

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

_____ К.М. Виноградов
_____ 2018 г.

Участок механической обработки детали «Корпус ГЗС7.00.01 – 02»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
15.03.05.2018.088.ПЗ ВКР

Консультанты:
Безопасность жизнедеятельности

_____ В.Г. Некрутов, доцент
_____ 2018 г.

Строительный раздел

_____ Б.А. Решетников, профессор
_____ 2018 г.

Руководитель работы

_____ Б.А. Решетников, профессор
_____ 2018г.

Автор работы
студент группы ДО-507

_____ М.А.Киреев
_____ 2018г.

Нормоконтролер

_____ А.В. Решетников, профессор
_____ 2018 г

Челябинск 2018

АННОТАЦИЯ

Киреев М.А Участок механической обработки
детали «Корпус» - Челябинск: ФГАОУ
«ЮУрГУ(НИУ)» кафедра МАЭ; 2018, 119 с, 56 ил.,
библиографический список – 21 наименований,
7 чертежей ф. А1

В выпускной квалификационной работе спроектирован участок механического цеха по обработке детали «Корпус» на базе новейших станков с ПУ. Спроектирована резьбовая фреза для обработки резьб с шагом 1,5 мм. и диаметром более 10 мм. Также разработаны контрольные приспособления для контроля перпендикулярности торца относительно резьбы. В строительном разделе дипломного проекта разработана планировка участка механического цеха. Рассмотрены вопросы по безопасности жизнедеятельности и рассчитаны экономические показатели проекта.

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Участок механической обработки детали «Корпус»	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Киреев					4	1
Провер.		Решетников						
Реценз		Решетников						
Н. Конгр.		Июшин			15.03.05.2018.088.00 ПЗ			
УТВЕРД.	Лист	Июшин	Подпись	Дата	ФГАОУ ВО «ЮУрГУ(НИУ)» гр. ДС-507 Кафедра «МАЭ»			Лист 6

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	
1.1 Описание узла изделия. Служебное назначение детали	8
1.2 Анализ соответствия требований чертежа детали требованиям ее назначения.....	10
1.3 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений.....	10
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	
2.1 Анализ технологичности детали и существующего технологического процесса.....	12
2.2 Выбор и экономическое обоснование метода получения заготовки.....	15
2.3 Выбор и обоснование выбора технологических баз	17
2.4 Проектирование операций.....	23
2.5 Размерный анализ технологического процесса.....	28
2.6 Расчет размерной цепи.....	54
2.7 Расчёт режимов резания.....	63
2.8 Нормирование технологических операций.....	69
3. КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ	
3.1 Проектирование пневматического приспособления.....	71
3.1.1 Теоретическая схема базирования.....	71
3.1.2 Проектирование схемы приспособления.....	71
3.2 Расчет зажимного механизма приспособления.....	72
3.3 Расчет базирующих элементов приспособления.....	73
3.4 Расчёт элементов приспособления.....	74
3.5 Описание работы приспособления.....	74
3.6 Проектирование режущего инструмента.....	76

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

3.6.1 Резьбовая фреза.....	76
3.6.2 Грибковая фреза.....	78
3.7 Мерительный инструмент.....	80
3.7.1 Разработка прибора для контроля допуска перпендикулярности.....	80
3.7.2 Разработка схемы базирования.....	80
3.8 Описание принципа работы прибора контроля.....	81
4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	83
4.1 Исходные данные.....	83
4.2 Состав и количество рабочих.....	84
4.3 Определение потребного количества оборудования.....	87
4.4 Определение производственной площади участка	91
4.5 Выбор и определение транспортных средств.....	93
4.6 Расчет площадей для складирования заготовок и деталей.....	94
4.7 Выбор способа транспортирования стружки.....	95
4.8 Выбор типов формы и определение размеров здания.....	96
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	100
5.1 Разработка мероприятий по оздоровлению воздушной среды на производственном участке.....	100
5.2 Расчет устройства молниезащиты.....	103
5.3 Мероприятия по уменьшению последствий землетрясений.....	106
6 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	109
6.1 Экономическая часть.....	109
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	115
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	116

ВВЕДЕНИЕ

Структуру предприятия составляют ремонтные, энергетические, транспортные, складские хозяйства, а также управление материально – техническим снабжением и сбытом.

Основным назначением энергетического хозяйства является обеспечение производства всеми видами энергии, при соблюдении техники безопасности и выполнении требований к экономии ресурсов. Выбор более экономических энергоресурсов осуществляется на основе сравнительного анализа расходов топлива и энергии, единовременных затрат. Инструментальное хозяйство предприятия представляет собой, совокупность отделов и цехов, занятых проектированием, приобретением, ремонтом, изготовлением технологической оснастки, её учётом, хранением и выдачей. К общезаводским подразделениям относятся: инструментальный отдел, инструментальные цеха, центральный инструментальный склад и измерительные лаборатории.

Также на предприятии имеется транспортный отдел, который обеспечивает транспортировку грузов между цехами и вне территории предприятия.

Процесс образования поверхностей детали осуществляется в цехе, который относится к группе механических цехов.

Структура механического цеха состоит из станочного отделения, склада материалов и заготовок, контрольного отделения, промежуточного склада, инструментально – раздаточного склада, отделения для заточки инструмента, отделения для эмульсионной установки, отделения по утилизации масла и стружки, а также других вспомогательных отделений.

К вспомогательным службам цеха относят ремонтное хозяйство, которое обеспечивает постоянную эксплуатационную готовность оборудования путём ремонта и технологической модернизации.

Стружка в данном цехе собирается в специальные ёмкости и доставляется к месту сбора или переработки напольным транспортом.

В данном технологическом процессе обработки детали «Корпус» мы стараемся перейти от механизации тяжёлого труда к комплексной автоматизации производства, к принципиально новым технологическим процессам с применением прогрессивного новейшего оборудования, новых видов энергии и транспорта.

Когда говорят о достижении высокого уровня производительности труда, то имеется ввиду прежде всего высокий уровень автоматизации производственных процессов. Большинство современных высокопроизводительных технологических процессов вообще не осуществимы без средств автоматизации.

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1.1 Описание узла изделия. Служебное назначение детали

Корпус является деталью агрегата «Гидрозамок», который предназначен для запирания рабочей жидкости силовых цилиндров стрелы гидроманипулятора (Рисунок 1.1), а также для ограничения перепада давления в рабочих полостях цилиндра во время работы.

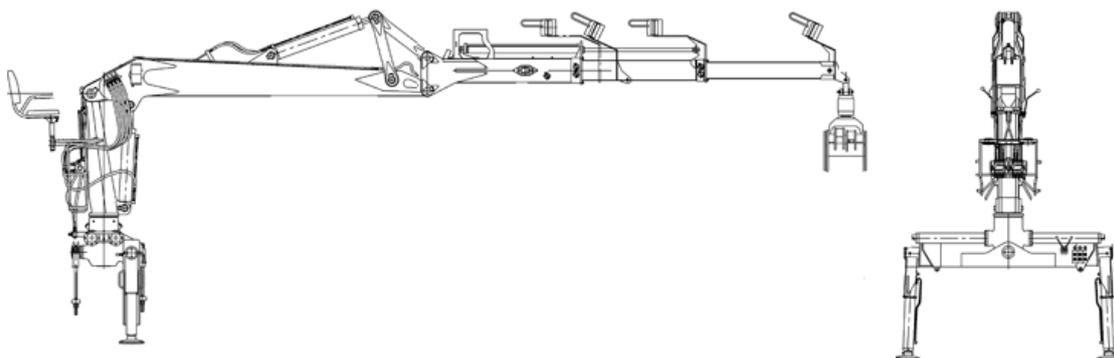


Рисунок 1.1 – Гидроманипулятор

Гидрозамок устанавливается непосредственно на гидроманипулятор по двум отверстиям $\varnothing 10,5$ с цековками $\varnothing 18$ сечение Л-Л на чертеже Д.П. 151003.2014.613.01.00 (Рисунок 1.2).

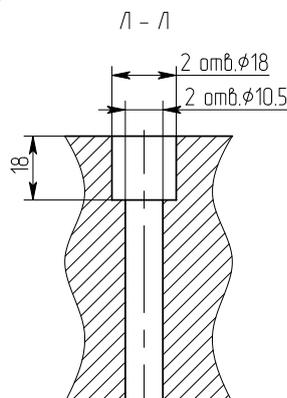


Рисунок 1.2 – Установочные отверстия

Присоединительные рукава устанавливаются в отверстия $M27 \times 2-6H$, причем выходы маркируются «V1» и «V2», а входы «C1» и «C2» присоединительные рукава уплотняются медными уплотнительными шайбами по выточкам $\varnothing 40$. Корпус выполнен из алюминиевого сплава АК8 ГОСТ784-97, в него устанавливаются стальные клапана, установка их осуществляется с помощью резьбы $M36 \times 2-6H$ и $M27 \times 1,5-6H$. Для обеспечения наружной герметичности разделки под клапана выполнены с канавками $\varnothing 36.5H9$ и $\varnothing 27.5H11$

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

соответственно, под резиновые уплотнительные кольца, поэтому поверхности канавок, выполнены с параметром шероховатости Ra 1,6мкм для обеспечения внутренней герметичности (устранить внутренние перетечи) и обеспечения собираемости корпуса клапанов уплотняются резиновыми уплотнительными кольцами по диаметрам разделок, поэтому к ним предъявлены повышенные требования к параметру шероховатости поверхности и к соосности. Для предотвращения среза резиновых уплотнительных колец при монтаже клапанов фаски выполнены с углами 25° и полированными радиусами. Так же в корпусе установлен один обратный плоский клапан в вырыв М на чертеже Д.П. 151003.2014.613.01.00 (Рисунок 1.3), подпираемый пружиной.

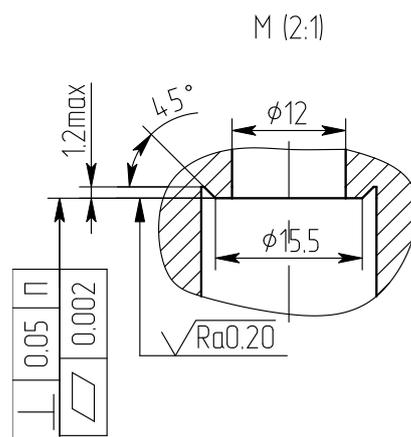


Рисунок 1.3 – Канавка

Поверхность прилегания клапана выполнена с параметром шероховатости Ra 0,2 мкм и к ней предъявлены требования: допуск неплоскостности 0,002 мм и перпендикулярности 0,05мм. Эти требования обеспечивают внутреннюю герметичность по этой разделке и препятствуют самопроизвольному опусканию стрелы при работе гидроманипулятора. Разделки сечение Г-Г на чертеже Д.П. 151003.2014.613.01.00 (Рисунок 1.4); Вырыв Ж на чертеже Д.П. 151003.2014.613.01.00 (Рисунок 1.5) - технологические. Выполнены для соединения каналов гидрозамка. При сборке глушатся заглушками. Так же в корпусе выполнены два резьбовых отверстия М6-6Н для установки в них жиклеров, необходимых для правильной работы клапанов.

вопрос обеспечения загрузки производственных мощностей. При продвижении новых изделий, технологий и оборудования предприятия машиностроения и металлообработки также сталкиваются с такой проблемой, как острый дефицит инвестиций и капиталовложений в эту отрасль.

Российская станкоинструментальная отрасль пережила глубокий спад: для полноценного возвращения на рынок потребуется время. Сейчас отечественные производители находят очень удачные технические решения, и способны выпускать станки и оборудование мирового класса. Но их стоимость зачастую выше импортных аналогов. В большинстве случаев потребитель выбирает более дешевый зарубежный станок, выпускающийся серийно.

Одна из тенденций станкостроения – создание гибких, программно-управляемых ОЦ с возможностью последующей автоматизации производства. Современные станки ведущих зарубежных компаний обеспечивают колоссальную производительность при высокой точности. К сожалению, в номенклатуре отечественных производителей львиную долю по-прежнему занимают широкоуниверсальные станки с ручным управлением. Правда, в последние годы разработаны новые модели российских фрезерных и токарно-фрезерных ОЦ с ЧПУ Siemens, Heidenhain и Fanuc. Так, рязанский станкостроительный завод выпустил новый многоцелевой вальцефрезерный станок модели РТ311Ф5 с ЧПУ Sinumerik 840D для точения и фрезерования ручья валков. Один из факторов, сдерживающих развитие отечественного станкостроения – низкая стоимость нормо-часа рабочего-станочника.

Беспорный лидер в области производства ОЦ – Япония. Так, заводы Mori Seiki Co. Ltd. выпускают в месяц до 700 ОЦ. Охвачены все производственные ниши: от простой токарной обработки до обработки сложных корпусных деталей. 37 моделей и свыше 135 вариантов исполнения токарных ОЦ с ЧПУ, 14 моделей и свыше 37 вариантов исполнения токарно-фрезерных ОЦ, 34 модели и свыше 46 вариантов исполнения фрезерных ОЦ. После покупки в 2006 г. завода DIXI Machines, Ltd. (Швейцария) производственная программа Mori Seiki пополнилась высокопрецизионными горизонтальными ОЦ с точностью позиционирования по осям координат 0,99 мкм.

Расширение модельного ряда сопровождается и качественными изменениями конструкции, совершенствованием системы ЧПУ и ПО.

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Анализ технологичности детали и существующего технологического процесса

На рисунке 2.1 показан чертеж детали.

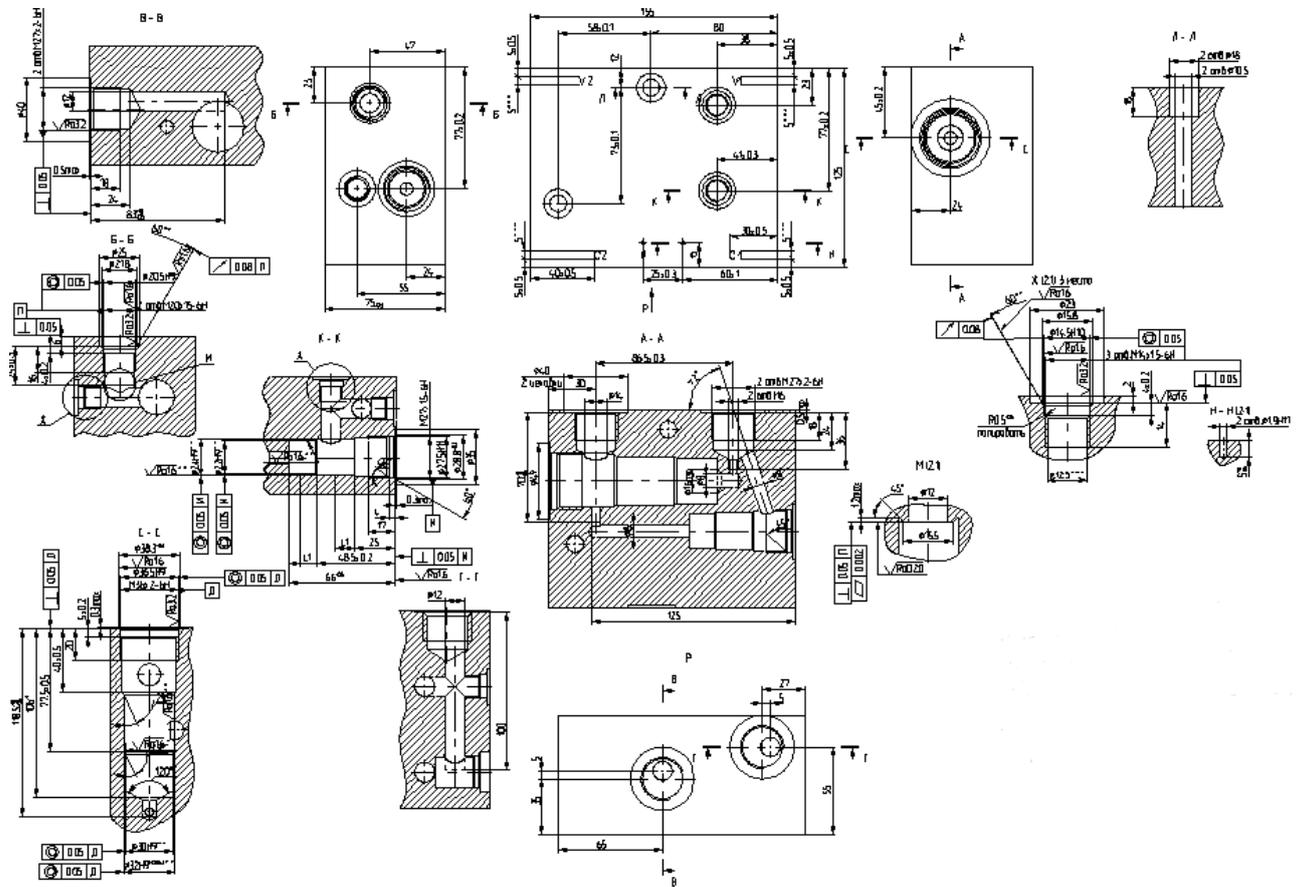


Рисунок 2.1- Чертеж детали

Анализ конструкции на технологичность представляет собой комплекс мероприятий по обеспечению необходимого уровня технологичности конструкции по установленным показателям и направлен на повышение производительности труда, снижение затрат и сокращение времени на изготовление изделия при обеспечении необходимого его качества.

Деталь «Корпус» является технологичной. Трудоёмкость и себестоимость детали зависят не только от конструкции, но и от выбранного технологического процесса, его оснащённости и режимов обработки.

Деталь имеет небольшую массу, что также повышает её технологичность.

Для контроля линейных размеров применяются специальные шаблоны. При производстве детали используется приспособление с ручной затяжкой, что

требует много вспомогательного времени. В проектном варианте в качестве изготовления детали, снижения трудоёмкости необходимо достигнуть путем замены морально устаревшего оборудования новым, современным, усовершенствованным и проектированием оснастки, который предусматривает

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.088.00 ПЗ

Лист

14

минимум ручного труда, что в совокупности позволит высвободить основных и вспомогательных рабочих, улучшить технико-экономические показатели, снизить затраты на изготовление детали.

Обработка детали «Корпус» ведется по единичному технологическому процессу. Заданная точность поверхностей и их шероховатость обеспечиваются обычными методами обработки.

В данном технологическом процессе применяем следующие методы увеличения производительности труда и снижение себестоимости изделия:

а) производим обработку детали на самом современном оборудовании, в результате чего получаем почти готовую деталь;

б) применяем приспособление с пневмоприводом;

в) используем передовые методы обработки и контроля.

