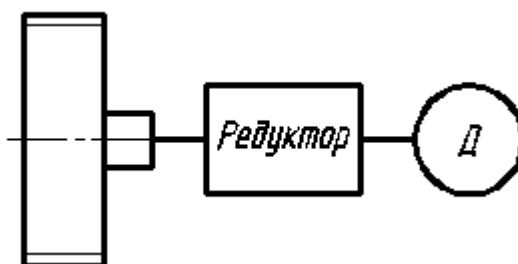


Рисунок 3.9 – Схема приспособления

3.3.3 Расчёт основных элементов

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

Момент сил трения (Н·м), который нужно преодолеть, заворачивая пробку в деталь, рассчитывается по формуле [13]

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

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

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

H – величина предварительного сжатия пружины, м;

$z = 1$ – число начальных витков;

α – угол наклона резьбы, °;

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

Угол наклона резьбы вычисляется по формуле [13]

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{S}{\pi \cdot d_{ср}},$$

где S – шаг резьбы, м.

Момент сил трения рассчитывается для резьбы с наибольшим размером. Рассчитаем момент сил трения для резьбы М110×2.

Тогда с учётом исходных данных

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{0,002}{3,14 \cdot 0,1087} = 0,33^\circ;$$

$$M_{\text{кр}}^B = \frac{0,1087}{2} \cdot 1000 \cdot (0,06 - 1 \cdot 3,14 \cdot 0,1087 \cdot \operatorname{tg} 0,33) \cdot \operatorname{tg}(\operatorname{arctg} 0,2 - 0,33) = 0,61 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Момент сил трения (Н·м), необходимый для вывинчивания пробки из детали рассчитывается по формуле [13]

$$M^{\text{выв}} = 1,25 \cdot M_{\text{кр}}^{\text{max}};$$

$$M^{\text{выв}} = 1,25 \cdot 0,61 = 0,7625 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Назначаем число оборотов пробки: $n = 260 \text{ мин}^{-1}$. Угловая скорость вращения (с^{-1}) определяется по формуле [14]

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30};$$

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

Выходная мощность электродвигателя (Вт) определяется по формуле [4]

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

$$P^{\text{вых}} = 0,7625 \cdot 27,23 = 20,76 \text{ Вт}.$$

Требуемая мощность электродвигателя (Вт) рассчитывается по формуле [14]

$$P^{\text{тп}} = \frac{P^{\text{вых}}}{\eta_{\text{ред}} \cdot \eta_{\text{дв}}},$$

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

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

Тогда мощность электродвигателя равна

					15.03.15.2017.111.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		61

$$P^{\text{тп}} = \frac{20,76}{0,8 \cdot 0,8} = 32,43 \text{ Вт.}$$

По рассчитанным характеристикам подбираем мотор-редуктор IG-32GM с реверсивным двигателем мощностью 34 Вт.

					15.03.15.2017.111.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		62

3.3.4 Компоновка контрольного приспособления

Для разработки контрольного приспособления выделяются основные направления совершенствования.

Основными направлениями совершенствования процесса контроля являются:

- 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 в соответствии с рисунком 3.10.

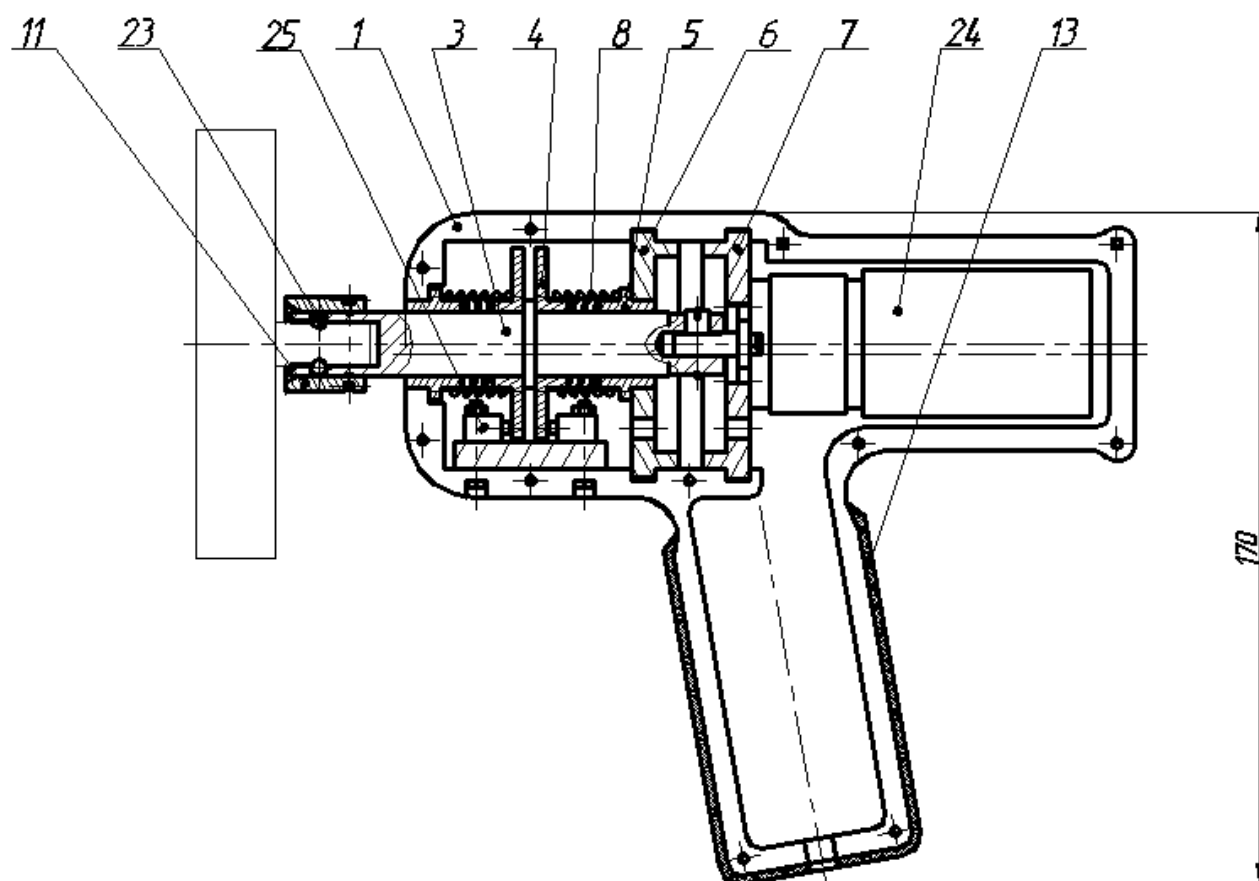


Рисунок 3.10 – Приспособление для контроля внутренних резьб

Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

15.03.15.2017.111.00 ПЗ

Лист

63

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.

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 зажимное приспособление для механической обработки детали на токарных станках. Рассчитан и спроектирован инструмент для

					15.03.15.2017.111.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		64

нарезания внутренней резьбы. Спроектировано приспособление для контроля внутренней резьбы.

					15.03.15.2017.111.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		65

4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

В настоящее время предъявляются особые требования к проектированию промышленных предприятий, к срокам и качеству выполнения проектных работ. Проектирование становится сферой, аккумулирующей известные научные достижения и преобразующей их в действующие производственные силы. От того, насколько быстро и качественно совершенствуется этот процесс, зависит во многом эффективность всего народного хозяйства и темпы научно – технического прогресса.

Основой проекта участка, цеха и завода в целом является детально разработанная технологическая часть, что определяет главную роль инженера – технолога в процессе проектирования механосборочного производства.

Но круг задач, стоящих перед инженером – технологом, не ограничивается только умением проектировать технологические процессы. В настоящее время испытывается потребность в гибкости технологии, способности в оперативной перестройке производственного механизма.

Процесс функционирования современного цеха предприятия является в высшей степени динамичным, что и определяет требования к решениям при формировании структуры и конструкций производственных зданий. Создание в проектируемых зданиях максимальной приспособленности к изменениям технологических процессов в результате их развития становится актуальной задачей проектирования.

Исходными данными для разработки плана расположения оборудования и рабочих мест является годовая программа выпуска изделий, которая приведена в таблице 4.1, технологический маршрут обработки и штучное время на выполнение каждой операции, которые приведены в таблице 4.2

Таблица 4.1 – Годовая программа выпуска изделий

Годовая программа выпуска, шт.	Вес детали, кг.	Наибольший габаритный размер, мм.	Тип пролета	Тип фонаря
2500	13,5	215	Крайний	-

Таблица 4.2 – Технологический маршрут обработки и штучное время на выполнение каждой операции

№	Наименование операции.	Время, мин.	
		Машинное	Вспомогательное
1	2	3	4
005	16К30	2,62	1,94
010	16К30	1,52	2,80
015	16К30Ф3С5	4,46	8,61
020	16К30	1,07	3,24

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
025	16К30	1,99	6,81
030	16К30	0,45	2,66
035	16К30	0,45	2,36
040	2Н150	0,94	1,27
045	2Н150	0,94	0,83
050	16К30Ф3С5	0,63	9,32
055	16К30Ф3С6	0,63	9,32
060	2Н118	0,50	5,41
065	Верстак	4,60	1,10
070	моечная машина	1,27	0,48
075	3К227А	1,45	1,91

4.1 Выбор и определение количества оборудования

Для современного механосборочного производства характерен высокий уровень автоматизации производственных процессов, поэтому технологическое оборудование должно обеспечивать не только автоматизацию обработки или сборки, но и стыковаться с оборудованием и техническими средствами, объединяющие отдельные виды технологического оборудования в единый автоматизированный производственный процесс.

Характер и состав технологического оборудования во многом определяются типом производства.

При выборе состава технологического оборудования современных цехов механосборочного производства, необходимо учитывать следующие основные тенденции: интенсификацию технологических процессов; повышение качества обработки деталей и сборки машин; комплексную автоматизацию производственных процессов; повышение производительности труда и рентабельности производства.

Состав технологического оборудования:

Токарные операции – токарный патронно-центровой станок с ЧПУ модели 16К30Ф3С5

Станок предназначен для токарной обработки наружных и внутренних поверхностей заготовок типа тел вращения со ступенчатым и криволинейным профилем, а также для нарезания резьб.

Технические характеристики:

Габаритные размеры:

Длина x ширина x высота

4360×2925×1600

Токарные операции – токарно-винторезный станок модели 16К30

Технические характеристики:

Габаритные размеры:

Длина х ширина х высота
4145×2010×1545

Шлифовальные операции – Внутришлифовальный станок модели 3К227А

Технические характеристики:

Габаритные размеры:

Длина х ширина х высота
2050×1490×1650

Сверлильная операция – вертикально-сверлильный станок модели 2Н118

Технические характеристики:

Длина х ширина х высота
870 х 590 х 2080

Число станков для каждой операции рассчитано в таблице 4.3

Таблица 4.3 – Расчёт потребного количества оборудования

№ опер	Тип и модель станка	Нпр шт.	Фд Ч	Тшк мин	Срасч шт.	Спр шт.	Кз
5	16К30	36000	1860	4,86	0,73	1	0,726
10	16К30			4,61	0,69	1	0,689
15	16К30Ф3С5			13,85	2,07	2	1,035
20	16К30			4,60	0,69	1	0,687
25	16К30			9,30	1,39	2	0,695
30	16К30			3,35	0,50	1	0,501
35	16К30			3,03	0,45	1	0,453
40	2Н150			2,43	0,36	1	0,363
45	2Н150			1,97	0,29	1	0,294
50	16К30Ф3С5			10,58	1,58	2	0,791
55	16К30Ф3С6			10,58	1,58	2	0,791
60	2Н118			6,32	0,94	1	0,944
65	верстак			6,30	0,94	1	0,941
70	моечная машина			2,00	0,30	1	0,299
75	3К227А			3,61	0,54	1	0,539

Итого

19

Средний коэффициент загрузки станков проектируемого участка определяется по формуле

$$K_{зср} = \frac{\sum S_{расч}}{\sum S_{шт}}$$

$$K_{зср} = 13,83/19 = 0,72$$

Результаты расчетов признаются удовлетворительными, если $K_{зср} \geq 0,65 \dots 0,75$

В данном случае $K_{зср} > 0,65$

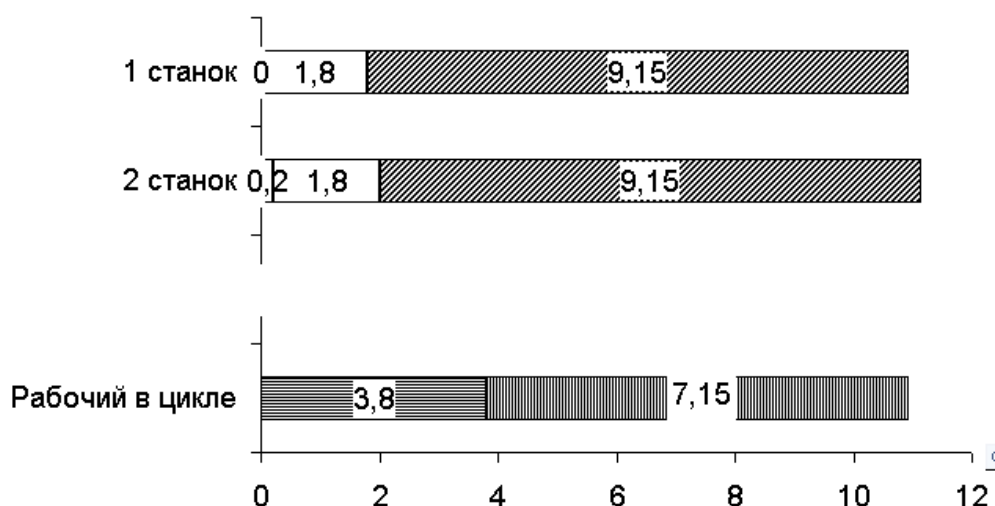


Рисунок 4.1 – Циклограмма многостаночного обслуживания станков-дублеров

4.3 Определение потребного количества мостовых кранов

При выборе типа мостового крана для участка механического цеха необходимо учесть следующее:

- 1 мостовые краны следует устанавливать внутри здания тогда, когда невозможно использовать менее дорогостоящие грузоподъемные средства.
- 2 при ограниченной работе средней интенсивности при массе грузов 1...5 т. и пролетах крана до 35 м.
- 3 применение однобалочных кранов при ограниченной работе средней интенсивности при массе грузов 1...5 т. допускается только в тех случаях, когда установка подвесных кранов невозможна.
- 4 применение двухбалочных электрических кранов на всех режимах работы грузоподъемности 1...5т.