Заводской технологический процесс представлен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Заводской технологический процесс

№ опер.	Наименование операции	Наименование и модель оборудования	Тшт.к
50	Заготовительная	–	–
100	Термообработка	Электрическая печь	–
190	Контрольная	Контрольный стол	–
195	Фрезерная	Универсально-фрезерный «679»	7,02
200	Слесарная	Верстак	0,69
205	Фрезерная	Универсально-фрезерный «679»	7,02
210	Слесарная	Верстак	0,69
215	Фрезерная	Универсально-фрезерный «679»	7,02
220	Слесарная	Верстак	0,69
225	Фрезерная	Универсально-фрезерный «679»	7,02
230	Слесарная	Верстак	0,69
235	Фрезерная	Универсально-фрезерный «679»	5,76
237	Слесарная	Верстак	0,69

240	Фрезерная	Универсально-фрезерный «679»	5,76
245	Слесарная	Верстак	0,69
250	Сверлильно-расточная	Обработывающий центр «МС12-250М-2»	49,32
253	Промывка	Моечная машина	–
255	Слесарная	Верстак	3,91
257	Промывка	Моечная машина	–
260	Сверлильно-расточная	Горизонтально-сверлильный «ГЗС12-1»	17,96
265	Промывка	Моечная машина	–
270	Сверлильно-расточная	Обработывающий центр «ГПМ-500»	20,66
275	Промывка	Моечная машина	–
280	Сверлильно-расточная	Обработывающий центр «ГПМ-500»	39,5
285	Промывка	Моечная машина	–
290	Сверлильно-расточная	Обработывающий центр «ГПМ-500»	25,7
293	Промывка	Моечная машина	–
295	Сверлильно-расточная	Обработывающий центр «ГПМ-500»	38,08
300	Токарная	Токарный «1В340-Ф30»	43,56
305	Промывка	Моечная машина	–
310	Токарная	Токарный «1В340-Ф30»	38,73
315	Промывка	Моечная машина	–
340	Сверлильная	Вертикально-сверлильный	8,98
350	Дорезка резьбы	Верстак	18,19

355	Промывка	Моечная машина	–
360	Слесарная	Верстак	10,88
365	Промывка	Моечная машина	–
370	Эжектирование	Верстак	8,63
375	Промывка	Моечная машина	–
380	Контрольная	Контрольный стол	–
			367,84

В базовом технологическом процессе применяется универсальное оборудование. Так как производство серийное, то выгоднее использовать станки с ЧПУ, что позволяет сократить производственные площади и обслуживающий персонал. Станки с ЧПУ легко переналадить на выпуск сходной продукции.

Базовый ТП позволяет с достаточной вероятностью получать качественные детали, отвечающие всем требованиям чертежа. Однако применение ручных операций, таких как малопродуктивная сверловка, доводка увеличивают трудоемкость обработки и затраты на изготовление детали. За счет применения станочных приспособлений с ручным зажимом соответственно увеличивает вспомогательное время.

Базовый технологический процесс в технологическом оснащении устарел и в наше время явно не пригоден.

2.2 Выбор и экономическое обоснование метода получения заготовки

Исходя из формы, размеров обрабатываемой детали и применяемого материала в качестве заготовки можно принять штамповка, ковку.

1. Определяем стоимость заготовки, полученной штамповкой.

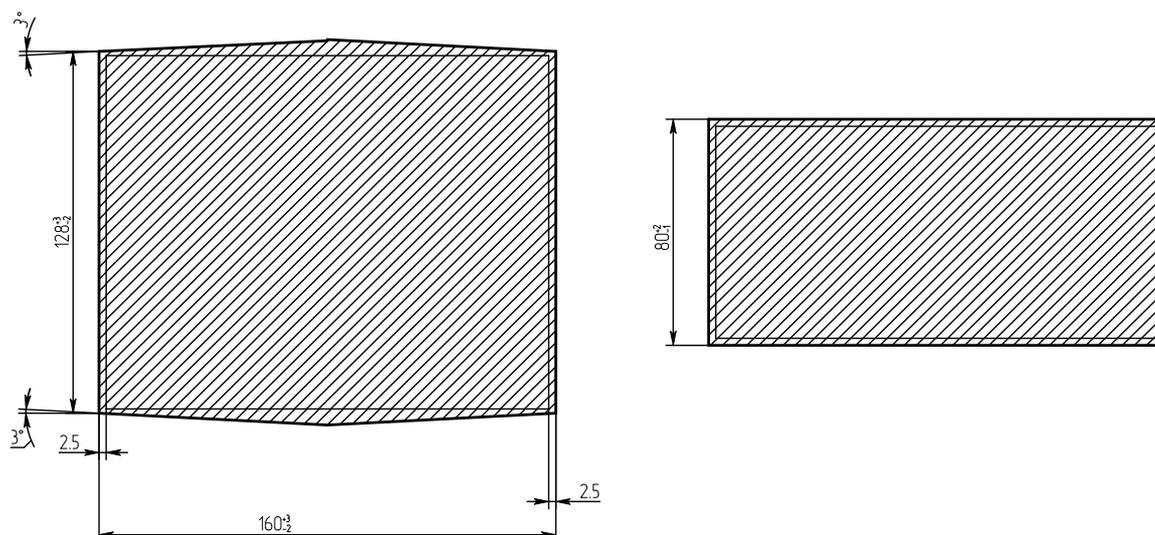


Рисунок 2.2- Заготовка, полученная штамповкой

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{C_i}{1000} * Q * K_T * K_c * K_v * K_m * K_p \right) - (Q - q) \frac{S_{\text{омх}}}{1000}, \text{ руб.} \quad (2.1)$$

где C_i – базовая стоимость 1т. заготовок, руб.,

K_T, K_c, K_v, K_m, K_p – коэффициенты, зависящие от класса точности, группы сложности, массы, марки материала и объема производства.

$$C_i = 210000$$

$$K_T = 1; K_m = 2,4; K_c = 0,97; K_v = 1,01; K_p = 1$$

$$Q = V \cdot \rho, \text{ кг.}, \quad (2.2)$$

$$Q = 1,69 \cdot 2,8 = 4,73 \text{ кг.}$$

$$S_{\text{заг}} = (210 \cdot 4,73 \cdot 1 \cdot 0,97 \cdot 1,01 \cdot 2,4 \cdot 1) - (4,73 - 3,5) \cdot 15 = 2302,2 \text{ руб.}$$

2. Определяем стоимость заготовки, полученной ковкой.

$$K_T = 1; K_m = 1,98; K_c = 0,9; K_v = 0,9; K_p = 1$$

$$Q = 1,62 \cdot 2,8 = 4,5 \text{ кг}$$

$$S_{\text{заг}} = (210 \cdot 4,5 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,98 \cdot 1) - (4,5 - 3,5) \cdot 15 = 1501 \text{ руб.}$$

Вывод: В качестве заготовки, согласно расчетам, целесообразно принять поковку.

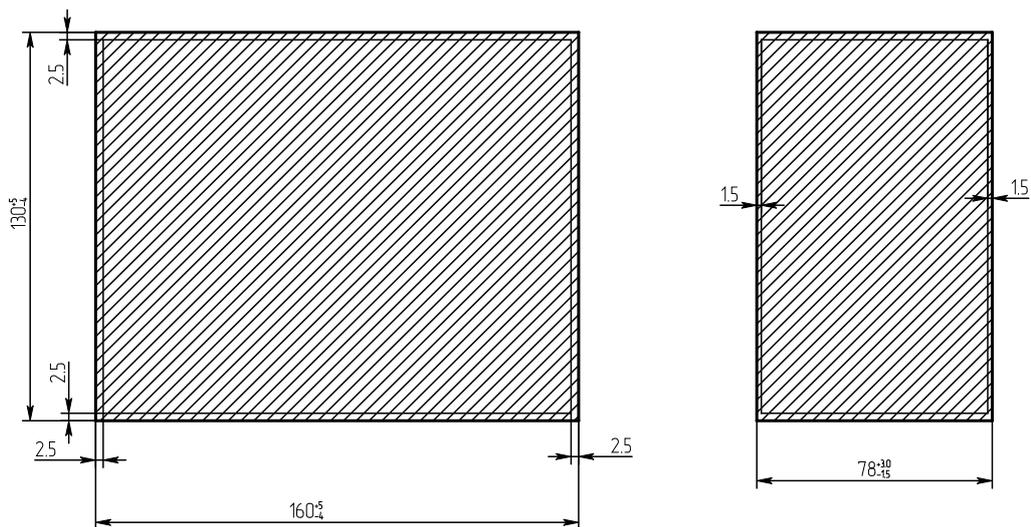


Рисунок 2.3 - Заготовка, полученная ковкой

2.3 Выбор и обоснование выбора технологических баз.

Обоснование выбора технологических баз выполняю по рисунку 2.4

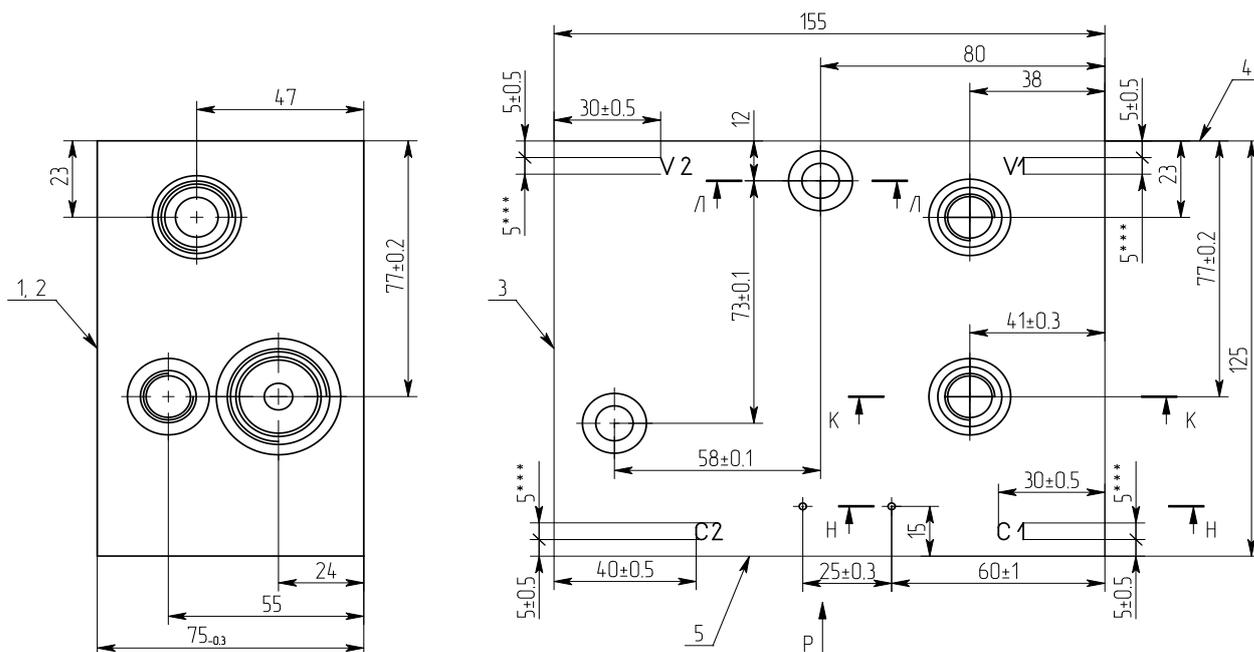


Рисунок 2.4 - Эскиз детали

За черновую базу следует принять пов. 1 так как:

1) эта поверхность обеспечивает устойчивое положение заготовки при обработке:

2) на черновой базе пов. 1 можно обработать поверхность, которая будет являться основной чистой базой;

3) черновая база пов. 1 принимается только 1 раз на первой операции.

За чистовые базы следует принять пов. 2, 3, 4 и 5 т.к. чередование этих баз позволяет:

1. Обеспечить технические требования чертежа по взаимному расположению поверхностей.

2. В данном случае технологические базы совпадают с конструкторской и измерительной, т.е. соблюдается принцип “совмещения баз”.

3. Чередование одних и тех же баз позволяет частично обеспечить принцип постоянства баз.

4. Чистовая база пов. 10 позволяет обеспечить простую и надежную конструкцию приспособлений.

5. Чистовые базы обеспечивают точное расположение поверхностей без дополнительной выверки.

2.5 Выбор метода обработки и определение количества необходимых переходов.

В качестве примера для расчёта необходимого количества переходов выберем поверхность $75_{-0,3}$; $Ra=12,5$, в соответствии с рисунком 1.5, и определим способы обработки данной поверхности.

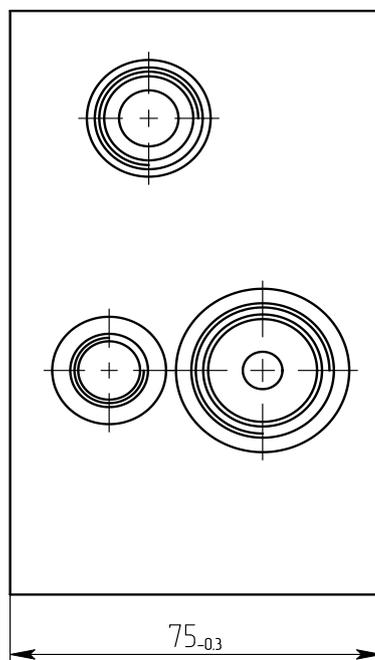


Рисунок 2.5 - Эскиз детали

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

Заготовка – поковка в открытом штампе. Размер заготовки $77,5 \pm 0,3$, $Ra=25$

Принимаем: $T_{заг} = 0,6$, $Ra_{заг} = 25$ мкм.

Определяем требуемую величину уточнения, которую необходимо обеспечить при обработке данной поверхности. Для диаметра, [5]:

$$\epsilon_{диам} = \frac{T_{заг}}{T_{дет}} = \frac{0,6}{0,3} = 2 \quad (2.3)$$

Для шероховатости, [5]:

$$\epsilon_{шерох} = \frac{Ra_{заг}}{Ra_{дет}} = \frac{25}{12,5} = 2 \quad (2.4)$$

Т.к. уточнение по диаметру численно равно уточнению по диаметру, то количество переходов будем определять по допустимой точности при обработке.

Первая операция черновое фрезерование. Припуск на фрезерование 1,5 мм.

Определим допуск на черновое фрезерование [5]:

$$T_{черн.фрез} = \frac{1,5}{2 \dots 4} = 0,75 \dots 0,375 \quad (2.5)$$

Принимаем $T_{черн.фрез} = 0,5$ мм.

Второй переход – получистовое фрезерование

$T_{получ.фрез} = 0,3$ мм.

$$\epsilon_{черн.фрез} = \frac{0,6}{0,5} = 1,2 \quad (2.6)$$

$$\epsilon_{получ.фрез} = \frac{0,5}{0,3} = 1,67 \quad (2.7)$$

Проверка:

$$\epsilon = \epsilon_{черн.фрез} \cdot \epsilon_{получ.фрез} = 1,2 \cdot 1,67 = 2,004 \approx 2 \quad (2.8)$$

Следовательно методов обработки достаточно.

Таким образом для обработки поверхности $75_{-0,3}$, $Ra=12,5$ необходимы следующие переходы:

1) Черновое фрезерование $76_{-0,5}$; $Ra=12,5$

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

2) Получистовое фрезерование $75_{-0,3}$; $Ra=12,5$

Способы обработки остальных поверхностей выбираем по рекомендациям режущего инструмента.

Обработка $155\pm 0,5$ осуществляется следующим образом:

1) Фрезерование в размер $155\pm 0,5$; $Ra=12,5$.

Обработка $125\pm 0,5$ осуществляется следующим образом:

1) Фрезерование в размер $125\pm 0,5$; $Ra=12,5$.

Обработка $\varnothing 1,9H11$ осуществляется следующим образом:

1) Сверление $\varnothing 1,8H12$; $Ra=12,5$;

2) Развертывание $\varnothing 1,9H11$; $Ra=6,3$.

Обработка $\varnothing 10,5H13$ осуществляется следующим образом:

1) Сверление $\varnothing 10,5H13$; $Ra=12,5$.

Обработка $\varnothing 18H9$ осуществляется следующим образом:

1) Сверление $\varnothing 10,5H13$; $Ra=12,5$;

2) Зенкерование $\varnothing 16,5H11$; $Ra=6,3$;

3) Растачивание $\varnothing 18H9$; $Ra=3,2$.

Обработка $M14 \times 1,5-6H$ осуществляется следующим образом:

1) Сверление $\varnothing 12H13$; $Ra=12,5$;

2) Зенкерование $\varnothing 12,43H13$; $Ra=6,3$;

3) Нарезание резьбы $M14 \times 1,5-6H$; $Ra=3,2$.

Обработка $\varnothing 14,5H10$ осуществляется следующим образом:

1) Растачивание $\varnothing 14,5H10$; $Ra=1,6$.

Обработка $\varnothing 15,8H14$ осуществляется следующим образом:

1) Зенкерование $\varnothing 15,8H14$; $Ra=6,3$.

Обработка $\varnothing 23H13$ осуществляется следующим образом:

1) Фрезерование $\varnothing 23H13$; $Ra=3,2$.

Обработка $\varnothing 8H13$ осуществляется следующим образом:

1) Сверление $\varnothing 8H13$; $Ra=12,5$.

Обработка $\varnothing 30H9$ осуществляется следующим образом:

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

- 1) Сверление Ø21,5Н13; Ra=6,3;
- 2) Зенкерование Ø22,34Н11; Ra=6,3;
- 3) Фрезерование Ø29,5Н10; Ra=3,2;
- 4) Растачивание Ø30Н9; Ra=1,6.

Обработка Ø32Н9 осуществляется следующим образом:

- 1) Фрезерование Ø31,5Н10; Ra=3,2;
- 2) Растачивание Ø32Н9; Ra=1,6.

Обработка Ø49Н13 осуществляется следующим образом:

- 1) Растачивание Ø49Н13; Ra=3,2.

Обработка М36х2-6Н осуществляется следующим образом:

- 1) Фрезерование Ø33,5Н13; Ra=6,3;
- 2) Растачивание Ø33,9Н12; Ra=3,2;
- 3) Нарезание резьбы М36х2-6Н; Ra=3,2.

Обработка Ø36,5Н9 осуществляется следующим образом:

- 1) Растачивание Ø36,5Н9; Ra=1,6.

Обработка Ø38,3Н12 осуществляется следующим образом:

- 1) Фрезерование Ø38,3Н12; Ra=3,2.

Обработка Ø40Н13 осуществляется следующим образом:

- 1) Растачивание Ø40Н13; Ra=3,2.

Обработка М27х2-6Н осуществляется следующим образом:

- 1) Зенкерование Ø24Н13; Ra=6,3;
- 2) Растачивание Ø24,9Н12; Ra=3,2;
- 3) Нарезание резьбы М27х2-6Н; Ra=3,2.

Обработка М6-6Н осуществляется следующим образом:

- 1) Сверление Ø4,2Н14; Ra=6,3;
- 2) Зенкерование Ø4,65Н13; Ra=3,2;
- 3) Нарезание резьбы М6-6Н; Ra=3,2.

Обработка Ø14Н13 осуществляется следующим образом:

- 1) Сверление Ø14Н13; Ra=3,2.

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

Обработка Ø35H13 осуществляется следующим образом:

1) Фрезерование Ø35H13; Ra=6,3.

Обработка Ø22H9 осуществляется следующим образом:

1) Зенкерование Ø20H12; Ra=6,3;

2) Фрезерование Ø21,5H10; Ra=3,2;

3) Растачивание Ø22H9; Ra=1,6.

Обработка Ø24H9 осуществляется следующим образом:

1) Фрезерование Ø23,5H10; Ra=3,2;

2) Растачивание Ø24H9; Ra=1,6.

Обработка M27x1,5-6H осуществляется следующим образом:

1) Фрезерование Ø25H13; Ra=6,3;

2) Растачивание Ø25,43H12; Ra=3,2;

3) Нарезание резьбы M27x1,5-6H; Ra=3,2.

Обработка Ø24H9 осуществляется следующим образом:

1) Фрезерование Ø23,5H10; Ra=3,2;

2) Растачивание Ø24H9; Ra=1,6.

Обработка Ø28,8H12 осуществляется следующим образом:

1) Зенкерование Ø28,8H12; Ra=3,2.

Обработка Ø12H13 осуществляется следующим образом:

1) Сверление Ø12H13; Ra=6,3.

Обработка Ø15,5±0,5 осуществляется следующим образом:

1) Сверление Ø15,5±0,5; Ra=12,5.

Обработка Ø25H13 осуществляется следующим образом:

1) Фрезерование Ø25H13; Ra=6,3.

Обработка M20x1,5-6H осуществляется следующим образом:

1) Зенкерование Ø17,5H14; Ra=12,5;

2) Растачивание предварительное Ø18H13; Ra=6,3;

3) Растачивание окончательное Ø18,43H12; Ra=3,2;

4) Нарезание резьбы M20x1,5-6H; Ra=3,2.

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

Обработка Ø21,8H14 осуществляется следующим образом:

1) Зенкерование Ø21,8H14; Ra=3,2.

Обработка Ø20,5H9 осуществляется следующим образом:

1) Растачивание Ø20,5H9; Ra=1,6.

2.4 Проектирование операций

Исходя из выбранного в пункте 2.5 количества переходов по чертежу детали, формируем операции номера которых и количество переходов в них приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Номера операций и количество переходов

Но мер опер ации	Содержание операции	Оборудование
00	Заготовительная	
05	Термообработка	Электрическая Печь
10	Фрезерная 1) Фрезеровка поверхности 77,5±0,3	Универсально- фрезерный «679»
15	Слесарная	Верстак
20	Фрезерная 1) Фрезеровка поверхности 127,5±0,3	Универсально- фрезерный «679»
25	Слесарная	Верстак
30	Фрезерная 1) Фрезеровка поверхности 76 _{-0,1}	Универсально- фрезерный «679»
35	Слесарная	Верстак
40	Фрезерная 1) Фрезеровка поверхности 125 _{-0,1}	Универсально- фрезерный «679»
45	Слесарная	Верстак

Продолжение таблицы 2.4

50	Фрезерная	Универсально- фрезерный «679»
----	-----------	----------------------------------

	1) Фрезеровка поверхности 157,5±0.3	
55	Слесарная	Верстак
60	Фрезерная 1) Фрезеровка поверхности 155 _{-0,1}	Универсально-фрезерный «679»
65	Слесарная	Верстак
70	Сверлильно-расточная 1) Фрезеровка поверхности 75 _{-0,2} 2) Центровка 6 отверстий 3) Сверление 2 отверстий Ø10,5 и 2 отверстий Ø12,5 4) Зенкерование 2 отверстий Ø12,5Н12 5) Фрезеровка отверстия Ø23Н13 6) Расточка отверстия Ø14,5Н9 и фаски 45° 7) Зенкерование фаски Ø15,8Н14 и радиуса R0,5 8) Нарезание 2-х резьб М14х1,5-6Н 9) Зенкерование 2 отверстий Ø18 10) Расточка 2 отверстий Ø18Н9 11) Сверление 2 отверстий Ø1,9 12) Развертывание 2 отверстий Ø1,9Н11 13) Фрезеровка букв и цифр	Обрабатывающий центр «МС12-250М-2»
75	Промывка	Моечная машина
80	Слесарная	Верстак
85	Промывка	Моечная машина

продолжение таблицы 2.7

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

90	Сверлильная 1) Сверление 2 отверстий Ø12Н13 2) Сверление отверстия Ø12Н13	Горизонтально-сверлильный «ГС3-12-1»
95	Промывка	Моечная машина
100	Сверлильно-фрезерно-расточная 1) Центровка отверстия Ø30 2) Сверление отверстия Ø30 3) Сверление отверстия Ø8Н13 4) Зенкерование отверстия Ø30 5) Фрезеровка отверстий М36х2-6Н, Ø32, Ø30, Ø36,5 предварительно 6) Расточка Ø49Н13 7) Расточка Ø30Н9 окончательно 8) Расточка Ø32Н9 окончательно 9) Расточка М36х2-6Н окончательно 10) Расточка Ø36,5Н9 окончательно 11) Фрезеровка фаски Ø38,3Н12 12) Фрезеровка резьбы М36х2-6Н 13) Центровка 2 отверстий М27х2-6Н 14) Сверление отверстия Ø14Н13 15) Расточка 2 отверстий Ø40Н13 16) Сверление 2 отверстий М6х1-6Н 17) Зенкерование 2 отверстий М6х1-6Н 18) Расточка 2 отверстий М27х2-6Н 19) Зенкерование фаски 45° 21) Фрезеровка 2 резьб М27х2-6Н	Обрабатывающий центр «MAZAK NEXUS 5000-II»

Продолжение таблицы 2.4

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

100	<p>22) Центровка отверстий M27x1,5-6H; M14x1,5-6H</p> <p>23) Зенкерование отверстия Ø22 предварительно</p> <p>24) Фрезеровка отверстий M27x1,5-6H; Ø24; Ø22; Ø27,5 предварительно</p> <p>25) Фрезеровка отверстия Ø35H13</p> <p>26) Расточка отверстия Ø22H9 окончательно</p> <p>27) Расточка отверстия Ø24H9 окончательно</p> <p>28) Расточка отверстия M27x1,5-6H окончательно</p> <p>29) Расточка отверстия Ø27,5H11 окончательно</p> <p>30) Фрезеровка фаски Ø28,8H13</p> <p>31) Фрезеровка резьбы M27x1,5-6H</p> <p>32) Сверление 3 отверстий M14x1,5-6H</p> <p>33) Расточка 3 отверстий Ø23H13</p> <p>34) Зенкерование 3 отверстий M14x1,5-6H</p> <p>35) Расточка 3 отверстий Ø14,5H10</p> <p>36) Зенкерование 3 фасок Ø15,8H14</p> <p>37) Фрезеровка 3 резьб M14x1,5-6H</p> <p>38) Сверление отверстия Ø12H13</p> <p>39) Фрезеровка отверстия Ø25H13</p> <p>40) Зенкерование отверстия M20x1,5-6H предварительно</p> <p>41) Расточка отверстия M20x1,5-6H предварительно</p> <p>42) Расточка отверстия M20x1,5-6H и</p>	<p>Обрабатывающ ий центр</p> <p>«MAZAK NEXUS 5000-II»</p>
	<p>Продолжение таблицы 2.4</p>	
	<p>43) Расточка отверстия Ø20,5H9</p>	

	<p>44) Зенкерование фаски Ø21,8Н13</p> <p>45) Фрезеровка резьбы М20х1,5-6Н</p> <p>46) Зенкерование 2 отверстий М27х2-6Н предварительно</p> <p>47) Фрезеровка 2 отверстий Ø40Н13</p> <p>48) Фрезеровка 2 отверстий М27х2-6Н предварительно</p> <p>49) Зенкерование 2 фасок 45°</p> <p>50) Фрезеровка 2 резьб М27х2-6Н</p>	
105	Промывка	Моечная машина
110	<p>Сверлильная</p> <p>1) Зенкерование торца</p> <p>2) Сверление отверстия Ø8Н13</p>	Вертикально-сверлильный «2Н125»
115	<p>Слесарная</p> <p>1) Дорезать 3 резьбы М27х2-6Н</p> <p>2) Дорезать 2 резьбы М6х1-6Н</p> <p>3) Дорезать резьбу М36х2-6Н</p> <p>4) Дорезать резьбу М20х1,5-6Н</p> <p>5) Дорезать 3 резьбы М14х1,5-6Н</p> <p>6) Дорезать резьбу М27х1,5-6Н</p>	Верстак
120	Промывка	Моечная машина
125	Слесарная	Верстак
130	Промывка	Моечная машина
125	Слесарная	Верстак
130	Промывка	Моечная машина
135	Контрольная	Контрольный стол

2.7 Размерный анализ технологического процесса

Преобразование и кодирование чертежа.

Схемы линейных проекций показаны на рисунках 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10, 2.11, 2.12, 2.13, 2.14, 2.15.

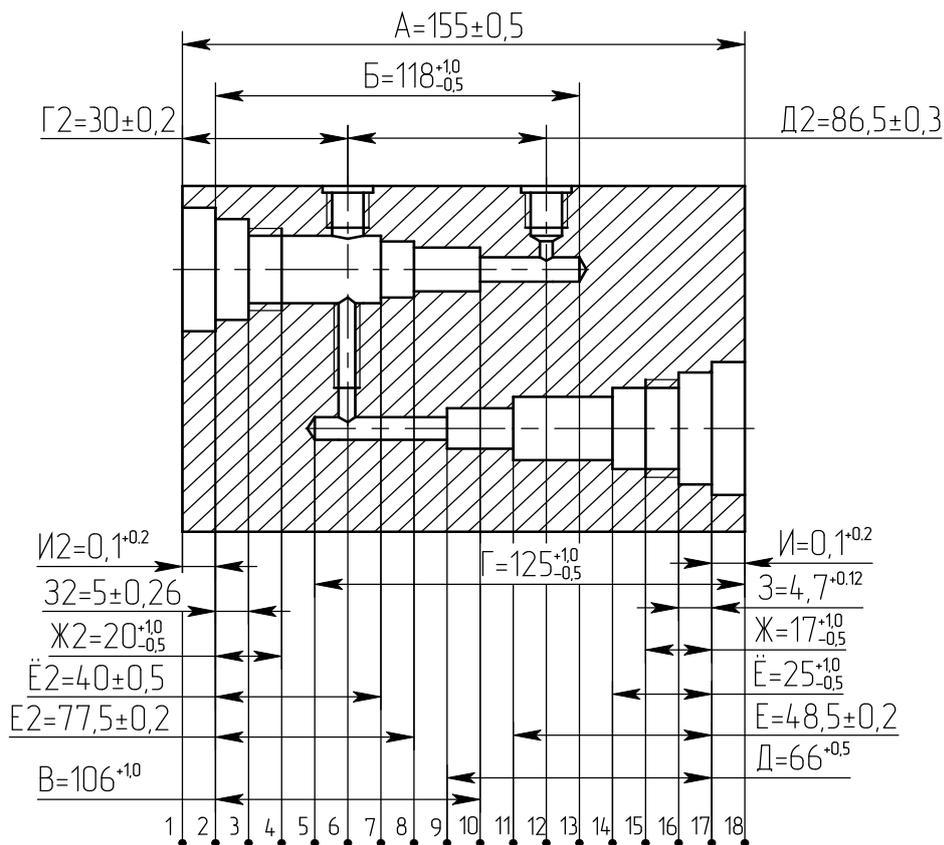


Рисунок 2.6 – Линейные размеры (разрез А-А)

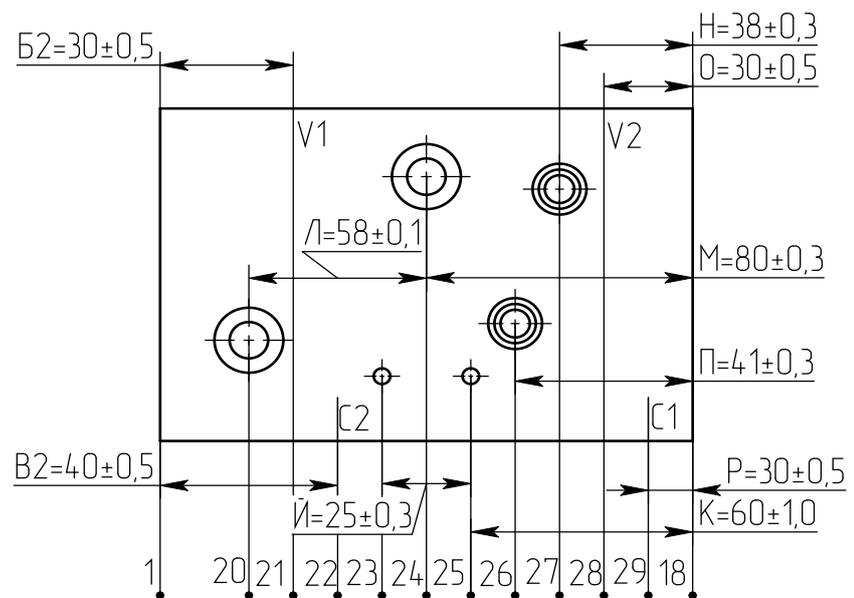


Рисунок 2.7 - Линейные размеры (главный вид)

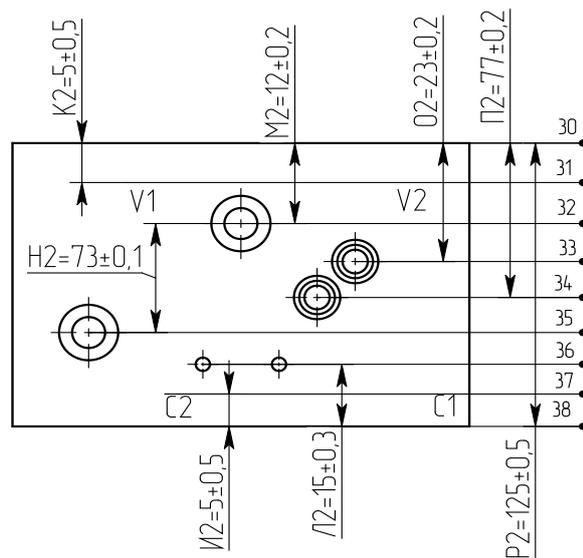


Рисунок 2.8 - Линейные размеры (главный вид)

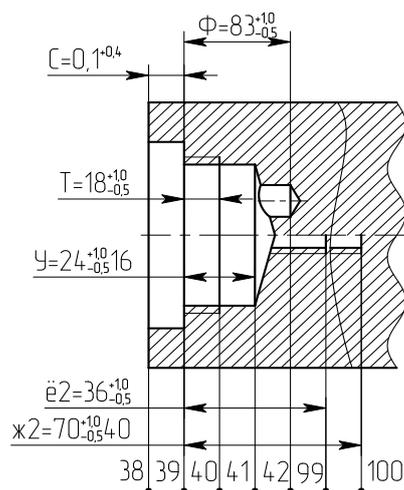


Рисунок 2.9 - Линейные размеры (разрез В-В)

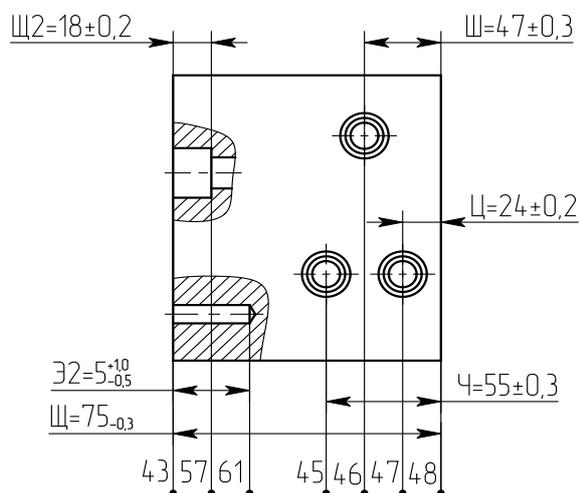


Рисунок 2.10 - Линейные размеры (вид справа)

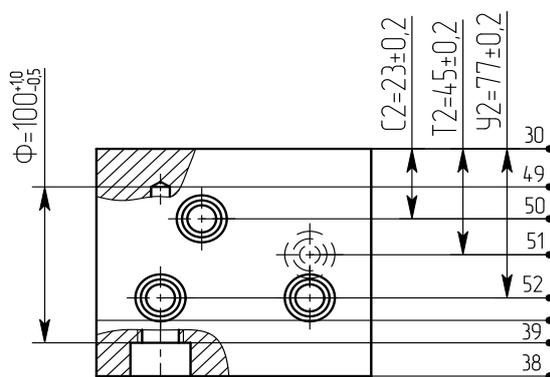


Рисунок 2.11 - Линейные размеры (вид справа)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.088.00 ПЗ

Лист

32

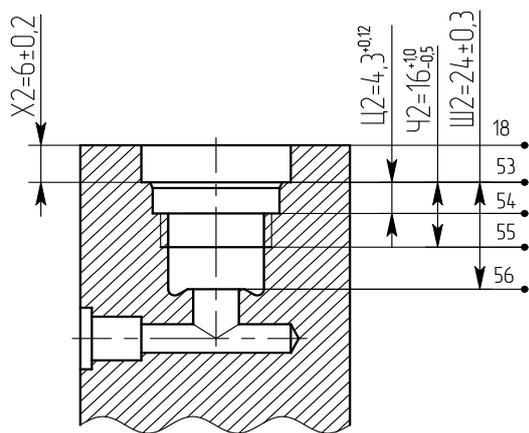


Рисунок 2.12 - Линейные размеры (разрез Б-Б)

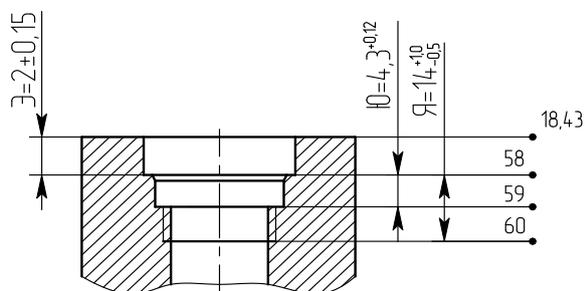


Рисунок 2.13 - Линейные размеры (вид Ж)

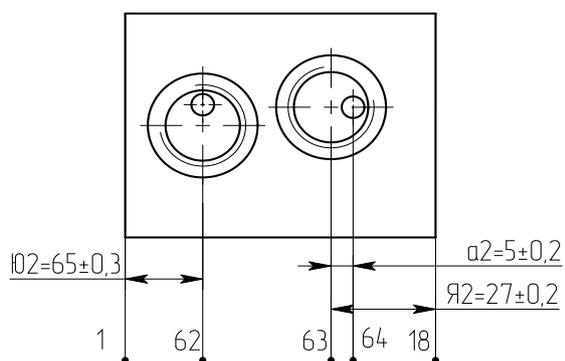


Рисунок 2.14 - Линейные размеры (вид Р)

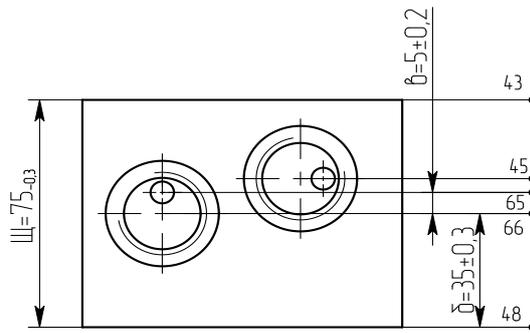


Рисунок 2.15 - Линейные размеры (вид Р)

Схемы диаметральных проекций показаны на рисунках 2.16, 2.17, 2.18, 2.19, 2.20, 2.21.