Расчет потребного количества мостовых кранов проводится на основе веса перемещаемых грузов и количества крановых операций.

Потребное количество мостовых кранов определяется по формуле

$$K = \frac{D \cdot i}{\Phi \cdot m} \cdot \left(\frac{\frac{l_{ср}}{V_{ср}} + t_n + t_p}{\Phi_{л} \cdot k_1} \right),$$

где D – Количество перевезенных грузов на годовую программу
 $\Phi=240$ – Количество рабочих дней в году
 m – количество рабочих смен в сутки, $m=2$
 i – количество крановых операций на один перевезенный груз, $i=2$
 l_{cp} – средняя длина пути на одну крановую операцию, $l_{cp}=18$
 v_{cp} – средняя скорость движения крана, $v_{cp}=30$ м/мин
 t_n, t_p – время на одну загрузку и одну разгрузку
 Φ_H – номинальный фонд времени работы крана, $\Phi_H=480$
 K_1 – коэффициент, учитывающий простои крана, $K_1=0,85$

$$D = \frac{N^{\text{год}} \cdot G_1}{G_k},$$

где $N^{\text{год}}$ шт – годовая программа выпуска деталей, $N^{\text{год}} = 36000$;
 G_1 – вес одной детали, $G_1 = 13,5$ кг;
 G_k – вес контейнера с деталями, $G_k = 81$ кг.

Тогда с учётом принятых данных количество перевезённых грузов равно

$$D = \frac{36000 \cdot 13,5}{81} = 6000 \text{ кг}$$

$$K = \frac{6000 \cdot 2}{240 \cdot 2} \cdot \left(\frac{\frac{18}{30} + 2 + 2}{480 \cdot 0,85} \right) = 0,3 \text{ шт.}$$

Полученное количество кранов K округляется до целого числа K_c в большую сторону $K=1$

4.3.1 Определение потребного количества тележек

Тележки используются для межоперационного транспортирования деталей. Потребное количество тележек определяется по формуле [15]

$$T = \frac{Q \cdot i}{q \cdot 60 \cdot \Phi_H \cdot m \cdot K_1} \cdot \left(\frac{l_{cp}}{V_{cp}} + t_3 + t_p \right),$$

где i – количество транспортных операций с грузом на один рейс, $i = 1$;
 q – заполнение тележки за один рейс, $q = 4$;
 Φ_H – номинальный годовой фонд времени работы тележки, $\Phi_H = 2070$ мин;
 m – количество рабочих смен в сутки, $m = 2$;
 K_1 – коэффициент, учитывающий простои тележки, $K_1 = 0,85$;

l_{CP} – средний пробег тележки за один рейс, $l_{CP} = 15$ м;

V_{CP} – средняя скорость тележки, $V_{CP} = 66,67$ м/мин;

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

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

Количество транспортных операций на один рейс равно единице. За один рейс тележка заполняется двадцатью деталями, то есть $q = 4$ шт. Средний пробег тележки принимается равным половине длине участка, то есть $l_{CP} = 60$ м. Скорость тележки равна $V_{CP} = 66,67$ м/мин (4 км/ч). Тогда количество тележек будет равно

Тогда количество тележек будет равно

$$T = \frac{36000 \cdot 2}{4 \cdot 60 \cdot 2070 \cdot 2 \cdot 0,85} \cdot \left(\frac{60}{66,67} + 5 + 5 \right) = 4,35 \text{ шт.}$$

Принимаем электротележки ЕП018.

4.5 Расчет площадей для складирования заготовок и деталей

При большом объеме выпуска изделий целесообразно, чтобы склады металла находились при соответствующих цехах – потребителях. Цеховой склад заготовок предназначен для обеспечения бесперебойного снабжения станков и поточных линий материалами и заготовками.

Площадь цехового склада материалов и заготовок определяются по формуле

$$F_{cз} = Q \cdot t / (260 \cdot q \cdot K_{и}),$$

где Q – масса заготовок годового объема выпуска, $Q = 62,5$ т

q – средняя допустимая нагрузка на 1 квадратный метр, $q = 1,5$ т/ м²

t – среднее количество рабочих дней, в течении которых заготовки хранятся на складе до поступления на обработку, $t = 6$

$K_{и}$ – коэффициент использования, $K_{и} = 0,4$

Подставив значения, получим

$$F_{cз} = 62,5 \cdot 6 / 260 \cdot 1,5 \cdot 0,4 = 12,4 \text{ м}^2$$

Местом накопления и хранения окончательно обработанных деталей, ожидающих поступления на сборку, является промежуточный склад.

Потребную площадь для промежуточного склада рассчитывают по формуле:

$$F_{cз} = Q \cdot t_1 / (260 \cdot q_1 \cdot K_{и}),$$

					15.03.15.2017.111.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		71

где Q – масса деталей годового объема выпуска, Q= 33,7 т
q – средняя допустимая нагрузка на 1 квадратный метр, q = 1,5
t – число рабочих дней запаса, t = 8
K_и – коэффициент использования, K_и=0.3

$$F_{сз} = 33,7 \cdot 8 / 260 \cdot 1,5 \cdot 0,4 = 11,72 \text{ м}^2$$

4.6 Выбор способа транспортирования стружки

В результате механической обработки образуется значительное количество стружки, которую необходимо удалять с территории участка. Техническое решение по организации сбора и транспортирования стружки зависит от годового количества стружки, образованного на 1 м² цеха. Для этого определяется количество стружки (т) на 1 м² площади цеха. Первым этапом рассчитывается масса стружки

$$m_{СТР} = \frac{(m_{ЗАГ} - m_{ДЕТ}) \cdot N}{1000},$$

где m_{ДЕТ} – масса детали, m_{ДЕТ} = 13,5 кг;

m_{ЗАГ} – масса заготовки для детали, m_{ЗАГ} = 25 кг.

Тогда масса стружки по формуле равняется

$$m_{СТР} = \frac{(25 - 13,5) \cdot 2500}{1000} = 28,75 \text{ т}$$

Площадь цеха определяется по удельной площади, приходящейся на единицу оборудования. Нормы удельных площадей назначаются по рекомендациям [15] в зависимости от наибольшего габаритного размера оборудования. Расчёт удельной площади цеха представлен в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – 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
16К30	4145	2010	1545	7	30	150
16К30Ф3С5	4360	2925	1600	6	30	180
2Н118	870	590	2080	1	15	15
3К227А	2050	1490	1650	1	15	15
Σ (S _{уд})						450

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

$$\frac{m_{\text{СТР}}}{S_{\text{уд}}} = \frac{28,76}{450} = 0,06 \text{ т/м}^2.$$

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

4.7 Планировка оборудования и определение производственной площади

Планировка оборудования и рабочих мест на участке осуществляется в порядке технологических операций.

Большинство станков на участке, начиная с операции 005, располагаются перпендикулярно проезду. На этих станках каждый рабочий обслуживает один станок. Для операции 015 предусмотрено 6 станков, которые обслуживаются 3 рабочими. Расстояние между станками выбирается по рекомендациям [15]: при расположении станков «в затылок» расстояние между ними равно 1700 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. Для каждого станка, в зависимости от модели, показаны места подвода электроэнергии, средства охлаждения и вентиляции.

В начале участка предусмотрено место складирования заготовок, в конце участка – место складирования деталей. Межоперационное транспортирование деталей осуществляется в электротележке, расположенной вдоль поточной линии. Приёмные столы установлены из расчёта один стол на каждую операцию. Кроме этого, возле каждого рабочего места предусмотрены стеллаж с инструментом, приёмный стол, подножная решётка, лампа местного освещения. Ширина рабочего места принимается равной 500 мм, рабочей зоны – 800 мм (по рекомендациям [15]).

На участке предусмотрены контрольный стол и кафедра мастера, на которой находятся телефон и аптечка.

Для уборки стружки с рабочих мест предусмотрена механизированная система: стружка с рабочих мест собирается в специальные контейнеры, после заполнения которых стружка вывозится с территории участка автомобильным транспортом. Для транспортировки контейнеров используется кран однобалочный мостовой грузоподъёмностью 10 т, управляемый при помощи пульта.

В качестве противопожарных мероприятий на участке предусмотрены щит пожарного обеспечения, ящик с песком, пожарный кран, имеются свободными пешеходный проход и проезд, все двери при входе на участок открываются наружу.

Участок располагается вдоль пролёта с пешеходным проходом шириной 1400 мм и проездом шириной 4000 мм, расположенным посередине здания.

					15.03.15.2017.111.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		73

Проезд предназначен для одностороннего движения автомобильного транспорта. Пешеходный проход предназначен для свободного доступа к рабочим местам.

После расстановки оборудования получили фактическую площадь:

длина участка $L=30$ м, ширина участка $l=18$,

фактическая площадь $F=L \cdot l=30 \cdot 18=540 \text{ м}^2$

Расчетная площадь равна $F_{\text{расч}}=450 \text{ м}^2$, расхождение, %

$$\delta=(F-F_{\text{расч}})/F \cdot 100 = (540 - 450)/540 \cdot 100=16,6\%$$

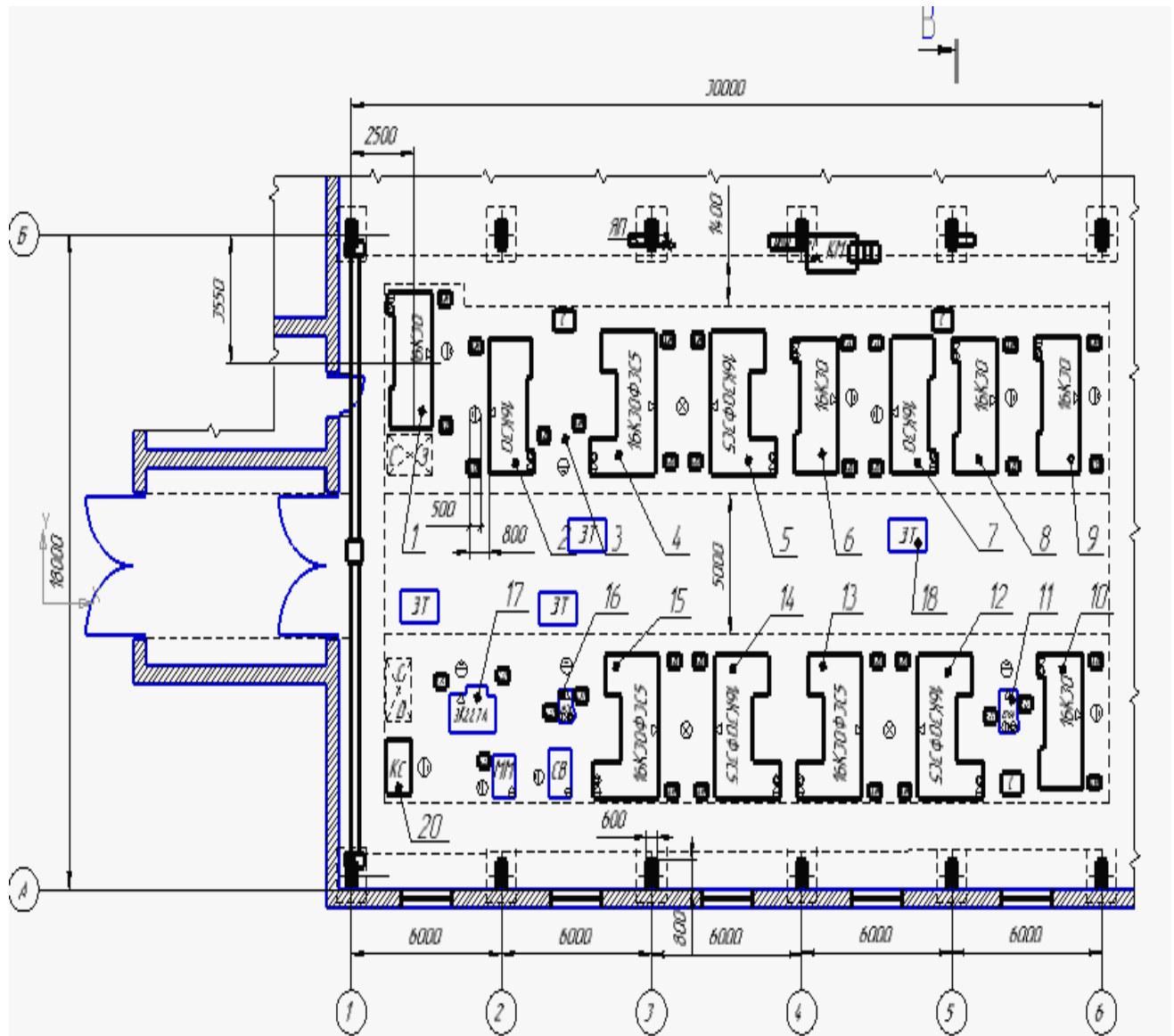


Рисунок 4.2 – Планировка оборудования

Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

15.03.15.2017.111.00 ПЗ

Лист

74

4.8 Выбор типов, формы и определение размеров здания

Механосборочное производство обычно размещают в зданиях, имеющих один или несколько параллельных пролетов. Основными строительными параметрами такого здания являются:

- 1 ширина пролета L – расстояние между продольными осями колонн
- 2 шаг колонн t – расстояние между их поперечными осями
- 3 высота пролета H – расстояние от уровня пола до нижней части несущей конструкций

Выбор основных параметров здания определяются технологическим процессом и рациональным размещением производства.