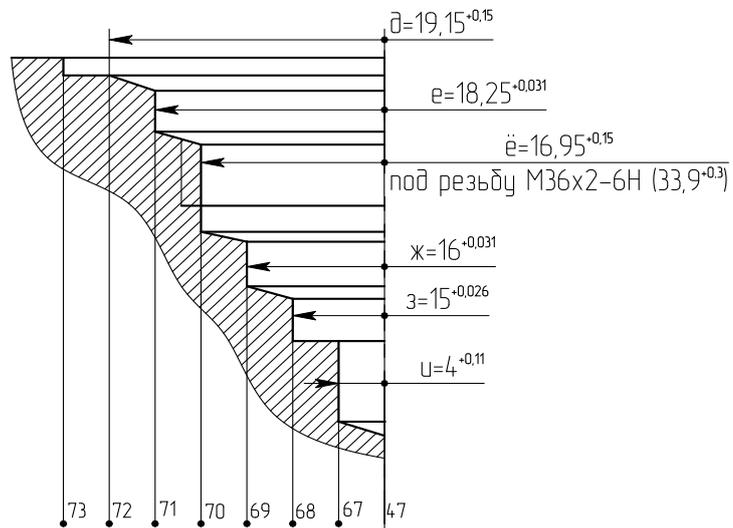


Рисунок 2.16 – Диаметральные размеры (разрез Е-Е)

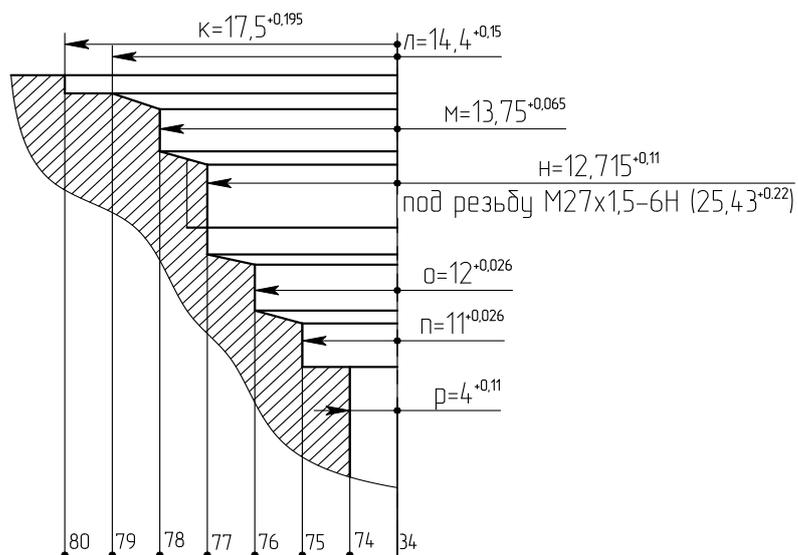


Рисунок 2.17 – Диаметральные размеры (разрез К-К)

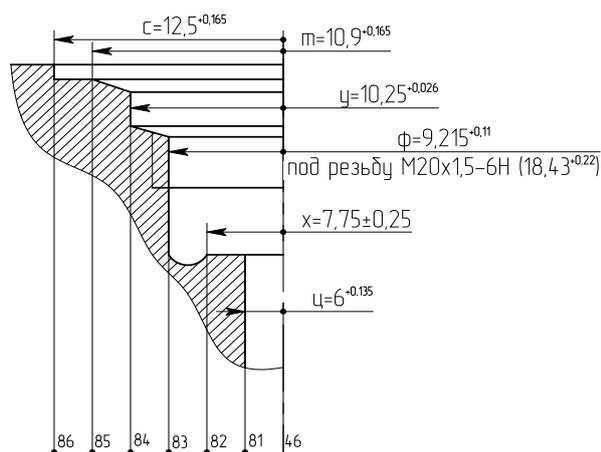


Рисунок 2.18 – Диаметральные размеры (разрез Б-Б)

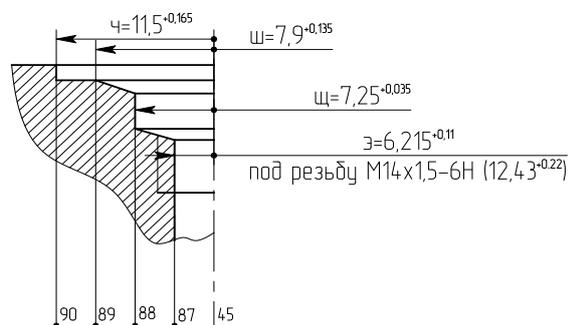


Рисунок 2.19 – Диаметральные размеры (вид Ж)

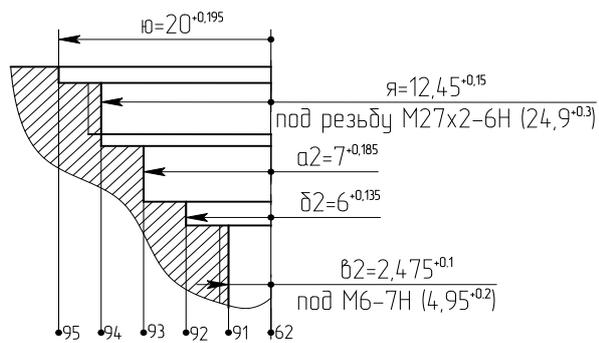


Рисунок 2.20 – Диаметральные размеры
(отверстие М27х2-6 в разрезах В-В, А-А, Г-Г)

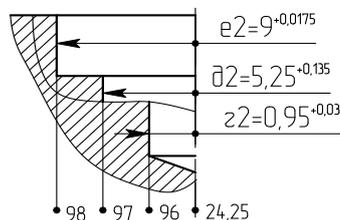
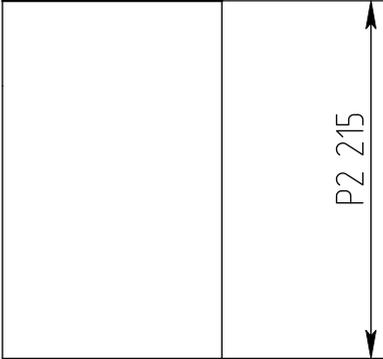


Рисунок 2.21 – Диаметральные размеры
(отверстия под винты и штифты)

Маршрут обработки детали показан в таблице 2.6

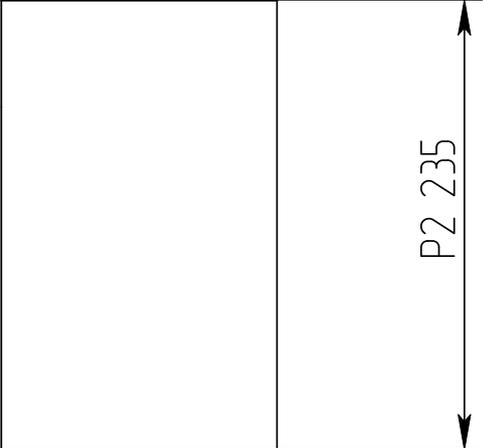
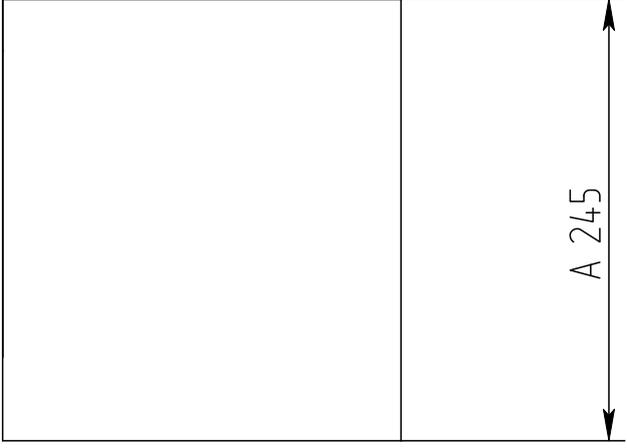
Таблица 2.6 – маршрут обработки детали

10 фрезерная		ТЩ ₂₀₅ =0,6
20 фрезерная		ТР2 ₂₁₅ =0,6

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

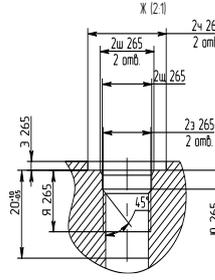
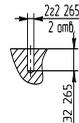
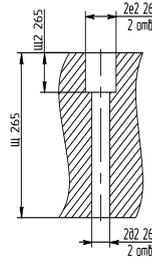
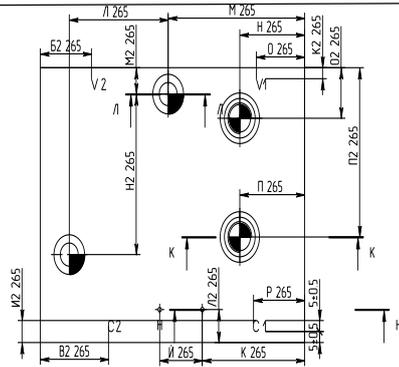
15.03.05.2018.088.00 ПЗ

Продолжение таблицы 2.6

<p>30 фрезерная</p>		<p>ТЩ₂=0,3</p>
<p>40 фрезерная</p>		<p>ТР₂₃₅=0,1</p>
<p>50 фрезерная</p>		<p>ТА₂₄₅ =0,6</p>

Продолжение таблицы 2.6

70
Сверльно-расточная



- ТВ2₂₆₅=1,0
- ТЙ2₂₆₅=0,6
- ТК₂₆₅=2,0
- ТР₂₆₅=1,0
- ТП₂₆₅=0,6
- ТМ₂₆₅=0,1
- ТЛ₂₆₅=0,1
- ТН₂₆₅=0,6
- ТО₂₆₅=1,0
- ТП2₂₆₅=0,4
- ТК2₂₆₅=1,0
- ТМ2₂₆₅=0,4
- ТН2₂₆₅=0,2
- ТЛ2₂₆₅=0,6
- ТИ2₂₆₅=1,0
- ТЩ₂₆₅=0,2
- Те₂₂₆₅₋₂=0,017
- Те₂₂₆₅₋₁=0,055
- Тг₂₂₆₅₋₂=0,03
- Тг₂₂₆₅₋₁=0,05
- Тд₂₆₅=0,135
- Тч₂₆₅=0,165
- Тш₂₆₅=0,135
- Тщ₂₆₅=0,035
- Тэ₂₆₅=0,11
- Тш2₂₆₅=0,6
- Тч2₂₆₅=1,5
- Тц₂₆₅=0,12
- ТХ2₂₆₅=0,4

Продолжение таблицы 2.6

<p>90 Сверлильная</p>		<p>Тр₂₇₅=0,11 ТГ₂₇₅=1,5 Тё₂₇₅=0,2 Тж₂₇₅=0,1 Ти₂₇₅=0,3 Тз₂₇₅=0,1 ТЦ₂₇₅=0,4 ТУ₂₇₅=0,4</p>
---------------------------	--	---

Продолжение таблицы 2.6

<p>100 Сверлильно-расточная</p>		<p>Тп₂₈₀=0,1 Тй₂₈₀=0,1 То₂₈₀=0,1 Тн₂₈₀=0,1 Тк₂₈₀=0,1 Тм₂₈₀=0,1 Тс₂₈₀=0,4 Тж₂₈₀=1,5 Тё₂₈₀=1,5 ТФ₂₈₀=1,5 ТУ₂₈₀=1,5 ТТ₂₈₀=1,5 Тс₂₈₀=0,4 ТШ₂₈₀=0,6 ТЧ₂₈₀=1,5 ТЦ₂₈₀=0,12 ТХ₂₈₀=0,4 Тс₂₈₀=0,1 Тг₂₈₀=0,1 Тф₂₈₀=0,1 Тп₂₈₀=0,1 ТГ₂₈₀=0,195 Тд₂₈₀=0,15 Те₂₈₀₋₂=0,031</p>
-------------------------------------	--	--

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

15.03.05.2018.088.00 ПЗ

Лист

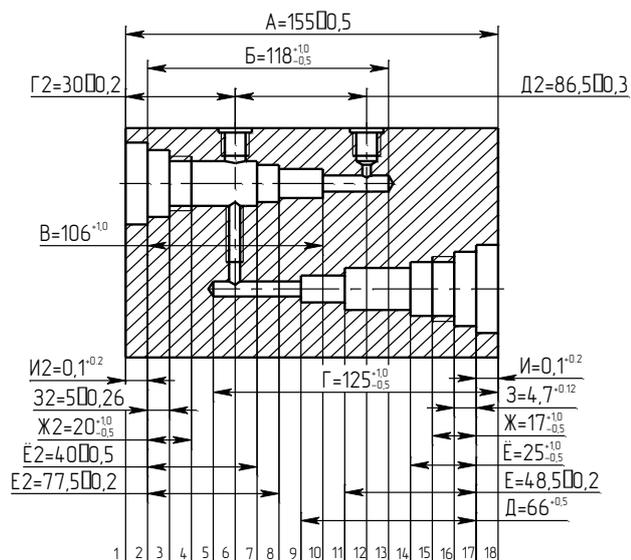
39

Продолжение таблицы 2.6

$T_{\text{ё}280-2}=0,15$
 $T_{\text{ж}280-2}=0,031$
 $T_{3280-4}=0,026$
 $T_{3280-3}=0,042$
 $T_{3280-2}=0,065$
 $T_{3280-1}=0,165$
 $T_{\text{ё}280-1}=0,195$
 $T_{\text{ж}280-1}=0,05$
 $T_{\text{и}280}=0,11$
 $T_{\text{к}110}=0,195$
 $T_{\text{л}110}=0,15$
 $T_{\text{м}110-2}=0,065$
 $T_{\text{о}110-2}=0,026$
 $T_{\text{п}110-3}=0,026$
 $T_{\text{п}110-2}=0,042$
 $T_{\text{п}110-1}=0,105$
 $T_{\text{н}110-1}=0,165$
 $T_{\text{о}110-1}=0,042$
 $T_{\text{м}110-1}=0,105$
 $T_{\text{с}280}=0,165$
 $T_{\text{т}280}=0,165$
 $T_{\text{у}280}=0,026$
 $T_{\text{х}280}=0,5$
 $T_{\text{ф}280-2}=0,1$
 $T_{\text{ф}280-1}=0,135$
 $T_{\text{ц}280}=0,135$
 $T_{\text{ч}280}=0,165$
 $T_{\text{ш}280}=0,135$
 $T_{\text{щ}280}=0,035$
 $T_{\text{э}280}=0,11$
 $T_{\text{ю}280}=0,195$
 $T_{\text{я}280-2}=0,15$

		$T_{я280-1}=0,165$ $T_{a280}=0,185$ $T_{б280}=0,135$ $T_{в280-2}=0,1$ $T_{в280-1}=0,15$ $T_{г280}=0,4$ $T_{з280}=0,52$ $T_{д280}=0,6$
Продолжение таблицы 2.6		
		$T_{ж280}=1,5$ $T_{ё280}=1,0$ $T_{е280}=0,4$ $T_{з280}=0,12$ $T_{ж280}=1,5$ $T_{ё280}=1,5$ $T_{е280}=0,4$ $T_{д280}=0,5$ $T_{и280}=0,2$ $T_{и280}=0,2$

Схемы линейных размеров показаны на рисунках 2.22, 2.23, 2.24, 2.25, 2.26, 2.27, 2.28, 2.29, 2.30, 2.31.



№ опер	Z	TAi		Урабнения	Размеры
280 Сферильно-расп.чя		TΓ ²⁸⁰ =0,4 TЗ ²⁸⁰ =0,52 TД ²⁸⁰ =0,6 TЖ ²⁸⁰ =1,5 TE ²⁸⁰ =1,0 TE ²⁸⁰ =0,4 TЗ ²⁸⁰ =0,12 TЖ ²⁸⁰ =1,5 TE ²⁸⁰ =1,5 TE ²⁸⁰ =0,4 TД ²⁸⁰ =0,5 TI ²⁸⁰ =0,2 TI ²⁸⁰ =0,2			
275 Сферильн-расп.		TΓ ²⁷⁵ =1,5			
255 Фрезерная	$[z_{18}^{255}] = 2,15$ $[z_{18}^{255}] = 2,70$	TA ²⁵⁵ =0,1		$[z_{18}^{255}] = A^{245} - A^{255}$	A ²⁴⁵ =157,5±0,3
245 Фрезерная	$[z_{18}^{245}] = 3,2$ $[z_{18}^{245}] = 3,5$	TA ²⁴⁵ =0,6		$[z_1^{245}] = A^{050} - A^{245}$	A ⁰⁵⁰ =160±0,5
050 Зазолот		TA ⁰⁵⁰ =1,0			

Рисунок 2.22 – Схема линейных размеров (разрез А-А)

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

15.03.05.2018.088.00 ПЗ

Лист

42

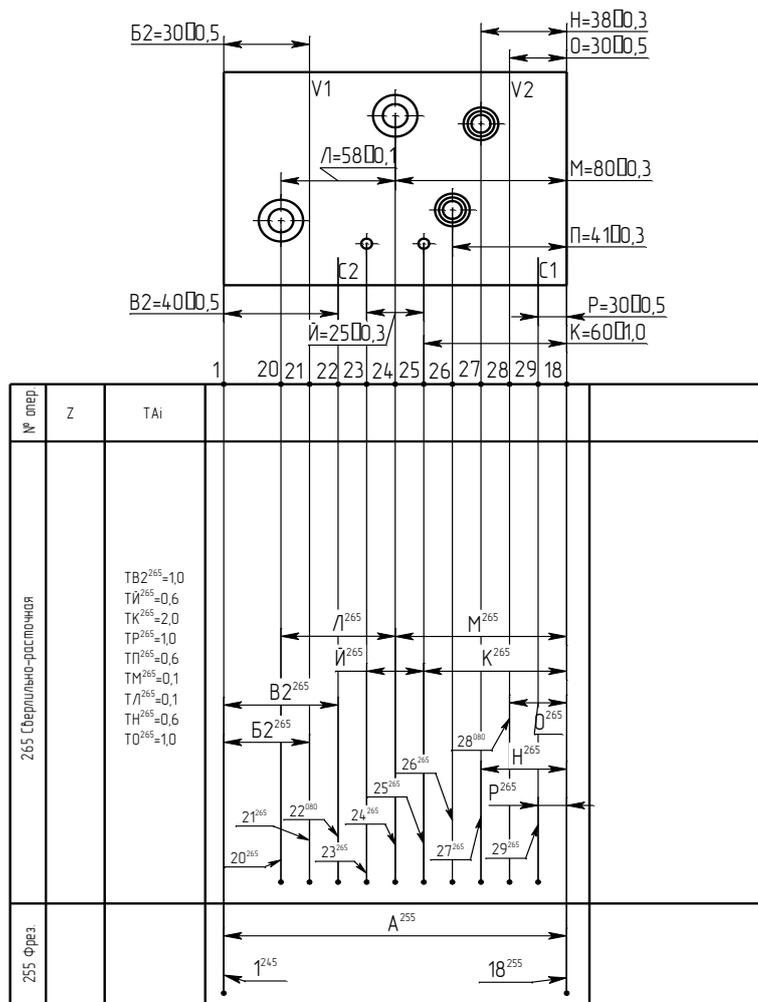


Рисунок 2.23 - Схема линейных размеров (главный вид)

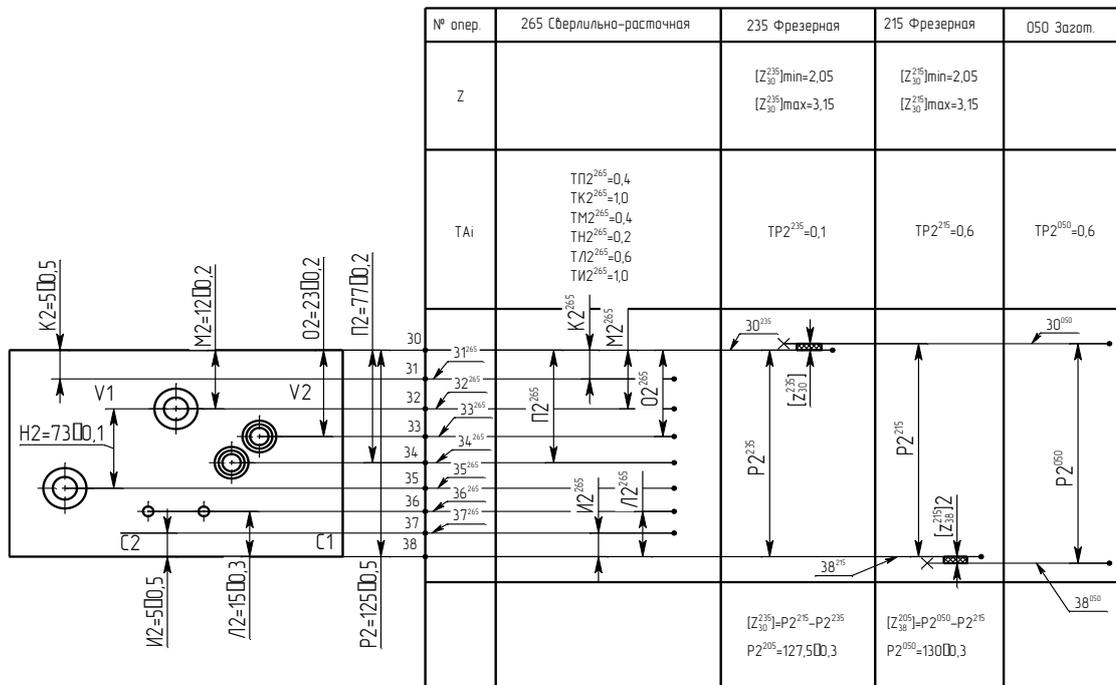


Рисунок 2.24 - Схема линейных размеров (главный вид)