Разработанный участок располагается в крайнем пролёте шириной 18000 мм и шагом колонн 6000 мм [15].

Минимальная высота пролёта определяется по высоте до головки подкранового рельса. Высота до головки подкранового рельса (м) рассчитывается по формуле [15]

$$H_k = h_1 + h_2 + h_3 + h_4$$

где h_1 – максимальная высота оборудования, $h_1 = 3090$ м;

h_2 – минимальное расстояние между оборудованием и перемещаемым грузом,
 $h_2 = 0,5$ м;

h_3 – высота транспортируемых грузов, $h_3 = 2200$ м;

h_4 – высота крана, $h_4 = 0,9$ м.

С учётом принятых данных

$$H_k = 3,09 + 0,5 + 2,2 + 0,9 = 6,69 \text{ м.}$$

Расчётное значение корректируется до ближайшего стандартного. Принимаем $H_k = 6,95$ м. В зависимости от величины H_k принимаем высоту пролёта $H = 9,6$ м.

Колонны здания железобетонные серии КЭ-01-49 с консолями прямоугольного сечения 600×800 мм (рисунок 4.3). Торцовые колонны здания смещены внутрь относительно разбивочной оси на 500 мм. Это необходимо для того, чтобы пропустить колонны фахверка [15].

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 [15]. Размеры фундаментов назначаются в зависимости от серии и сечения колонны (рисунок 4.4).

					15.03.15.2017.111.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		75

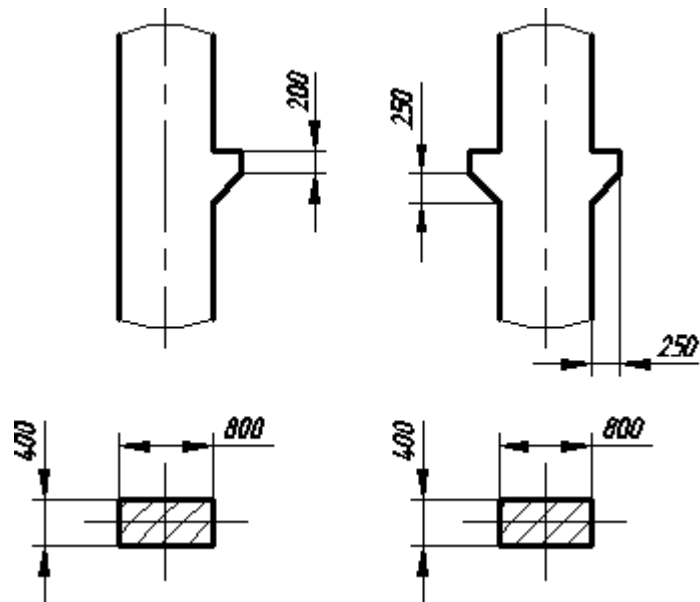


Рисунок 4.3 – Колонны крайних и средних пролётов

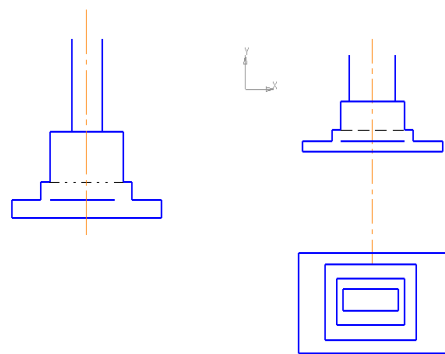


Рисунок 4.4 – Фундамент под колонну серии КЭ-01-49

Несущей конструкцией здания являются железобетонные решётчатые фермы серии 1.462-3 [15]. Габаритные размеры фермы: длина 11960 мм, высота 1390 мм, толщина 200 мм (рисунок 4.5).

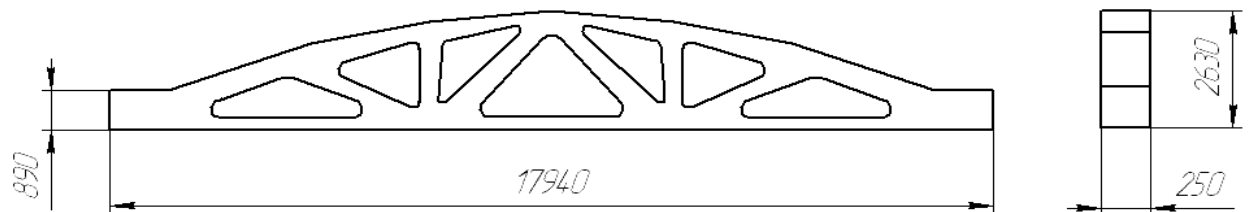


Рисунок 4.5 – Железобетонная ферма серии 1.462-3

Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

15.03.15.2017.111.00 ПЗ

Лист

76

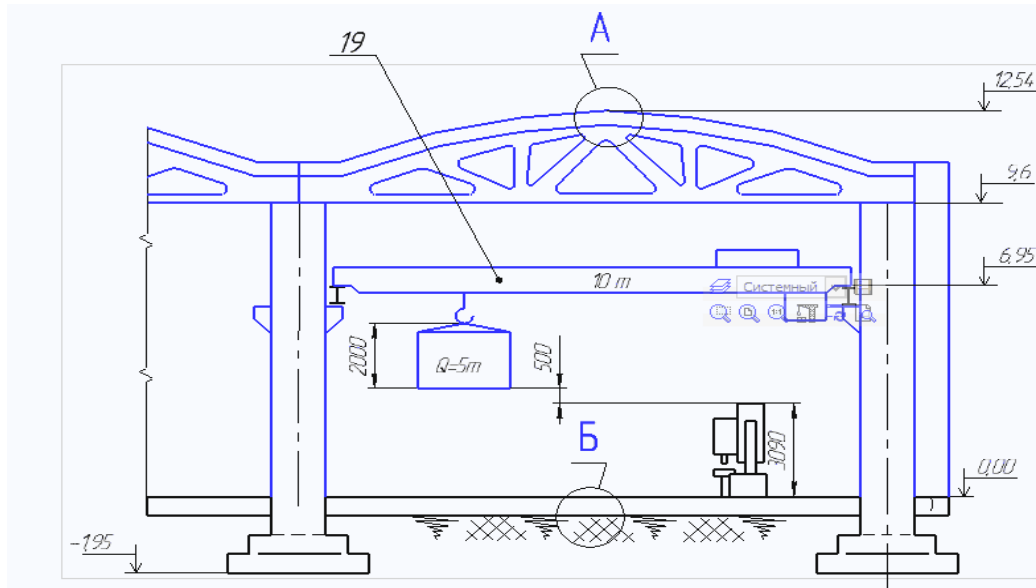


Рисунок 4.6 – Поперечный разрез здания

Ограждающим покрытием здания является утеплённая многослойная кровля. Кровля состоит из сборных настилов, укладываемых по фермам (рисунок 4.7).

Не сущим настилом являются железобетонные плиты. В качестве первого слоя применяется песчано-цементная стяжка, выравнивающая плиты покрытия и заполняющая их швы. Она покрывается пароизоляцией из пергаменты по битумной грунтовке. Затем укладывается утеплитель, представляющий собой плиты из пенобетона. Чтобы создать достаточно жёсткое и ровное основание для гидроизоляционного ковра, на поверхность теплоизоляционного покрытия накладывают стяжку из песчано-цементного раствора. 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 ковёр покрывают слоем светлого гравия с зёрнами размером 6...10 мм, вдавленного в горячем виде в кровельную мастику с помощью катка весом 500 Н [15].

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 [15].

Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

15.03.15.2017.111.00 ПЗ

Лист

77

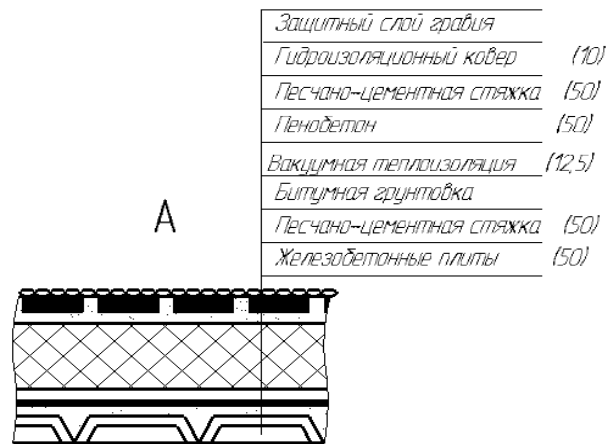


Рисунок 4.7 – Конструкция кровли

Оборудование на участке устанавливается непосредственно на полу. Пол представляет собой многослойную конструкцию (рисунок 4.8), включающую трамбованный грунт, надёжную бетонную подготовку толщиной 200...300 мм, песчано-цементную стяжку для выравнивания, слой гидроизоляции, а также покрытие пола из бетона [15].

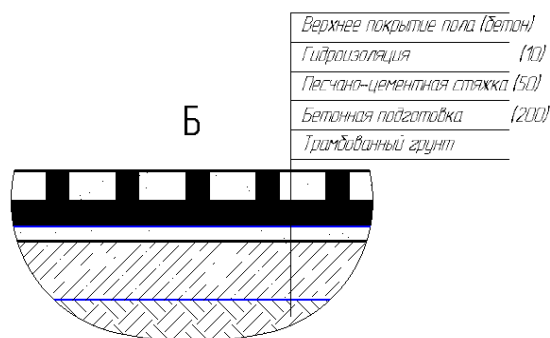


Рисунок 4.8 – Конструкция пола

Выводы по разделу четыре:

Определено количества оборудования и работающих. Выбран тип и определен количества транспортных средств. Рассчитана площадь для складирования заготовок и деталей. Выбран способ транспортирования стружки. Выбран тип, формы и определен размер здания.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Краткое описание производственного участка

Участок механической обработки состоит из 14 станков различной группы: токарно-винторезные токарные станки с программным управлением, шлифовальный и сверлильный, а также технологическое и вспомогательное оборудование, мостовой кран, электротележка.

На этом участке будет выполняться спроектированный технологический процесс детали «Корпус крана ЦА 320-М-22-2».

5.2 Разработка мероприятий по снятию психологических перегрузок

Конечной целью контроля и диагностики состояния оператора является его нормализация (управление состоянием). Она представляет собой систему воздействий, направленных на предотвращение неблагоприятного состояния оператора, и имеет целью предупреждение ошибок оператора и сохранение его здоровья.

Множество воздействий на человека может включать в себя коррекцию режимов труда и отдыха, воздействие внешними раздражителями, различные виды саморегуляции состояния (психическая саморегуляция). Коррекция режимов труда и отдыха заключается в предоставлении перерывов для отдыха в зависимости от возникновения неблагоприятного состояния. Время назначения перерыва должно приходиться на начальные периоды изменения состояния, то есть предшествовать появлению выраженного сдвига на кривой работоспособности. Важным является также определение продолжительности перерыва и способа его проведения.

Воздействие внешними раздражителями является наиболее эффективным способом нормализации состояния. К числу таких воздействий относятся зрительные образы, функциональная музыка, применение специально подобранных фармакологических средств. Для снятия возникающей в процессе работы нервно-психической нагрузки и утомления используются методы индивидуальной и групповой психотерапии. Одним из способов реализации такого подхода является создание на предприятиях комнат психологической разгрузки. В основу их создания положена идея имитации естественно-природного окружения. Для этого используются рекомендации по целенаправленному психофизиологическому воздействию на человека с помощью картин природы, света, динамического цвета и музыки. В методах психической саморегуляции важное место занимает психологическая подготовка. Под ней понимается целенаправленное формирование индивидуальных приемов, обеспечивающих сохранение заданных параметров выполнения деятельности в сложных ситуациях. Одним из способов такой подготовки является моделирование в процессе тренировок различного рода необычных

					15.03.15.2017.111.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		79

производственных ситуаций и обработка при этом необходимых действий оператора. В эту же группу методов входит специальная производственная гимнастика, нервно-мышечная релаксация (расслабление), самовнушение (аутогенная тренировка). Повышению эффективности применения рассмотренных методов способствует введение биологической обратной связи. Она основана на регистрации изменения состояния оператора и предоставлении ему информации об этом. Это дает возможность человеку произвольно управлять некоторыми психологическими и физиологическими процессами и состоянием в целом. Рассмотренные методы управления состоянием являются составной частью более общей системы психологической поддержки оператора.

5.3 Расчет защитного заземления

Согласно правилам устройства электроустановок сопротивление защитного заземления в любое время года. Данные для расчета представлены в таблице 5.4

Таблица 5.4 – Исходные данные

Характеристика установок			Допустимое сопротивление, Ом
Напряжение	Мощность, кВА	Режим нейтрали	
до 1000 В	237	при любом режиме	4

Выбирается допустимое сопротивление заземляющего устройства $R_{зд}=4$
 Определяется расчетное удельное сопротивление

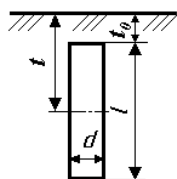
$$\rho = \rho_r \cdot \Psi,$$

- для вертикальных заземлителей; $\rho = 15 \cdot 1,5 = 22,5$ Ом
- для горизонтальных заземлителей. $\rho = 15 \cdot 3,5 = 52,5$ Ом
 (грунтом является глина)

Выбирают тип заземляющего устройства (выносное или контурное) и число искусственных заземлителей.