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

15.03.05.2018.088.00 ПЗ

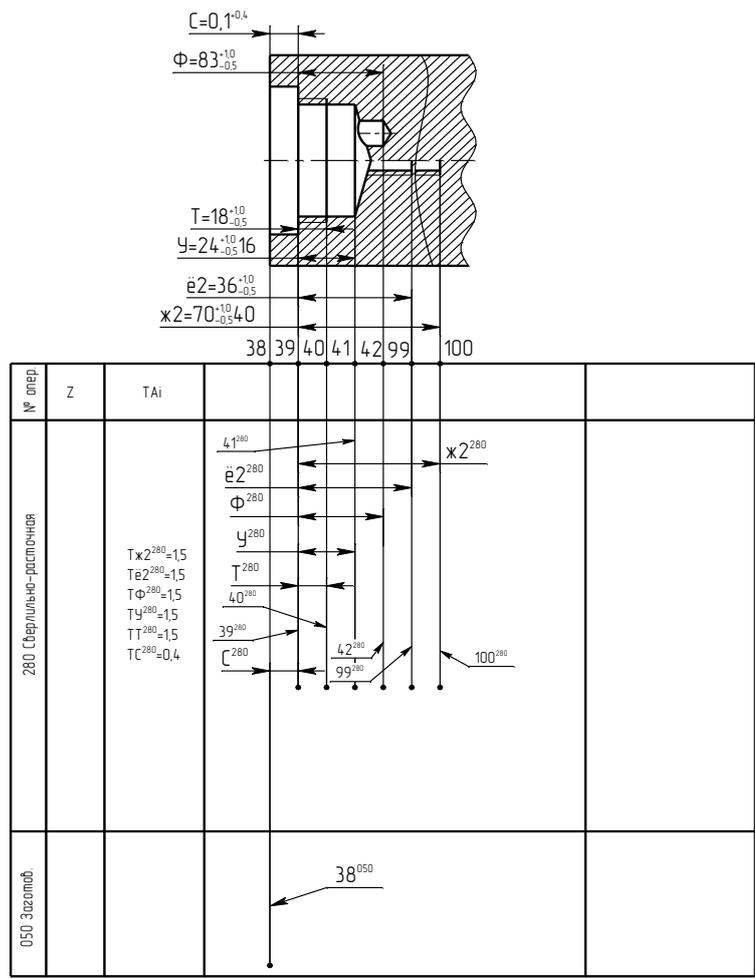


Рисунок 2.25 - Схема линейных размеров (разрез В-В)

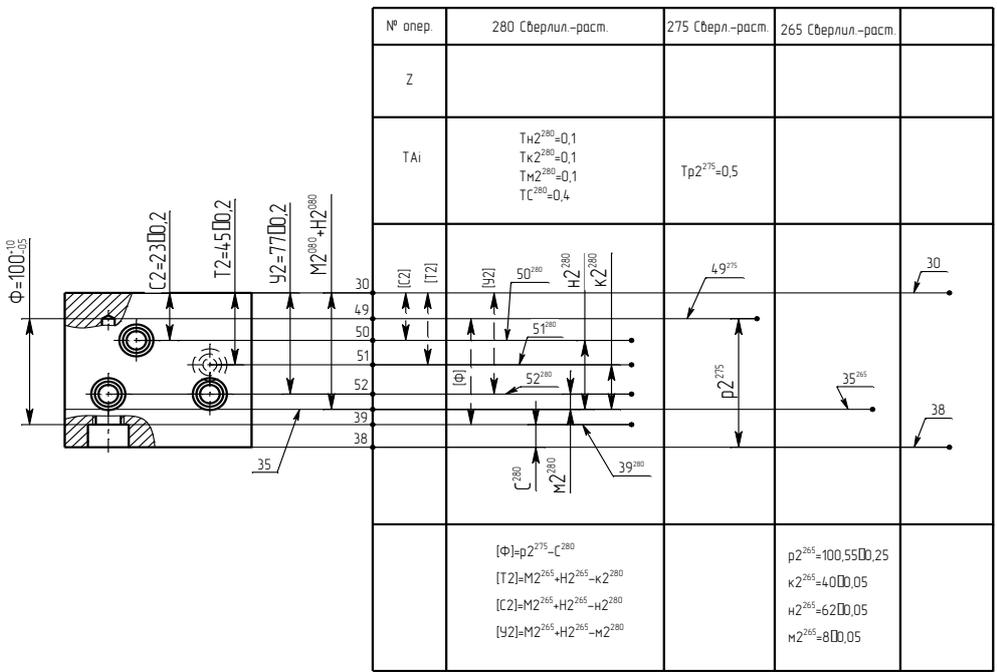
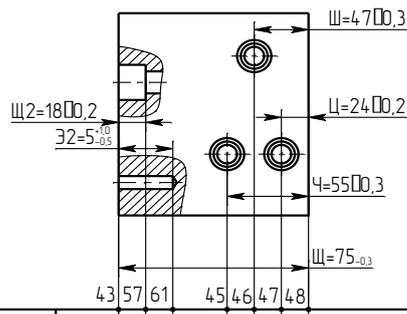


Рисунок 2.26 - Схема линейных размеров (вид справа)



№ опер.	Z	TAi				
280 Шершп.-расп.		$Tn^{280}=0,1$ $T\dot{u}^{280}=0,1$ $To^{280}=0,1$				$[Ч]=Ш^{265}-n^{280}$ $[Ц]=Ш^{265}-o^{280}$ $[Ш]=Ш^{265}-o^{280}$ $n^{280}=19,85\pm 0,05$ $\dot{u}^{280}=50,85\pm 0,05$ $o^{280}=27,85\pm 0,05$
265 Шершп.-расп.	$[Z_{43}^{265}]_{\min}=0,9$ $[Z_{43}^{265}]_{\max}=1,1$	$TШ^{265}=0,3$ $TШ^{265}=0,6$ $TЗ^{265}=1,5$ $TЧ^{265}=0,6$ $TЦ^{265}=0,4$ $TШ^{265}=0,2$				$[Z_{43}^{265}]-Ш^{225}-Ш^{265}$ $Ш^{225}=76,25\pm 0,2$
225 Фрезерная	$[Z_{43}^{225}]_{\min}=1,05$ $[Z_{43}^{225}]_{\max}=1,50$	$TШ^{225}=0,1$				$[Z_{43}^{225}]-Ш^{205}-Ш^{225}$ $Ш^{205}=77,5\pm 0,3$
205 Фрезерн.	$[Z_{48}^{205}]_{\min}=1,9$ $[Z_{48}^{205}]_{\max}=2,2$	$TШ^{205}=0,6$				$[Z_{48}^{205}]-Ш^{050}-Ш^{205}$ $Ш^{050}=80\pm 0,3$
050 Заз.		$TШ^{050}=0,6$				

Рисунок 2.27 - Схема линейных размеров (вид справа)

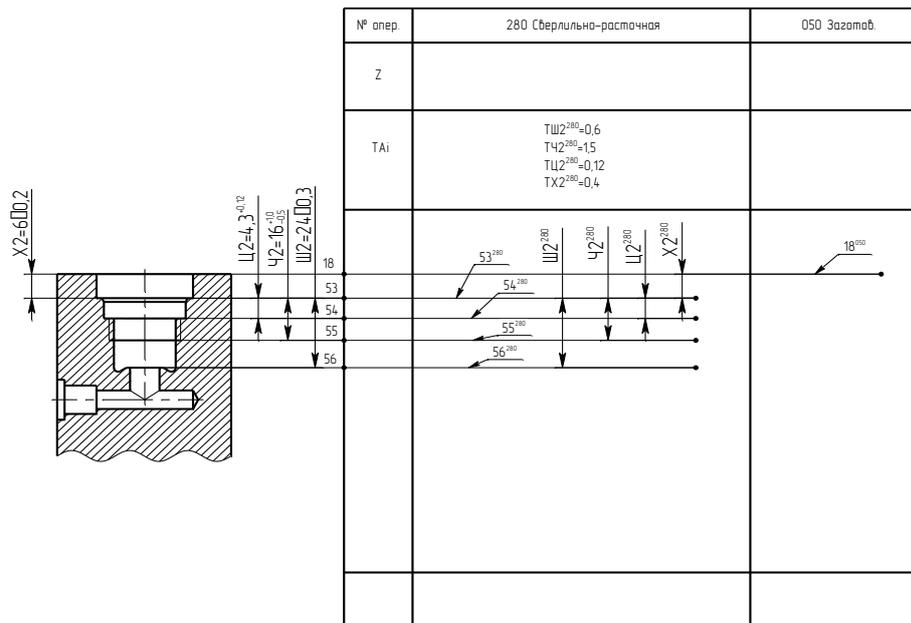


Рисунок 2.28 - Схема линейных размеров (разрез Б-Б)

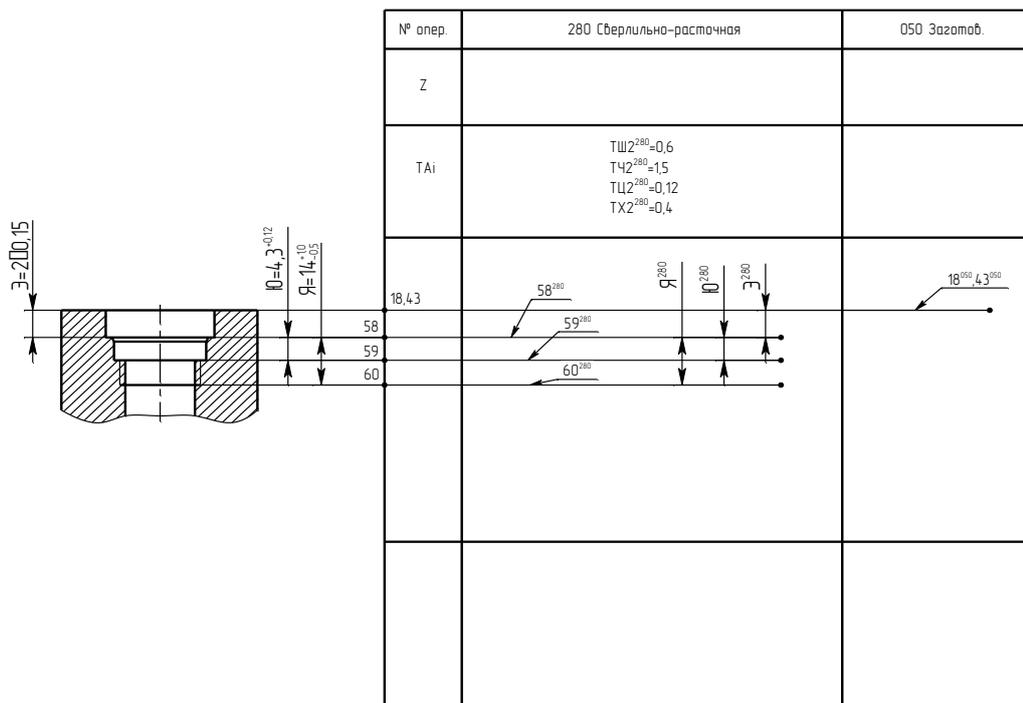


Рисунок 2.29 - Схема линейных размеров (вид Ж)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.088.00 ПЗ

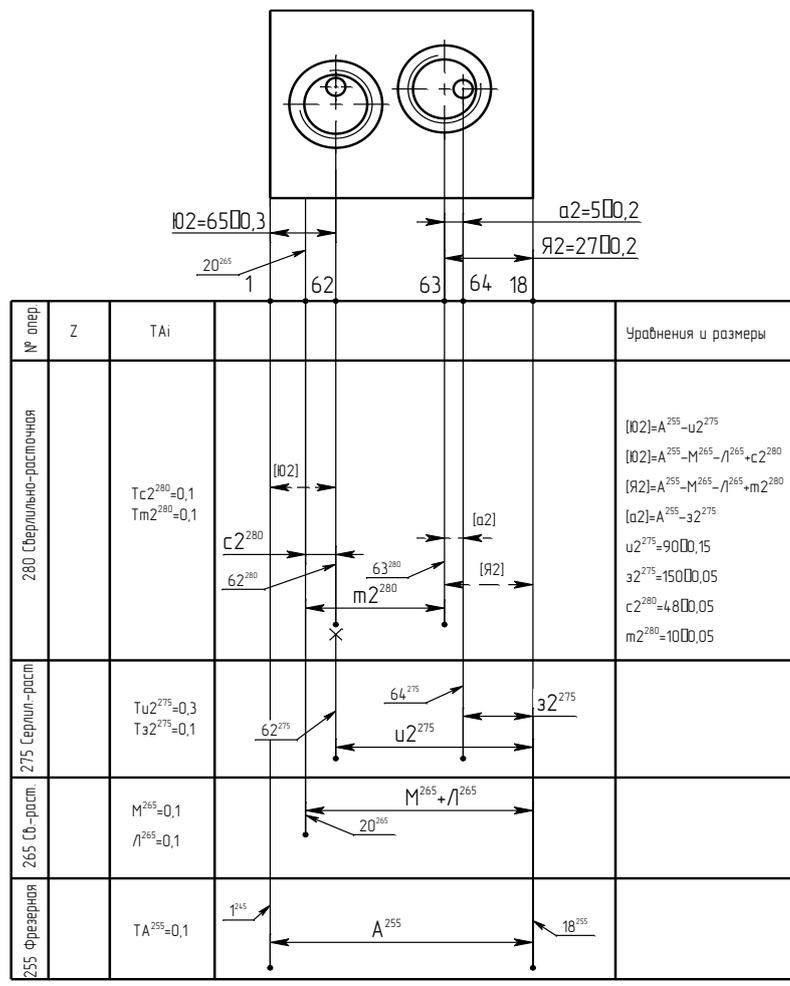


Рисунок 2.30 - Схема линейных размеров (вид Р)

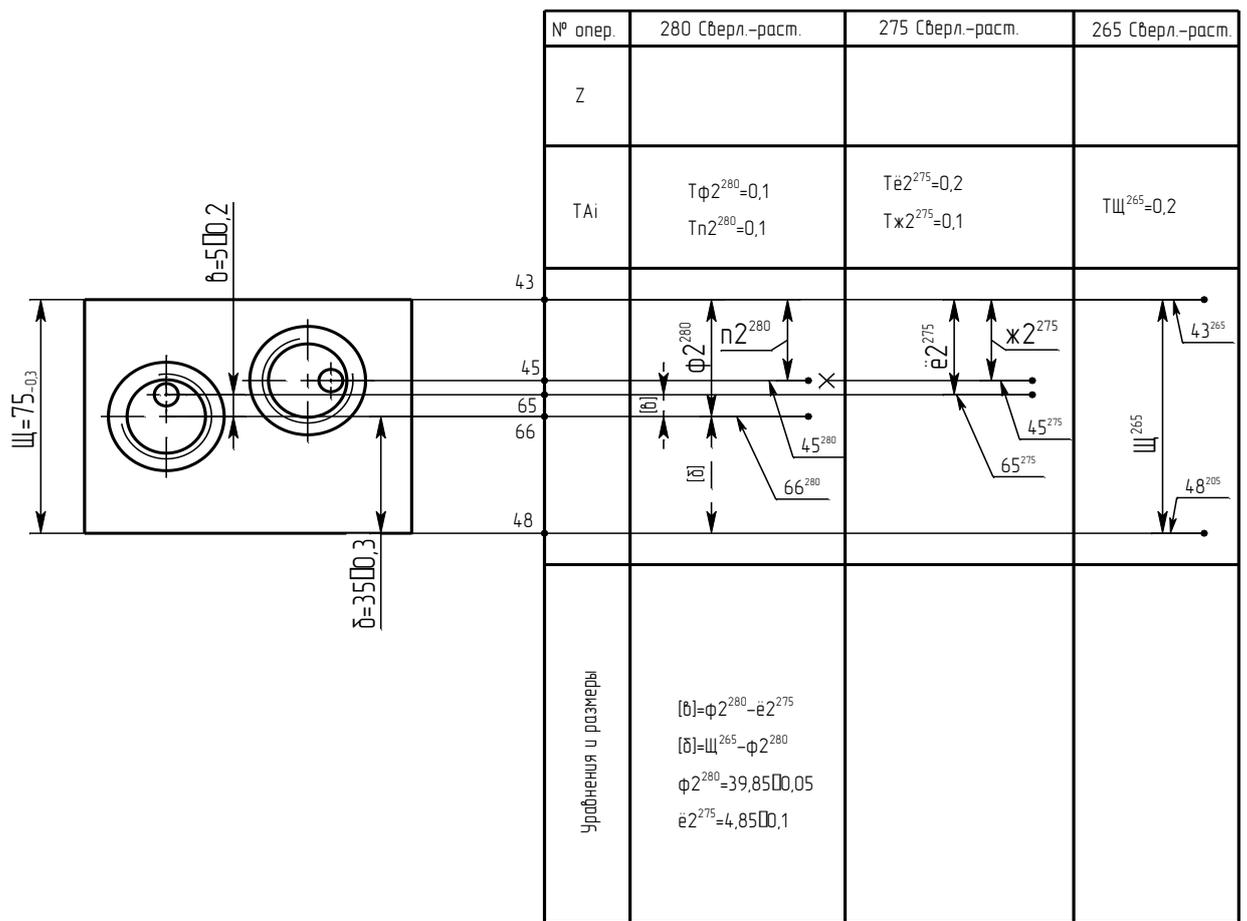


Рисунок 2.31 - Схема линейных размеров (вид Р)

Схемы диаметральных проекций показаны на рисунках 2.32, 2.33, 2.34, 2.35, 2.36, 2.37.