Выносное ЗУ $n = 2$

1 Определяется сопротивление одного искусственного заземлителя $R_{зо}$



$$R_{зо} = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot t + l}{4 \cdot t - l} \right)$$

$$R_{зо} = \frac{22,5}{2 \cdot 3.14 \cdot 1} \left(\ln \frac{2.1 \cdot 1}{0.2} + \frac{1}{2} + \ln \frac{4 \cdot 1 + 1}{4 \cdot 1 - 1} \right) = 20,09 \text{ Ом}$$

2 Определяется сопротивление соединительной полосы $R_{по}$ без учета экранирования.



$$R_{по} = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l_{II}} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_{II}^2}{b \cdot t}$$

$$R_{по} = \frac{52,5}{2 \cdot 3.14 \cdot 2} \cdot \ln \frac{2 \cdot 4}{0,048 \cdot 0,0524} = 33,63 \text{ Ом}$$

Длина соединительной полосы выбирается равной:
для выносного ЗУ

$$l_{II} = l_{МЗ} (n-1),$$

где $l_{МЗ}$ – расстояние между заземлителями, $l_{МЗ} = 2 \text{ м}$.

$$l_{II} = 2 \cdot (2-1) = 2 \text{ м}.$$

3 Определяется общее сопротивление вертикальных электродов

$$R_{в} = \frac{R_{зо}}{n \cdot \eta_{в}} = \frac{20,09}{2 \cdot 0,91} = 11,03 \text{ Ом}$$

где $\eta_{в}$ – коэффициент использования вертикальных заземлителей $\eta_{в} = 0,91$

4 Определяется сопротивление соединительной полосы с учетом экранирования

$$R_{II} = \frac{R_{по}}{\eta_{II}} = \frac{33,63}{0,94} = 35,77 \text{ Ом}$$

где η_{II} – коэффициент использования соединительной полосы, $\eta_{II} = 0,94$

5 Определяется расчетное сопротивление искусственного заземлителя

$$R_{изр} = \frac{R_{в} \cdot R_{II}}{R_{в} + R_{II}} = \frac{R_{зо} \cdot R_{по}}{R_{зо} \cdot \eta_{II} + R_{по} \cdot n \cdot \eta_{с}}$$

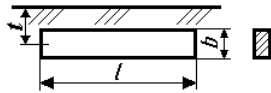
$$R_{изр} = \frac{11,03 \cdot 35,77}{11,03 + 35,77} = 8,43 \text{ Ом}$$

которое должно соответствовать требованию $R_{изр} \leq R_{зд}$

$8,43 \leq 4$ условие не выполняется

При $n = 10$

6 Определяется сопротивление соединительной полосы $R_{по}$ без учета экранирования.



$$R_{по} = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l_{п}} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_{п}^2}{b \cdot t}$$

$$R_{по} = \frac{52,5}{2 \cdot 3,14 \cdot 18} \cdot \ln \frac{2 \cdot 18}{0,048 \cdot 0,0524} = 4,44 \text{ Ом}$$

Длина соединительной полосы выбирается равной для выносного ЗУ

$$l_{п} = l_{мз} (n-1),$$

$$l_{п} = 2(10-1) = 18 \text{ м.}$$

где $l_{мз}$ – расстояние между заземлителями $l_{мз} = 2 \text{ м.}$

7 Определяется сопротивление соединительной полосы с учетом экранирования

$$R_{п} = \frac{R_{по}}{\eta_{п}} = \frac{4,44}{0,94} = 4,72 \text{ Ом}$$

где $\eta_{п}$ – коэффициент использования соединительной полосы $\eta_{п} = 0,94$

8 Определяется расчетное сопротивление искусственного заземлителя

$$R_{изр} = \frac{R_B \cdot R_{п}}{R_B + R_{п}} = \frac{R_{зо} \cdot R_{по}}{R_{зо} \cdot \eta_{п} + R_{по} \cdot n \cdot \eta_c},$$

$$R_{изр} = \frac{11,03 \cdot 4,72}{11,03 + 4,72} = 3,30 \text{ Ом}$$

которое должно соответствовать требованию $R_{изр} \leq R_{зд}$

$3,30 \leq 4$ условие выполняется

9 Строится схема заземляющего устройства в соответствии с рисунком 5.1.

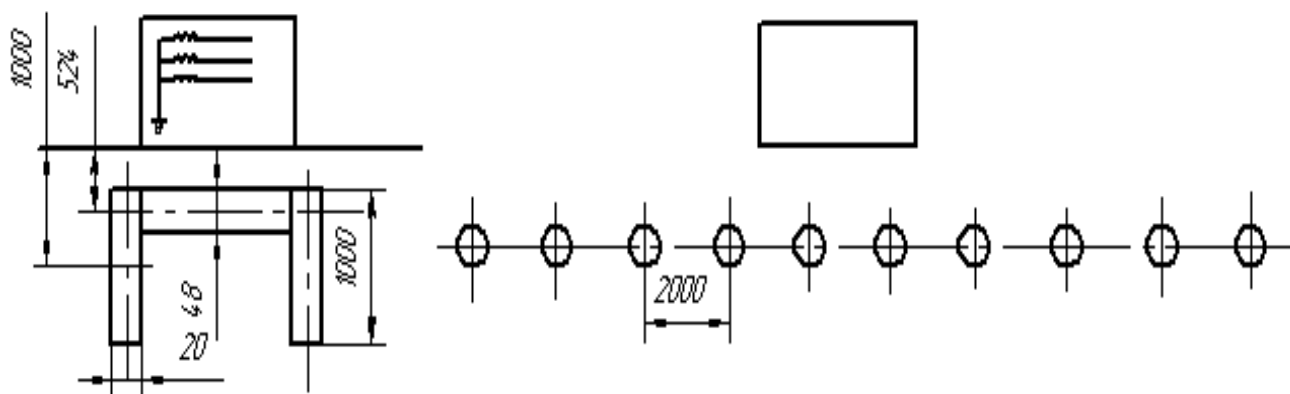


Рисунок 5.1 – Схема заземляющего устройства

5.4 Особенности защиты при космических чрезвычайных ситуациях

Космические ЧС — это опасности, угрожающие человеку из Космоса. Прежде всего это опасные космические объекты (ОКО) и космические излучения.

Астероиды — это малые планеты, диаметр которых колеблется в пределах 1-1000 км. В настоящее время известно около 300 космических тел, которые могут пересекать орбиту Земли. Всего, по прогнозам астрономов, в Космосе существует примерно 300 тыс. астероидов и комет.