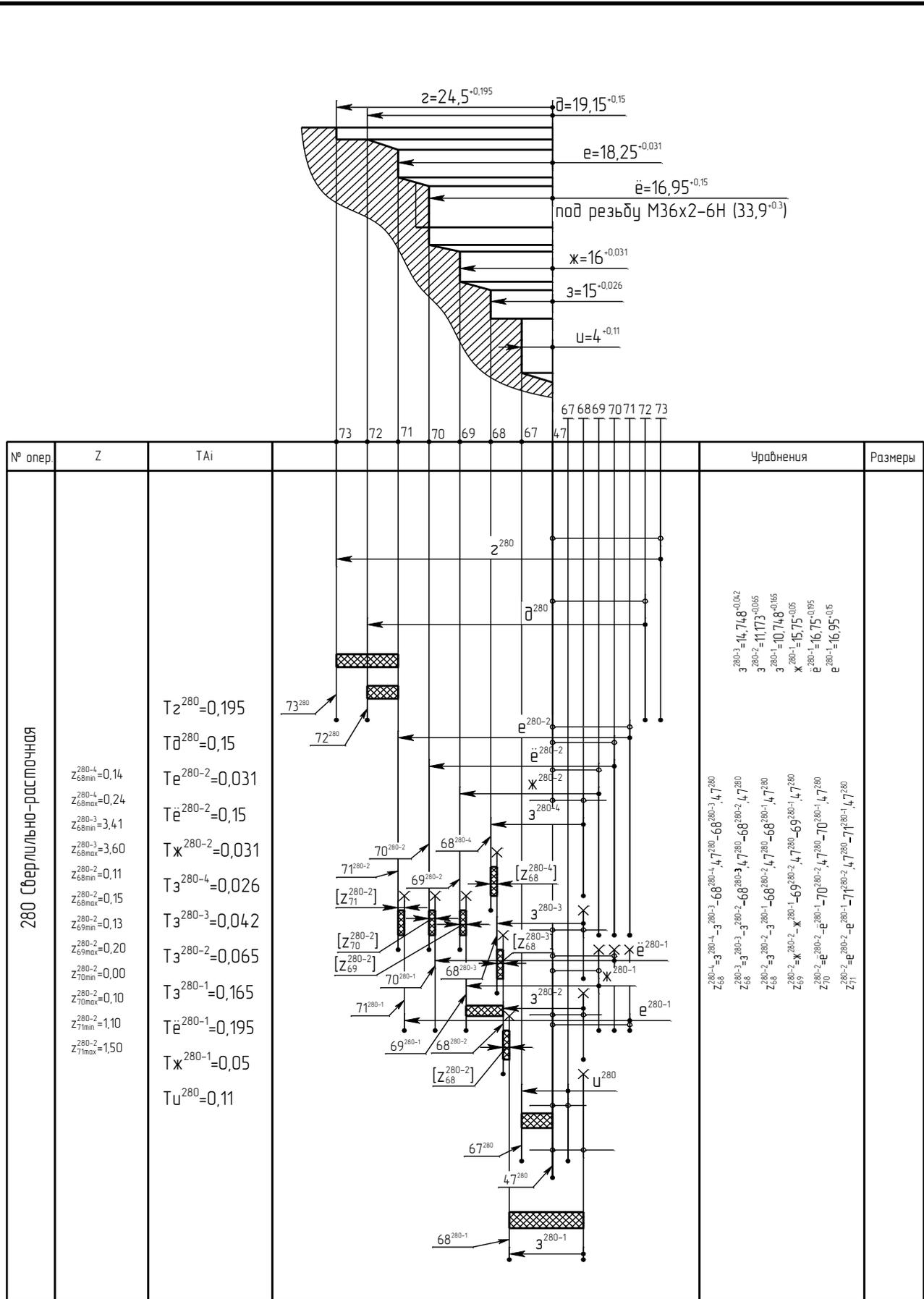
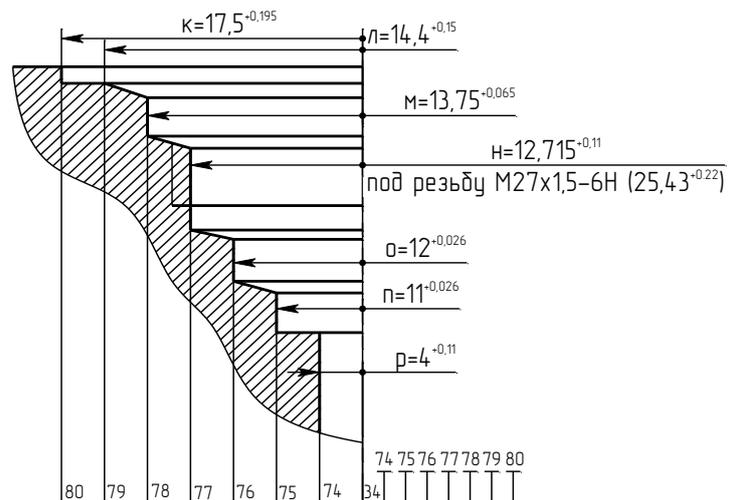
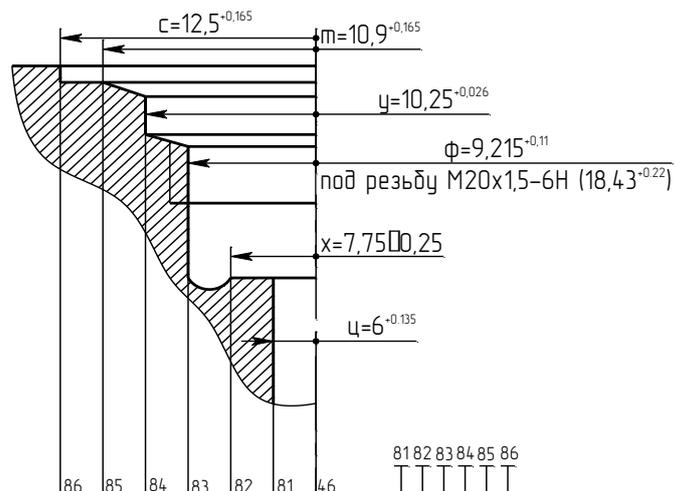


Рисунок 2.32 – Схема диаметральных размеров (разрез Е-Е)



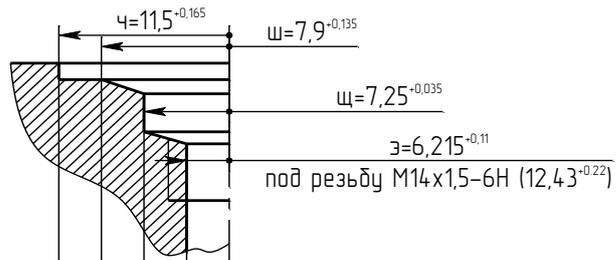
№ опер.	Z	TAI		Урабнения	Размеры
280 Сверлильно-распашная	Z_{75}^{110-3} $Z_{75min}^{110-3}=0,14$ $Z_{75max}^{110-3}=0,24$ Z_{75}^{110-2} $Z_{75min}^{110-2}=0,50$ $Z_{75max}^{110-2}=0,70$ Z_{75}^{110-1} $Z_{75min}^{110-1}=0,16$ $Z_{75max}^{110-1}=0,20$ Z_{77}^{110-2} $Z_{77min}^{110-2}=0,03$ $Z_{77max}^{110-2}=0,05$ Z_{78}^{110-2} $Z_{78min}^{110-2}=0,10$ $Z_{78max}^{110-2}=0,20$	$T_k^{110}=0,195$ $T_l^{110}=0,15$ $T_m^{110-2}=0,065$ $T_o^{110-2}=0,026$ $T_n^{110-3}=0,026$ $T_n^{110-2}=0,042$ $T_n^{110-1}=0,105$ $T_n^{110-1}=0,165$ $T_o^{110-1}=0,042$ $T_m^{110-1}=0,105$		$n^{280-2}=10,75^{-0,04-2}$ $n^{280-1}=9,995^{-0,105}$ $o^{280-1}=11,748^{-0,042}$ $n^{280-1}=12,5^{-0,165}$ $m^{280-1}=13,495^{-0,105}$ $z_{75}^{280-1}=n^{280-1}$ $z_{75}^{280-2}=n^{280-2}$ $z_{75}^{280-3}=n^{280-3}$ $z_{76}^{280-2}=o^{280-1}$ $z_{76}^{280-1}=o^{280-1}$ $z_{77}^{280-2}=n^{280-2}$ $z_{77}^{280-1}=n^{280-1}$ $z_{78}^{280-2}=n^{280-2}$ $z_{78}^{280-1}=n^{280-1}$	
275 Сверлильно-распашная		$T_r^{275}=0,11$			

Рисунок 2.33 – Схема диаметральных размеров (разрез К-К)



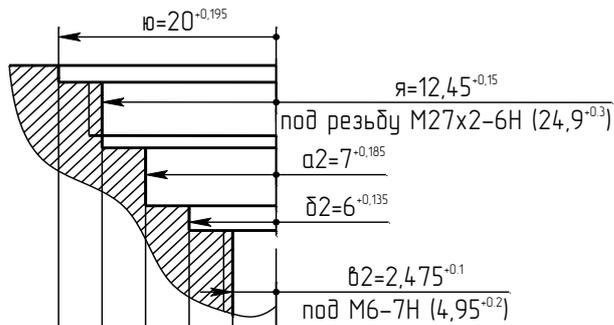
№ опер.	Z	T <i>A</i> _i		Урабнения	Размеры
280 Сверлильно-распосочная	$Z_{83\text{min}}^{280-2}=0,06$ $Z_{83\text{max}}^{280-2}=0,10$	$T_c^{280}=0,165$ $T_m^{280}=0,165$ $T_y^{280}=0,026$ $T_x^{280}=0,5$ $T_\phi^{280-2}=0,1$ $T_\phi^{280-1}=0,135$ $T_\psi^{280}=0,135$		$Z_{83}^{280-2}=\phi_{83}^{280-2}-\phi_{83}^{280-1}-\phi_{83}^{280-2},46-\phi_{83}^{280-1},46^{280}$ $\phi_{280-1}^{280-2}=0,135$	

Рисунок 2.34 – Схема диаметральных размеров (разрез Б-Б)



№ опер	Z	TAi	90	89	88	87	45	8788	8990	Урабнения	Размеры
280 Сверильно-расточная											
		$Tч^{280}=0,165$ $Tш^{280}=0,135$ $Tщ^{280}=0,035$ $Tэ^{280}=0,11$									

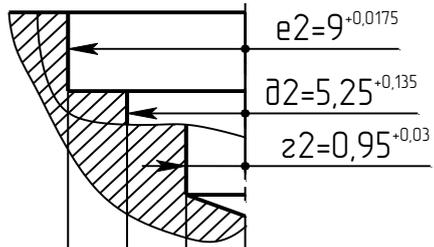
Рисунок 2.35 – Схема диаметральных размеров (вид Ж)



№ опер	Z	TAi		Уравнения	Размеры	
280 Сверлильно-расточная	$Z_{94\min}^{280-2} = 0,24$ $Z_{94\max}^{280-2} = 0,45$ $Z_{91\min}^{280-2} = 0,18$ $Z_{91\max}^{280-2} = 0,25$	$T_{\varnothing 2}^{280} = 0,195$ $T_{\varnothing 2}^{280-2} = 0,15$ $T_{\varnothing 2}^{280-1} = 0,165$ $T_{\alpha 2}^{280} = 0,185$ $T_{\delta 2}^{280} = 0,135$ $T_{\delta 2}^{280-2} = 0,1$ $T_{\delta 2}^{280-1} = 0,15$		$\varnothing 2^{280}$ $\varnothing 2^{280-2}$ $\alpha 2^{280}$ $\delta 2^{280}$ $\delta 2^{280-2}$ $\delta 2^{280-1}$ $\varnothing 2^{280-1}$ $\varnothing 2^{280-1}$	$\varnothing 2^{280-1} = 11,995^{+0,165}$ $\delta 2^{280-1} = 2,095^{-0,15}$ $Z_{94}^{280-2} = \varnothing 2^{280-2} - \varnothing 2^{280-1} = 94,280 - 94,280 - 1,62,280$ $Z_{91}^{280-2} = \delta 2^{280-2} - \delta 2^{280-1} = 91,280 - 91,280 - 1,62,280$	

Рисунок 2.36 – Схема диаметральных размеров

(отверстие M27x2-6 в разрезах В-В, А-А, Г-Г)



№ опер.	Z	T <i>A_i</i>	98	97	96	24,25	96	97	98	Уравнения	Размеры
265 Сверлильно-расточная											
	$Z_{98min}^{265-2}=0,65$ $Z_{98max}^{265-2}=0,85$ $Z_{96min}^{265-2}=0,00$ $Z_{96max}^{265-2}=0,10$	$T_e z^{265-2}=0,0175$ $T_e z^{265-1}=0,055$ $T_z z^{265-2}=0,03$ $T_z z^{265-1}=0,05$ $T_d d^{265}=0,135$	$e z^{265-2}$ $z z^{265-2}$ $[z_{96}^{265-2}]$ $[z_{98}^{265-2}]$ $e z^{265-1}$ $z z^{265-1}$ $24,25^{265}$ $d z^{265}$	$e z^{265-1}$ $z z^{265-1}$ $24,25^{265}$ $d z^{265}$							

Рисунок 2.37 – Схема диаметральных размеров (отверстия под винты и штифты)

2.6 Расчет размерной цепи

Проверка точности замыкающих звеньев:

- 1) $T_{Ю2} \geq T_A^{255} + T_{и2}^{275} = 0,1+0,3 \quad 0,6 \geq 0,4$
- 2) $T_{Ю2'} \geq T_A^{255} + T_M^{265} + T_L^{265} + T_c^{280} = 0,1+0,1+0,1+0,1 \quad 0,6 \geq 0,4$
- 3) $T_{Я2} \geq T_A^{255} + T_M^{265} + T_L^{265} + T_T^{280} = 0,1+0,1+0,1+0,1 \quad 0,4 \geq 0,4$
- 4) $T_{а2} \geq T_A^{255} + T_{з2}^{275} = 0,1+0,1 \quad 0,4 \geq 0,2$
- 5) $T_{Ч} \geq T_{Щ}^{265} + T_{п2}^{280} = 0,2+0,1 \quad 0,6 \geq 0,3$
- 6) $T_{Ц} \geq T_{Щ}^{265} + T_{й2}^{280} = 0,2+0,1 \quad 0,4 \geq 0,3$
- 7) $T_{в} \geq T_{ф2}^{280} + T_{ё2}^{275} = 0,1+0,2 \quad 0,4 \geq 0,3$
- 8) $T_{б} \geq T_{Щ}^{265} + T_{ф2}^{280} = 0,2+0,1 \quad 0,6 \geq 0,3$
- 9) $T_{Ф} \geq T_{р2}^{275} + T_C^{275} = 0,5+0,4 \quad 1,5 \geq 0,9$
- 10) $T_{Т2} \geq T_M^{265} + T_H^{265} + T_K^{280} = 0,1+0,1+0,1 \quad 0,4 \geq 0,3$
- 11) $T_{С2} \geq T_M^{265} + T_H^{265} + T_H^{280} = 0,1+0,1+0,1 \quad 0,4 < 0,3$
- 12) $T_{У2} \geq T_M^{265} + T_H^{265} + T_M^{280} = 0,1+0,1+0,1 \quad 0,4 < 0,3$
- 13) $T_{Ш} \geq T_{Щ}^{265} + T_{а2}^{280} = 0,2+0,1 \quad 0,6 < 0,3$

Точность замыкающих звеньев обеспечивается.

Расчет межоперационных размеров:

$$[Z_{18}^{255}] = A^{245} - A^{255}$$

$$\Delta_0 A^{245} = 0,3 - 0,3/2 = 0$$

$$\Delta_0 A^{255} = 0,05 - 0,05/2 = 0$$

$$\Delta_0 Z_{18}^{255} = 0 - 0 = 0$$

$$\omega A^{245}/2 = 0,3$$

$$\omega A^{255}/2 = 0,05$$

$$\omega Z_{18}^{255}/2 = 0,3 + 0,05 = 0,35$$

$$Z_{18}^{255}_{\text{ном}} = Z_{18}^{255}_{\text{мин}} - \Delta_0 Z_{18}^{255} + \omega Z_{18}^{255}/2 = 2,15 - 0 + 0,35 = 2,5$$

$$A^{245}_{\text{ном}} = 2,5 + 155 = 157,5$$

$$A^{245} = 157,5 \pm 0,3$$

$$[Z_1^{245}] = A^{050} - A^{245}$$

$$\Delta_0 A^{050} = 0,5 - 0,5/2 = 0$$

$$\Delta_0 A^{245} = 0,3 - 0,3/2 = 0$$

$$\Delta_0 Z_1^{245} = 0 - 0 = 0$$

$$\omega A^{050}/2 = 0,5$$

$$\omega A^{245}/2 = 0,3$$

$$\omega Z_1^{245}/2 = 0,5 + 0,3 = 0,8$$

$$Z_1^{245}_{\text{НОМ}} = Z_1^{25}_{\text{мин}} - \Delta_0 Z_1^{245} + \omega Z_1^{245}/2 = 3,2 - 0 + 0,8 = 2,5$$

$$A_1^{050}_{\text{НОМ}} = 2,5 + 157,5 = 160$$

$$A_1^{050} = 160 \pm 0,5$$

$$[\text{Ю2}] = A^{255} - \text{И2}^{275}$$

$$\Delta_0 \text{Ю2} = 0$$

$$\Delta_0 A^{255} = 0$$

$$\Delta_0 \text{И2}^{275} = 0 - 0 = 0$$

$$\text{И2}^{275}_{\text{НОМ}} = 155 - 65 = 90$$

$$\text{И2}^{275}_{\text{МАХ}} = 90 + 0 + 0,3/2 = 90,15$$

$$\text{И2}^{275} = 90 \pm 0,15$$

$$[\text{а2}] = A^{255} - 32^{275}$$

$$\Delta_0 \text{а2} = 0$$

$$\Delta_0 A^{255} = 0$$

$$\Delta_0 32^{275} = 0 - 0 = 0$$

$$32^{275}_{\text{НОМ}} = 155 - 5 = 150$$

$$32^{275}_{\text{МАХ}} = 150 + 0 + 0,1/2 = 150,05$$

$$32^{275} = 150 \pm 0,05$$

$$[\text{Ю2}'] = A^{255} - \text{М}^{265} - \text{Л}^{265} + \text{с2}^{280}$$

$$\Delta_0 \text{Ю2}' = 0$$

$$\Delta_0 A^{255} = 0$$

$$\Delta_0 \text{М}^{265} = 0$$

$$\Delta_0 \text{Л}^{265} = 0$$

$$\Delta_0 \text{с2}^{280} = 0 - 0 + 0 + 0 = 0$$

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

$$c2^{280}_{\text{НОМ}} = 65 - 155 + 80 + 58 = 48$$

$$c2^{280}_{\text{МАХ}} = 48 + 0 + 0,1/2 = 48,05$$

$$c2^{280} = 48 \pm 0,05$$

$$[\text{Я2}] = A^{255} - M^{265} - \text{Л}^{265} + \text{T}2^{280}$$

$$\Delta_0 \text{Я2} = 0$$

$$\Delta_0 A^{255} = 0$$

$$\Delta_0 M^{265} = 0$$

$$\Delta_0 \text{Л}^{265} = 0$$

$$\Delta_0 \text{T}2^{280} = 0 - 0 + 0 + 0 = 0$$

$$\text{T}2^{280}_{\text{НОМ}} = 27 - 155 + 80 + 58 = 10$$

$$\text{T}2^{280}_{\text{МАХ}} = 10 + 0 + 0,1/2 = 10,05$$

$$\text{T}2^{280} = 10 \pm 0,05$$

$$[\text{б}] = \text{Щ}^{265} - \phi 2^{280}$$

$$\Delta_0 \text{б} = 0$$

$$\Delta_0 \text{Щ}^{265} = -0,1$$

$$\Delta_0 \phi 2^{280} = -0,1 - 0 = -0,1$$

$$\omega \phi 2^{280}/2 = 0,1/2$$

$$\phi 2^{280}_{\text{НОМ}} = 75 - 35 = 40$$

$$\phi 2^{280}_{\text{МАХ}} = 40 + (-0,1) + 0,1/2 = 39,95$$

$$\phi 2^{280} = 39,9 \pm 0,05$$

$$[\text{в}] = \phi 2^{280} - \ddot{e} 2^{280}$$

$$\Delta_0 \text{в} = 0$$

$$\Delta_0 \phi 2^{280} = 0$$

$$\Delta_0 \ddot{e} 2^{275} = 0 - 0 = 0$$

$$\omega \ddot{e} 2^{275}/2 = 0,2/2 = 0,1$$

$$\ddot{e} 2^{275}_{\text{НОМ}} = 39,9 - 35 = 4,9$$

$$\ddot{e} 2^{275}_{\text{МАХ}} = 4,9 + 0 + 0,2/2 = 5$$

$$\ddot{e} 2^{275} = 4,9 \pm 0,1$$

$$[\text{ч}] = \text{Щ}^{265} - \text{п} 2^{280}$$

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

$$\Delta_0\text{Ч} = 0$$

$$\Delta_0\text{Щ}^{265} = -0,1$$

$$\Delta_0\text{П}2^{280} = -0,1 - 0 = -0,1$$

$$\omega\text{П}2^{280}/2 = 0,1/2$$

$$\text{П}2^{280}_{\text{ном}} = 75 - 55 = 20$$

$$\text{П}2^{280}_{\text{мах}} = 20 + (-0,1) + 0,1/2 = 19,95$$

$$\text{П}2^{280} = 19,9 \pm 0,05$$

$$[\text{Ц}] = \text{Щ}^{265} - \text{Й}2^{280}$$

$$\Delta_0\text{Ц} = 0$$

$$\Delta_0\text{Щ}^{265} = -0,1$$

$$\Delta_0\text{Й}2^{280} = -0,1 - 0 = -0,1$$

$$\omega\text{Й}2^{280}/2 = 0,1/2$$

$$\text{Й}2^{280}_{\text{ном}} = 75 - 24 = 51$$

$$\text{Й}2^{280}_{\text{мах}} = 51 + (-0,1) + 0,1/2 = 50,95$$

$$\text{Й}2^{280} = 50,9 \pm 0,05$$

$$[\text{Ш}] = \text{Щ}^{265} - \text{О}2^{280}$$

$$\Delta_0\text{Ш} = 0$$

$$\Delta_0\text{Щ}^{265} = -0,1$$

$$\Delta_0\text{О}2^{280} = -0,1 - 0 = -0,1$$

$$\omega\text{О}2^{280}/2 = 0,1/2$$

$$\text{О}2^{280}_{\text{ном}} = 75 - 47 = 28$$

$$\text{О}2^{280}_{\text{мах}} = 28 + (-0,1) + 0,1/2 = 27,95$$

$$\text{О}2^{280} = 27,9 \pm 0,05$$

$$[\text{Z}_{43}^{265}] = \text{Щ}^{225} - \text{Щ}^{205}$$

$$\Delta_0\text{Щ}^{225} = -0,1; \Delta_0\text{Щ}^{265} = -0,2; \Delta_0\text{Z}_{43}^{265} = 0,1$$

$$\omega\text{Щ}^{225}/2 = 0,05$$

$$\omega\text{Щ}^{265}/2 = 0,1$$

$$\omega\text{Z}_{43}^{265}/2 = 0,15$$

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

$$Z_{43}^{265}_{\text{НОМ}} = 0,9 - 0,1 + 0,15 = 0,95$$

$$\Pi^{225}_{\text{НОМ}} = 75 + 0,95 = 75,95$$

$$\Pi^{225}_{\text{max}} = 75,95 - (-0,1) + 0,05 = 76$$

$$\Pi^{225} = 76_{-0,1}$$

$$[Z_{43}^{225}] = \Pi^{205} - \Pi^{225}$$

$$\Delta_0 \Pi^{205} = 0$$

$$\Delta_0 \Pi^{225} = -0,1$$

$$\Delta_0 Z_{43}^{225} = 0,1$$

$$\omega \Pi^{205}/2 = 0,3$$

$$\omega \Pi^{225}/2 = 0,05$$

$$\omega Z_{43}^{225}/2 = 0,35$$

$$Z_{43}^{225}_{\text{НОМ}} = 1,05 + 0,1 + 0,35 = 1,5$$

$$\Pi^{205}_{\text{НОМ}} = 76 + 1,5 = 77,5$$

$$\Pi^{205} = 77,5 \pm 0,3$$

$$[Z_{48}^{205}] = \Pi^{050} - \Pi^{205}$$

$$\Delta_0 \Pi^{050} = 0$$

$$\Delta_0 \Pi^{205} = 0$$

$$\Delta_0 Z_{48}^{205} = 0 - 0 = 0$$

$$\omega \Pi^{050}/2 = 0,3$$

$$\omega \Pi^{205}/2 = 0,3$$

$$\omega Z_{48}^{205}/2 = 0,6$$

$$Z_{48}^{205}_{\text{НОМ}} = 1,9 + 0 + 0,6 = 2,5$$

$$\Pi^{050}_{\text{НОМ}} = 77,5 + 2,5 = 80$$

$$\Pi^{050} = 80 \pm 0,3$$

$$[Z_{30}^{235}] = P2^{215} - P2^{235}$$

$$\Delta_0 P2^{215} = 0$$

$$\Delta_0 P2^{235} = -0,1$$

$$\Delta_0 Z_{30}^{235} = 0 - (-0,1) = 0,1$$

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

$$\omega P2^{215}/2 = 0,3$$

$$\omega P2^{235}/2 = 0,05$$

$$\omega Z_{30}^{235}/2 = 0,35$$

$$Z_{30}^{235}_{\text{НОМ}} = 2,05 + 0,1 + 0,35 = 2,5$$

$$P2^{215}_{\text{НОМ}} = 125 + 2,5 = 127,5$$

$$P2^{215} = 127,5 \pm 0,3$$

$$[Z_{38}^{205}] = P2^{050} - P2^{215}$$

$$\Delta_0 P2^{050} = 0$$

$$\Delta_0 P2^{215} = 0$$

$$\Delta_0 Z_{38}^{205} = 0 - 0 = 0$$

$$\omega P2^{050}/2 = 0,3$$

$$\omega P2^{215}/2 = 0,3$$

$$\omega Z_{38}^{205}/2 = 0,6$$

$$Z_{38}^{205}_{\text{НОМ}} = 2,05 + 0 + 0,6 = 2,5$$

$$P2^{050}_{\text{НОМ}} = 127,5 + 2,5 = 130$$

$$P2^{050} = 130 \pm 0,3$$

$$[\Phi] = p2^{275} - C^{280}$$

$$\Delta_0 \Phi = (1,0 - 0,5)/2 = 0,25$$

$$\Delta_0 p2^{275} = 0,45$$

$$\Delta_0 C^{280} = 0,4/2 = 0,2$$

$$\omega p2^{275}/2 = 0,25$$

$$p2^{275}_{\text{НОМ}} = 100 - 0,1 = 100,1$$

$$p2^{275}_{\text{МАХ}} = 100,1 + 0,45 + 0,25 = 100,8$$

$$p2^{275} = 100,55 \pm 0,25$$

$$[T2] = M2^{265} + H2^{265} - K2^{280}$$

$$\Delta_0 T2 = 0$$

$$\Delta_0 M2^{265} = 0$$

$$\Delta_0 H2^{265} = 0$$

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

$$\Delta_0 K2^{280} = 0 + 0 - 0 = 0$$

$$\omega K2^{280}/2 = 0,1/2 = 0,05$$

$$K2^{280}_{\text{НОМ}} = 12 + 73 - 45 = 40$$

$$K2^{280}_{\text{МАХ}} = 40 - 0 + 0,05 = 40,05$$

$$K2^{280} = 40 \pm 0,05$$

$$[C2] = M2^{265} + H2^{265} - H2^{280}$$

$$\Delta_0 C2 = 0$$

$$\Delta_0 M2^{265} = 0$$

$$\Delta_0 H2^{265} = 0$$

$$\Delta_0 H2^{280} = 0 + 0 - 0 = 0$$

$$\omega H2^{280}/2 = 0,1/2 = 0,05$$

$$H2^{280}_{\text{НОМ}} = 12 + 73 - 23 = 62$$

$$H2^{280}_{\text{МАХ}} = 62 - 0 + 0,05 = 62,05$$

$$H2^{280} = 62 \pm 0,05$$

$$[Y2] = M2^{265} + H2^{265} - M2^{280}$$

$$\Delta_0 Y2 = 0$$

$$\Delta_0 M2^{265} = 0$$

$$\Delta_0 H2^{265} = 0$$

$$\Delta_0 M2^{280} = 0 + 0 - 0 = 0$$

$$\omega M2^{280}/2 = 0,1/2 = 0,05$$

$$M2^{280}_{\text{НОМ}} = 12 + 73 - 77 = 8$$

$$M2^{280}_{\text{МАХ}} = 8 - 0 + 0,05 = 8,05$$

$$M2^{280} = 8 \pm 0,05$$

По схемам диаметральных размеров:

$$[Z_{68}^{280-4}] = 3^{280-4} - 3^{280-3} - 68^{280-4}, 47^{280} - 68^{280-3}, 47^{280}$$

$$Z_{68}^{280-4}_{\text{МИН}} = 3^{280-4}_{\text{МИН}} - 3^{280-3}_{\text{МАХ}} - 68^{280-4}, 47^{280}_{\text{МАХ}} - 68^{280-3}, 47^{280}_{\text{МАХ}}$$

$$3^{280-3}_{\text{МАХ}} = 15 - 0,14 - 0,02 - 0,05 = 14,79$$

$$3^{280-3} = 14,748^{+0,042}$$

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

$$[Z_{68}^{280-3}] = 3^{280-3} - 3^{280-2} - 68^{280-3}, 47^{280} - 68^{280-2}, 47^{280}$$

$$Z_{68}^{280-3}{}_{\min} = 3^{280-3}{}_{\min} - 3^{280-2}{}_{\max} - 68^{280-3}, 47^{280}{}_{\max} - 68^{280-2}, 47^{280}{}_{\max}$$

$$3^{280-2}{}_{\max} = 14,748 - 3,41 - 0,05 - 0,05 = 11,238$$

$$3^{280-2} = 11,173^{+0,065}$$

$$[Z_{68}^{280-2}] = 3^{280-2} - 3^{280-1} - 68^{280-2}, 47^{280} - 68^{280-1}, 47^{280}$$

$$Z_{68}^{280-2}{}_{\min} = 3^{280-2}{}_{\min} - 3^{280-1}{}_{\max} - 68^{280-2}, 47^{280}{}_{\max} - 68^{280-1}, 47^{280}{}_{\max}$$

$$3^{280-1}{}_{\max} = 11,173 - 0,11 - 0,05 - 0,1 = 10,913$$

$$3^{280-1} = 10,748^{+0,165}$$

$$[Z_{69}^{280-2}] = \mathcal{K}^{280-2} - \mathcal{K}^{280-1} - 69^{280-2}, 47^{280} - 69^{280-1}, 47^{280}$$

$$Z_{69}^{280-2}{}_{\min} = \mathcal{K}^{280-2}{}_{\min} - \mathcal{K}^{280-1}{}_{\max} - 69^{280-2}, 47^{280}{}_{\max} - 69^{280-1}, 47^{280}{}_{\max}$$

$$\mathcal{K}^{280-1}{}_{\max} = 16 - 0,13 - 0,02 - 0,05 = 15,8$$

$$\mathcal{K}^{280-1} = 15,75^{+0,05}$$

$$[Z_{70}^{280-2}] = \ddot{e}^{280-2} - \ddot{e}^{280-1} - 70^{280-2}, 47^{280} - 70^{280-1}, 47^{280}$$

$$Z_{70}^{280-2}{}_{\min} = \ddot{e}^{280-2}{}_{\min} - \ddot{e}^{280-1}{}_{\max} - 70^{280-2}, 47^{280}{}_{\max} - 70^{280-1}, 47^{280}{}_{\max}$$

$$\ddot{e}^{280-1}{}_{\max} = 16,95 - 0 - 0,002 - 0,003 = 16,945$$

$$\ddot{e}^{280-1} = 16,75^{+0,195}$$

$$[Z_{71}^{280-2}] = e^{280-2} - e^{280-1} - 71^{280-2}, 47^{280} - 71^{280-1}, 47^{280}$$

$$Z_{71}^{280-2}{}_{\min} = e^{280-2}{}_{\min} - e^{280-1}{}_{\max} - 71^{280-2}, 47^{280}{}_{\max} - 71^{280-1}, 47^{280}{}_{\max}$$

$$e^{280-1}{}_{\max} = 18,25 - 1,1 - 0,02 - 0,05 = 17,1$$

$$e^{280-1} = 16,95^{+0,15}$$

$$[Z_{75}^{280-3}] = \Pi^{280-3} - \Pi^{280-2} - 75^{280-3}, 34^{280} - 75^{280-2}, 34^{280}$$

$$Z_{75}^{280-3}{}_{\min} = \Pi^{280-3}{}_{\min} - \Pi^{280-2}{}_{\max} - 75^{280-3}, 34^{280}{}_{\max} - 75^{280-2}, 34^{280}{}_{\max}$$

$$\Pi^{280-2}{}_{\max} = 11 - 0,14 - 0,02 - 0,05 = 10,792$$

$$\Pi^{280-2} = 10,75^{+0,042}$$

$$[Z_{75}^{280-2}] = \Pi^{280-2} - \Pi^{280-1} - 75^{280-2}, 34^{280} - 75^{280-1}, 34^{280}$$

$$Z_{75}^{280-2}{}_{\min} = \Pi^{280-2}{}_{\min} - \Pi^{280-1}{}_{\max} - 75^{280-2}, 34^{280}{}_{\max} - 75^{280-1}, 34^{280}{}_{\max}$$

$$\Pi^{280-1}{}_{\max} = 10,75 - 0,5 - 0,05 - 0,1 = 10,1$$

$$\Pi^{280-1} = 9,995^{+0,105}$$

										Лист
										62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.088.00 ПЗ					

$$[Z_{76}^{280-2}] = o^{280-2} - o^{280-1} - 76^{280-2}, 34^{280} - 76^{280-1}, 34^{280}$$

$$Z_{76}^{280-2}_{\min} = o^{280-2}_{\min} - o^{280-1}_{\max} - 76^{280-2}, 34^{280}_{\max} - 76^{280-1}, 34^{280}_{\max}$$

$$o^{280-1}_{\max} = 12 - 0,16 - 0,02 - 0,03 = 11,79$$

$$o^{280-1} = 11,748^{+0,042}$$

$$[Z_{77}^{280-2}] = H^{280-2} - H^{280-1} - 77^{280-2}, 34^{280} - 77^{280-1}, 34^{280}$$

$$Z_{77}^{280-2}_{\min} = H^{280-2}_{\min} - H^{280-1}_{\max} - 77^{280-2}, 34^{280}_{\max} - 77^{280-1}, 34^{280}_{\max}$$

$$H^{280-1}_{\max} = 12,715 - 0,03 - 0,01 - 0,05 = 12,665$$

$$H^{280-1} = 12,5^{+0,165}$$

$$[Z_{78}^{280-2}] = M^{280-2} - M^{280-1} - 78^{280-2}, 34^{280} - 78^{280-1}, 34^{280}$$

$$Z_{78}^{280-2}_{\min} = M^{280-2}_{\min} - M^{280-1}_{\max} - 78^{280-2}, 34^{280}_{\max} - 78^{280-1}, 34^{280}_{\max}$$

$$M^{280-1}_{\max} = 13,75 - 0,1 - 0,02 - 0,03 = 13,6$$

$$M^{280-1} = 13,495^{+0,105}$$

$$[Z_{83}^{280-2}] = \phi^{280-2} - \phi^{280-1} - 83^{280-2}, 46^{280} - 83^{280-1}, 46^{280}$$

$$Z_{83}^{280-2}_{\min} = \phi^{280-2}_{\min} - \phi^{280-1}_{\max} - 83^{280-2}, 46^{280}_{\max} - 83^{280-1}, 46^{280}_{\max}$$

$$\phi^{280-1}_{\max} = 9,215 - 0,06 - 0,01 - 0,01 = 9,135$$

$$\phi^{280-1} = 9^{+0,135}$$

$$[Z_{98}^{265-2}] = e^{265-2} - e^{265-1} - 98^{265-2}, 24^{265} - 98^{265-1}, 24^{265}$$

$$Z_{98}^{265-2}_{\min} = e^{265-2}_{\min} - e^{265-1}_{\max} - 98^{265-2}, 24^{265}_{\max} - 98^{265-1}, 24^{265}_{\max}$$

$$e^{265-1}_{\max} = 9 - 0,65 - 0,02 - 0,03 = 8,3$$

$$e^{265-1} = 8,245^{+0,055}$$

$$[Z_{96}^{265-2}] = \Gamma^{265-2} - \Gamma^{265-1} - 96^{265-2}, 24^{265} - 96^{265-1}, 24^{265}$$

$$Z_{96}^{265-2}_{\min} = \Gamma^{265-2}_{\min} - \Gamma^{265-1}_{\max} - 96^{265-2}, 24^{265}_{\max} - 96^{265-1}, 24^{265}_{\max}$$

$$\Gamma^{265-1}_{\max} = 0,95 - 0 - 0 - 0 = 0,95$$

$$\Gamma^{265-1} = 0,9^{+0,05}$$

$$[Z_{94}^{280-2}] = \text{я}^{280-2} - \text{я}^{280-1} - 94^{280-2}, 62^{280} - 94^{280-1}, 62^{280}$$

$$Z_{94}^{280-2}_{\min} = \text{я}^{280-2}_{\min} - \text{я}^{280-1}_{\max} - 94^{280-2}, 62^{280}_{\max} - 94^{280-1}, 62^{280}_{\max}$$

$$\text{я}^{280-1}_{\max} = 12,45 - 0,24 - 0,02 - 0,03 = 12,16$$

$$\text{я}^{280-1} = 11,995^{+0,165}$$

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

$$[Z_{91}^{280-2}] = B2^{280-2} - B2^{280-1} - 91^{280-2}, 62^{280} - 91^{280-1}, 62^{280}$$

$$Z_{91}^{280-2}_{\min} = B2^{280-2}_{\min} - B2^{280-1}_{\max} - 91^{280-2}, 62^{280}_{\max} - 91^{280-1}, 62^{280}_{\max}$$

$$B2^{280-1}_{\max} = 2,475 - 0,18 - 0,02 - 0,03 = 2,245$$

$$B2^{280-1} = 2,095^{+0,15}$$

2.9 Расчет режимов резания

Определение режимов резания и машинного времени аналитическим методом на 50 переход 100 операции. Операция 100 выполняется на станке MAZAK Nexus 5000-II. Для всех остальных переходов и операций режимы резания назначаем по таблицам [5].

Переход 50. Расточка отверстия.

Выбираем резец и устанавливаем его геометрические элементы:

принимаяем специальный сборочный резец, оснащенный 60° пластинкой из твердого сплава. Диаметр державки 12мм., длина резца 120 мм.

Назначаем режимы резания.

Исходные данные для расчета:

диаметр обработки - $d = 27,6$ мм;

глубина резания - $t = 1,2$ мм;

по справочным данным выбирается подача - $s = 0,5$ мм/об.