Встреча нашей планеты с небесными телами представляет серьезную угрозу для всей биосферы. Расчеты показывают, что удар астероида диаметром около 1 км сопровождается выделением энергии, в десятки раз превосходящей весь ядерный потенциал, имеющийся на Земле.

Основное средство борьбы с астероидами и кометами, сближающимися с Землей, — это ракетно-ядерная технология. Международными научными организациями под эгидой ООН предлагается разработать систему планетарной защиты от астероидов и комет, которая основана на двух принципах защиты, а именно изменение траектории ОКО или разрушение его на несколько частей. Поэтому на первом этапе разработки системы защиты Земли от метеоритной и астероидной опасности предполагается создать службу наблюдения за их движением с таким расчетом, чтобы обнаруживать объект размером около 1 км за год-два до его подлета к Земле. На втором этапе необходимо рассчитать его траекторию и проанализировать возможность столкновения с Землей. Если вероятность велика, то необходимо принимать решение по уничтожению или изменению траектории этого небесного тела. Для этой цели можно использовать межконтинентальные баллистические ракеты с ядерной боеголовкой.

Современный уровень космических технологий позволяет создать такие системы перехвата.

Огромное влияние на земную жизнь оказывает солнечная радиация. Известно, что чрезмерное солнечное облучение приводит к развитию выраженной эритемы с отеком кожи и ухудшению состояния здоровья. Наиболее частым поражением глаз при воздействии УФ-лучей является фотоофтальмия. В этих случаях возникает гиперемия, конъюнктивиты, появляются блефароспазм, слезотечение и светобоязнь. Подобные поражения встречаются при отражении лучей солнца от поверхности снега в арктических и высокогорных районах ("снеговая слепота").

Выводы по разделу пять:

Разработаны мероприятия по снятию психологических перегрузок. Произведен расчет защитного заземления. Рассмотрены особенности защиты при космических чрезвычайных ситуациях.

					15.03.15.2017.111.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		84

6 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Себестоимость машиностроительной продукции – это выраженные в денежной форме текущие затраты предприятия (объединений) на её производство и реализацию.

В укрупненном виде себестоимость продукции включает стоимость израсходованного сырья, материалов, топлива, энергии, инструмента, заработную плату, промышленного-производственного персонала, затраты на амортизацию и ремонт основных фондов и другие расходы, связанные с производством и реализацией продукции. Таким образом, в себестоимость входят не только живого, но и прошлого труда, осуществленного в средствах и предметах труда.

Себестоимость продукции играет важную роль в производственной деятельности предприятия, а развитие 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 хозрасчетных отношений между предприятиями, а внутри них – между отдельными производственными подразделениями.

Расчет себестоимости продукции (С) определяется по формуле

$$C = M_3 + A_0 + P_0 + (O_{ГСС} + O_{МС} + O_{ОСИ} + O_{КРК} + Z_{ДР}),$$

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;

$O_{ГСС}$ – отчисления на государственное социальное страхование;

$O_{ОСИ}$ – отчисления по обязательному страхованию имущества;

$O_{КРК}$ – плата за краткосрочные кредиты банков, кроме процентов просроченным ссудам;

$Z_{ДР}$ – другие затраты на производство и реализацию продукции, включая затраты на ремонт средств.

Принимаем: $M_3 = 4814990$ руб., $A_0 = 300000$., $P_0 = 400000$

$O_{ГСС} = 76000$ руб., $O_{ОСИ} = 60000$., $O_{КРК} = 90000$ руб.

Расчет себестоимости на партию деталей (период изготовления – 1 год; партия деталей 25000 шт; вес 1 детали – 13,5 кг; нынешняя цена за тонну стали 45 составляет 50000;)

С учетом принятых значений получаем

$$C=9814990+300000+400000+(76000+50000+90000)=10514990:2160=4868,0 \text{ руб}$$

Выводы по разделу шесть:

В экономической части произведен расчет себестоимости изготовления детали

					15.03.15.2017.111.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		86

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате произведенной работы был разработан участок механической обработки детали «Корпус крана ЦА 320-М-22-2».

Проведен анализ исходных данных и сравнение отечественных и зарубежных технологий. Для детали составлен размерный анализ с целью определения оптимального размера заготовки и межоперационных размеров. В качестве заготовки выбрана поковка. Сформированы операции, разработан технологический процесс.

В конструкторском разделе разработаны зажимное приспособление, патрон самоцентрирующий клиновой трехкулачковый гидроаккумуляторный, головка резьбонарезная для нарезания внутренней резьбы, приспособление для конторля внутренней резьбы.

В строительном разделе спроектирован участок с оптимальным расположением оборудования. Определено количество рабочих и оборудования. Спланирована производственная площадь. Определен тип, и формы и размеры здания.

В разделе безопасности жизнедеятельности рассмотрены вопросы: Разработка мероприятий по снятию психологических перегрузок. Расчет защитного заземления. Особенности защиты при космических чрезвычайных ситуациях.

В экономическом разделе произведен расчет себестоимости изготовления детали.

Таким образом, цель работы достигнута, задачи – решены.

					15.03.15.2017.111.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		87

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Козлов, А. В. Проектирование заготовок: учеб. пособие / А. В. Козлов, Б. А. Решетников, А. В. Бобылев. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2002.
- 2 Справочник технолога-машиностроителя: в 2 кн. / под ред. А. М. Дальского. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение-1, 2001. – Т. 1.
- 3 Справочник технолога-машиностроителя в 2 кн. / под ред. А. М. Дальского. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение-1, 2001. – Т. 2.
- 4 Козлов, А. В. Расчёт оптимальных режимов резания на ППЭВМ: учеб. пособие / А. В. Козлов, И. П. Дерябин. – Челябинск: Изд. ЧГТУ, 1995.
- 5 Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. – 2-е изд. – М.: Машиностроение, 1974.
- 6 Расчёт и проектирование станочных приспособлений: учеб. пособие / С. Г. Чинёнов, Т. П. Чинёнова, М. В. Губин, В. В. Ворона. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2003.
- 7 Ансёров, М. А. Приспособления для металлорежущих станков / М. А. Ансёров. – М.-Л.: Машиностроение, 1964.
- 8 Зависляк, Н. И. Современные приспособления к металлорежущим станкам / Н. И. Зависляк. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1967.
- 9 Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 кн. / под ред. И. Н. Жестковой. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001. – Т. 2.
- 10 Фрумин, Ю. Л. Высокопроизводительный резьбообразующий инструмент / Ю. Л. Фрумин. – М.: МАШГИЗ, 1963.
- 11 Новиков, М. П. Основы технологии сборки машин и механизмов / М. П. Новиков. – М.: Машиностроение, 1969.
- 12 Дунаев, П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин: учеб. пособие / П. Ф. Дальский, О. В. Леликов. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2001.
- 13 Егоров, П. Т. Гражданская оборона / П. Т. Егоров, И. А. Шляхов, Н. И. Алабин. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1977.