Скорость резания определяется по формуле[5]:

$$V = C_v \cdot K_v / T^m \cdot t^x \cdot s^y, \quad (2.9)$$

где $C_v = 292$ - постоянный коэффициент;

$x = 0,15$ - показатель степени при глубине резания;

$y = 0,2$ - показатель степени при подаче;

$m = 0,2$ - показатель степени при стойкости инструмента;

$T = 90$ мин. - период стойкости резца из твердого сплава;

K_v - поправочный коэффициент, учитывающий условия резания, определяется по формуле 2.10,[5]:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} \cdot K_{tv} \cdot K_{uv} \cdot K_{rv}, \quad (2.10)$$

где $K_{mv} = 0,7$ - коэффициент, учитывающий влияние материала детали;

$K_{pv} = 1$ - коэффициент, учитывающий состояние поверхности;

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

$K_{iv} = 1,2$ - коэффициент, учитывающий материал инструмента;

$K_{tv} = 1$ - коэффициент, учитывающий стойкость инструмента;

$K_{uv} = 0,9$ - коэффициент, учитывающий угол в плане резца;

$K_{rv} = 1$ - коэффициент, учитывающий радиус при вершине резца;

$$K_v = 0,7 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,75.$$

По формуле [8] вычисляется скорость резания:

$$V = 292 \cdot 0,75 / 90^{0,2} \cdot 1,2^{0,15} \cdot 0,5^{0,2} = 99,52 \text{ м/мин.}$$

Число оборотов рассчитывается по формуле,[10]:

$$n = 1000 \cdot V / \pi \cdot D, \quad (2.11)$$

где $D = 30$ - диаметр обрабатываемой поверхности, мм;

$$n = 1000 \cdot 99,52 / 3,14 \cdot 27,6 = 1148 \text{ об/мин.}$$

Принимается число оборотов шпинделя $n = 800$ об/мин.

Фактическая скорость резания определяется по формуле,[10]:

$$V_{\phi} = \pi \cdot D \cdot n / 1000, \quad (2.12)$$

$$V_{\phi} = 3,14 \cdot 27,6 \cdot 800 / 1000 = 69,33 \text{ м/мин.}$$

Сила резания P_z рассчитывается по формуле ,[5]:

$$P_z = 10 \cdot C_p^x \cdot t^y \cdot s^n \cdot V_{\phi} \cdot K_p, \quad (2.13)$$

где $C_p = 81$ - постоянный коэффициент;

$x = 1$ - показатель степени при глубине резания;

$y = 0,75$ - показатель степени при подаче;

$n = 0$ - показатель степени при скорости резания;

K_p - поправочный коэффициент, учитывающий условия резания;

определяется по формуле ,[12]:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{up} \cdot K_{ur} \cdot K_{lr} \cdot K_{rp}, \quad (2.14)$$

где $K_{mp} = 0,75$ - коэффициент, учитывающий влияние материала детали на силовые зависимости.

K_{up} , K_{ur} , K_{lr} , K_{rp} - коэффициенты, учитывающие влияние параметров режущей части инструмента на силу резания, $K_{up} = 0,89$; $K_{ur} = 1$; $K_{lr} = 1$; $K_{rp} = 1$;

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

$$K_p = 0,75 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,66.$$

По формуле (2.13) вычисляется сила резания:

$$P_z = 10 \cdot 81^1 \cdot 1,2^{0,75} \cdot 0,5^0 \cdot 69,33 \cdot 0,66 = 381,45 \text{ Н.}$$

Мощность резания определяется по формуле(2.15):

$$N = P_z \cdot V_f / 1020 \cdot 60, \quad (2.15)$$

$$N = 381,45 \cdot 69,33 / 1020 \cdot 60 = 0,43 \text{ кВт.}$$

Основное время перехода рассчитывается по формуле(2.16)

$$T_o = L/n \cdot s + L/n \cdot s_y, \quad (2.16)$$

где $s = 0,5$ мм/об - рабочая подача инструмента;

$s_y = 3$ - ускоренная подача отвода инструмента;

$n = 800$ об/мин - частота вращения шпинделя;

L - длина пути обработки, мм, определяется по формуле 2.17,[5]:

$$L = l + l_1 + l_2, \quad (2.17)$$

где $l = 47$ мм - длина пути резания;

$l_1 = 3$ мм - врезание;

$l_2 = 3$ мм - перебег.

Тогда $L = 47 + 3 + 3 = 53$ мм.

По формуле (2.16) вычисляется основное технологическое время на 50 переходах 100 операции:

$$T_o = 53/800 \cdot 0,5 + 53/800 \cdot 3 = 0,15 \text{ мин.}$$

Для всех остальных переходов и операций режимы резания указаны в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – таблица режимов резания

№ операции	№ перехода	S	n	V
10	5	0,45	470	111
20	5	0,45	470	111

Продолжение таблицы 2.9

30	5	0,45	470	111
40	5	0,45	470	111
50	5	0,45	470	111
60	5	0,45	470	111
70	5	0,45	470	111
	10	0,1	800	12,56
	15	0,1	800	27
	20	1	800	29
	25	0,1	800	58
	30	0,1	800	32
	35	0,1	800	32
	40	1,3	50	3
	45	0,3	800	45
	50	0,1	800	48
	55	0,1	800	5
	60	0,1	800	6
	65	0,1	100	3,5
90	5	0,1	750	28
	10	0,1	750	19
100	5	0,1	1210	15
	10	0,15	1850	135
	15	0,1	2100	135
	20	0,1	2000	140
	25	0,1	2000	210
	30	0,1	2000	198
	35	0,1	2000	185
	40	0,1	2000	226

Продолжение таблицы 2.9

45	0,1	2000	307
50	0,5	1142	69,33
55	0,1	2600	300
60	0,1	2000	213
65	0,1	2000	229
70	0,1	2000	240
75	2	1000	113
80	-	-	-
85	0,3	2000	31
90	0,1	2000	87
100	0,05	2000	251
110	0,1	2000	25
115	0,1	2000	31
120	0,1	2000	157
125	0,1	2000	170
130	0,1	1000	19
135	02	1000	85
140	-	-	-
145	0,3	2000	31
150	0,1	2000	125
155	0,1	2000	151
160	0,1	2000	138
165	0,1	2000	135
170	0,1	2000	163
175	0,1	2000	220
180	0,1	2000	138
185	0,1	2000	1551
190	0,1	2000	160

Продолжение таблицы 2.9

	195	0,1	2000	173
	200	0,1	2000	181
	210	1,5	2000	170
	215	0,1	2000	63
	220	0,1	2000	144
	225	0,1	2000	78
	230	0,1	2000	91
	235	0,1	2000	99
	240	1,5	2000	88
	245	0,1	2000	75
	250	0,1	2000	157
	255	0,1	2000	91
	260	0,1	2000	104
	265	0,1	2000	116
	270	0,1	2000	129
	275	0,1	2000	137
	280	1,5	2000	120
	285	-	-	-
	290	0,1	2000	127
	300	0,1	2000	251
	305	0,1	2000	157
	310	0,1	2000	170
	315	2	2000	170
110	5	0,1	800	20
	10	0,1	800	20

2.10 Нормирование технологических операций

Техническая норма на операцию состоит из двух основных частей:

- норма подготовительного заключительного времени;
- норма штучного времени.

Норма подготовительно-заключительного времени принимается по таблицам. Составными частями нормы штучного времени $T_{шт}$ являются:

- основное(технологическое) время – T_o ;
- вспомогательное время – T_v ;
- время технического обслуживания – $T_{обс}$;
- время перерывов (отдых, физические надобности и так далее) - $T_{отл}$.

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{обс} + T_{отл}.$$

На все операции технологического процесса определяется штучное время расчетным путем, вспомогательное же время устанавливаем по нормам [10].

Операция 100.

Основное время $T_o = 104,08$ мин.

Время на установку детали в зажимное приспособление $T_{в.уст.} = 1$ мин.

Время на сбор деталей в тару – $T_{сбор} = 0,2$ мин.

Время на наблюдение за работой станков и на переходы от станка к станку $T_{наб.} = 6$ мин.

Время на измерение $T_{изм.} = 3$ мин.

$$T_v = T_{в.уст.} + T_{сбор} + T_{наб.} + T_{изм.} = 1 + 0,2 + 6 + 3 = 10,02 \text{ мин.}$$

Расчет оперативного времени:

$$T_{оп} = T_o + T_v = 104,98 + 10,2 = 115,18 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание рабочего места равно 7% от $T_{оп}$:

$$T_{обс} = 115,18 * 0,07 = 8,06 \text{ мин.}$$

Время на отдых и личные надобности равно 4% от $T_{оп}$:

$$T_{о.н.} = 115,18 * 0,04 = 4,61 \text{ мин.}$$

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

Норма штучного времени:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{обс} + T_{отл} = 115,18 + 8,06 + 4,61 = 124,4 \text{ мин.}$$

На все остальные операции технологического процесса штучное время указано в таблице 2.10

Таблица 2.10 – нормирование операций

№ операции	T _о	T _в	T _{пз}	T _{шт}
10	5,56	1,2	10	7,02
15	0,5	0,15	6	0,69
20	5,56	1,2	10	7,02
25	0,5	0,15	6	0,69
30	5,56	1,2	10	7,02
35	0,5	0,15	6	0,69
40	5,56	1,2	10	7,02
45	0,5	0,15	6	0,69
50	4,15	1,2	10	5,76
55	0,5	0,15	6	0,69
60	4,15	1,2	10	5,76
65	0,5	0,15	6	0,69
70	41,4	7	15	49,32
80	2,95	0,8	6	3,91
90	16,05	1,48	15	17,96
100	104,08	10,02	20	124,4
110	6,86	1,4	15	8,98
115	15,45	1,8	12	18,19
125	8,5	1	6	10,88

Вывод по второму разделу.

В технологическом разделе проанализирован заводской тех. процесс, предложен новый тех. процесс, сделан размерный анализ, выбраны режимы резания на каждую операцию и произведено нормирование операций.

3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Проектирование зажимного пневматического приспособления

3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования

Для операции 100 приводим схему теоретического базирования заготовки. Схема теоретического базирования указана на рисунке 3.1

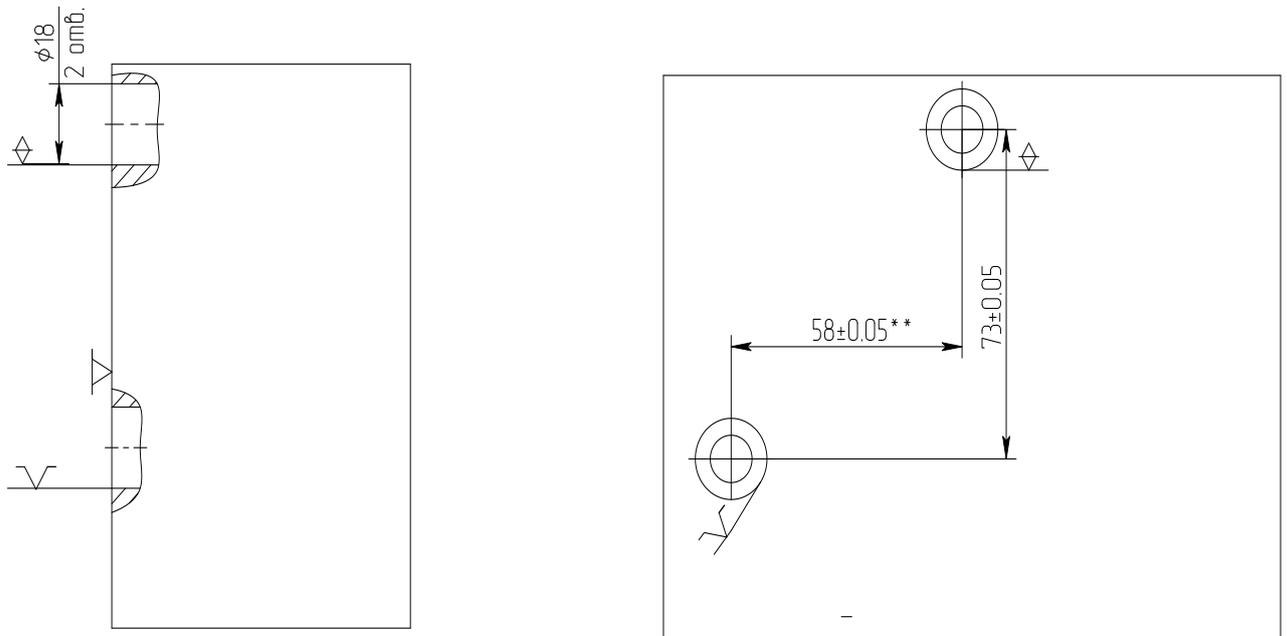


Рисунок 3.1 – Теоретическая схема базирования

Заготовка базируется по двум отверстиям $\varnothing 18$

3.1.2 Проектируемая схема приспособления.

Для операции 100 приводим схему зажимного приспособления. Схема зажимного приспособления указана на рисунке 3.2

Заготовка(2) базируется по круглой (5) и ромбической (4) базе на опорные торцы(3) и прижимается сверху «Г» - образными прижимами (1)

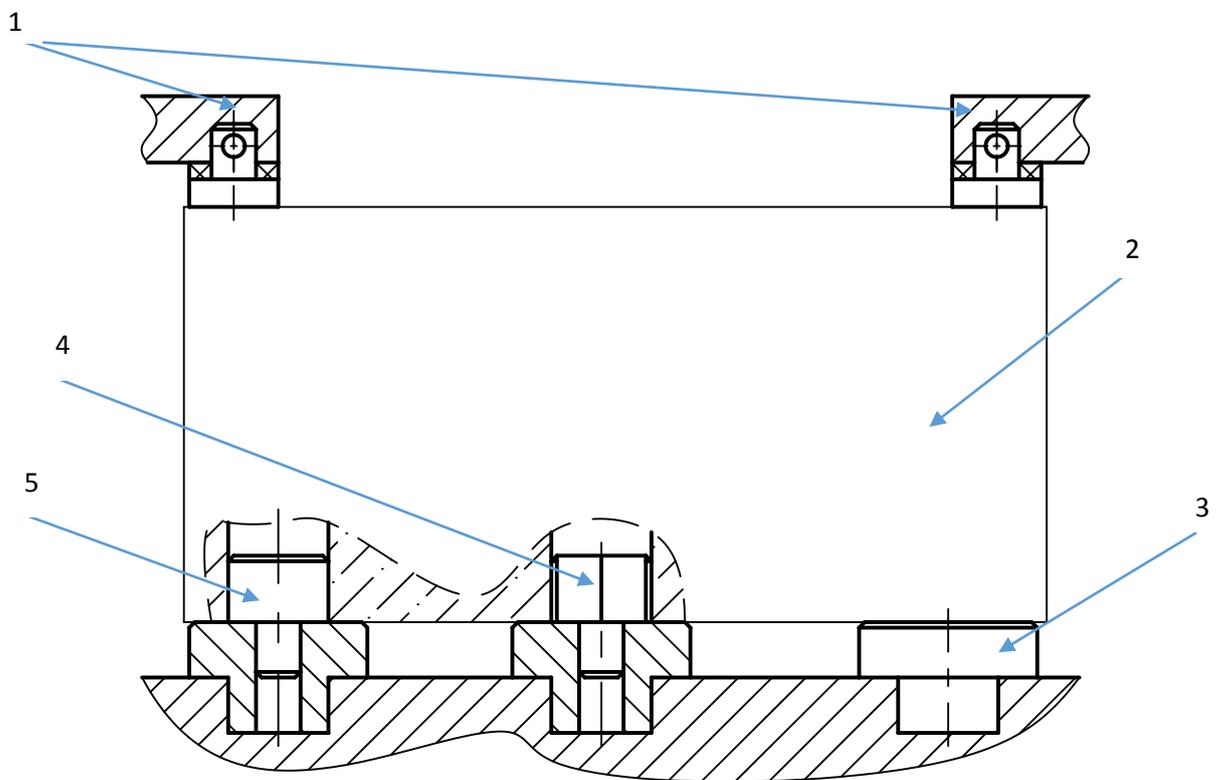


Рисунок 3.2 – Схема зажимного приспособления

3.2 Расчет зажимного механизма приспособления

Осевая сила Q необходима для зажатия равна обеспечивающей силе зажима W .
Необходимая сила зажима детали рассчитывается по формуле [13]:

$$W = 2P_z \cdot K \quad (3.27)$$

где P_z - окружная сила резания

K – коэффициент запаса ($K=1,4 \dots 2,6$) [5]

Найдем силу P_z [13]:

$$P_z = \frac{10C_p t^x s_z^y z}{D^q n^w} K_{мпл} \quad (3.28)$$

Коэффициенты определяем по таблице:

$C = 30; x=0,3; y=0,2; n=0; K=1,7; [5]$

t глубина резанья $t=0,3;$

подача $S=0.1$ мм/об $S_z=0.1/10=0.01$ мм/зуб. /5/

Скорость резания для данного вида обработки выбираем по таблице 100м/мин

Частота вращения шпинделя [5]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 100}{3,14 \cdot 49} = 650 \text{ мин}^{-1} \quad (3.29)$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 30 \cdot 0,3^{0,3} \cdot 0,01^{0,2} \cdot 10}{10^{0,86} \cdot 650^0} \cdot 1,7 = 1160 \text{ кгс}$$

Находим силу зажима W:

$$W = 1160 \cdot 2 \cdot 2 = 4640 \text{ кгс}$$

Находим осевую силу:

$$Q = W = 4640 \text{ кгс}$$

Рассчитаем диаметр пневмоцилиндра [13]

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{P \cdot \eta \cdot \pi}} + d, \quad (3.30)$$

где, P = 0,4 МПа - давление воздуха в сети

$\eta = 0,85$ – коэффициент, учитывающий потери в пневмоцилиндре [13]

d = 35 мм – диаметр штока поршня

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 4640}{0,4 \cdot 0,85 \cdot 3,14}} + 35 = 166 \text{ мм}$$

По [13] принимаем ближайший наибольший диаметр D = 170 мм.

3.3 Расчёт базирующих элементов приспособления

Расчёт базирующих элементов.

Приспособление базируется и крепится на планшайбе с помощью присоединительных элементов – болтов.

Рассчитываем, чему равна погрешность установки детали в приспособлении:

$$\epsilon_{\text{уст}} = \delta_{\text{баз}} + \delta_{\text{закр}} + \delta_{\text{пол. д.}} \leq TD,$$

где $\delta_{\text{баз}}$ – погрешность базирования;

$\delta_{\text{закр}}$ – погрешность закрепления;

$\delta_{\text{пол. д.}}$ – погрешность, зависящая от положения детали;

Погрешность базирования на столе станка равна 0,02 мм (из чертежа приспособления).

Погрешность закрепления равна нулю, т.к. смещение детали не допускается.

Условно примем $\delta_{\text{закр}}=0,01$

Погрешность положения детали равна 0,01 мм относительно приспособления (из чертежа приспособления).

Допуск на размер – $TD=0,4$ мм.

$$\varepsilon_{\text{уст}}=0,02+0,01+0,01 = 0,04$$

$$0,04 < 0,4$$

Условие соблюдается, следовательно, выбранные базирующие элементы пригодны для данной операции.

3.4 Расчёт элементов приспособления

В данном приспособлении наиболее слабым звеном является ось крепления штока с планкой, которую нужно рассчитать на срез:

$$\tau_{\text{ср}} = Q / F \leq [\tau_{\text{ср}}];$$

где $[\tau_{\text{ср}}]$ - допускаемое напряжение среза;

Q – сила приложенная к оси;

F - площадь среза на плоскости перпендикулярной оси.

$$F = \pi D^2 / 4 = 3,14 \cdot 5^2 / 4 = 39,25 \text{ мм}^2;$$

$$[\tau_{\text{ср}}] = \tau_{\text{пред}} / [n];$$

где $\tau_{\text{пред}}$ - предельное напряжение;

[n] - требуемый запас прочности.

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{4640}{39,25 \cdot 2} = 59,2 \text{ МПа} < [\tau_{\text{ср}}] = 216 \text{ МПа}.$$

Условие соблюдается, значит ось обладает достаточной прочностью.

3.5 Описание работы приспособления

Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление детали, а также постоянное во времени положение детали относительно стола станка и режущего инструмента с целью получения необходимой точности размеров, удобство установки, закрепления и снятия детали [13]. Зажимное пневматическое приспособление показано на рисунке 3.3

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

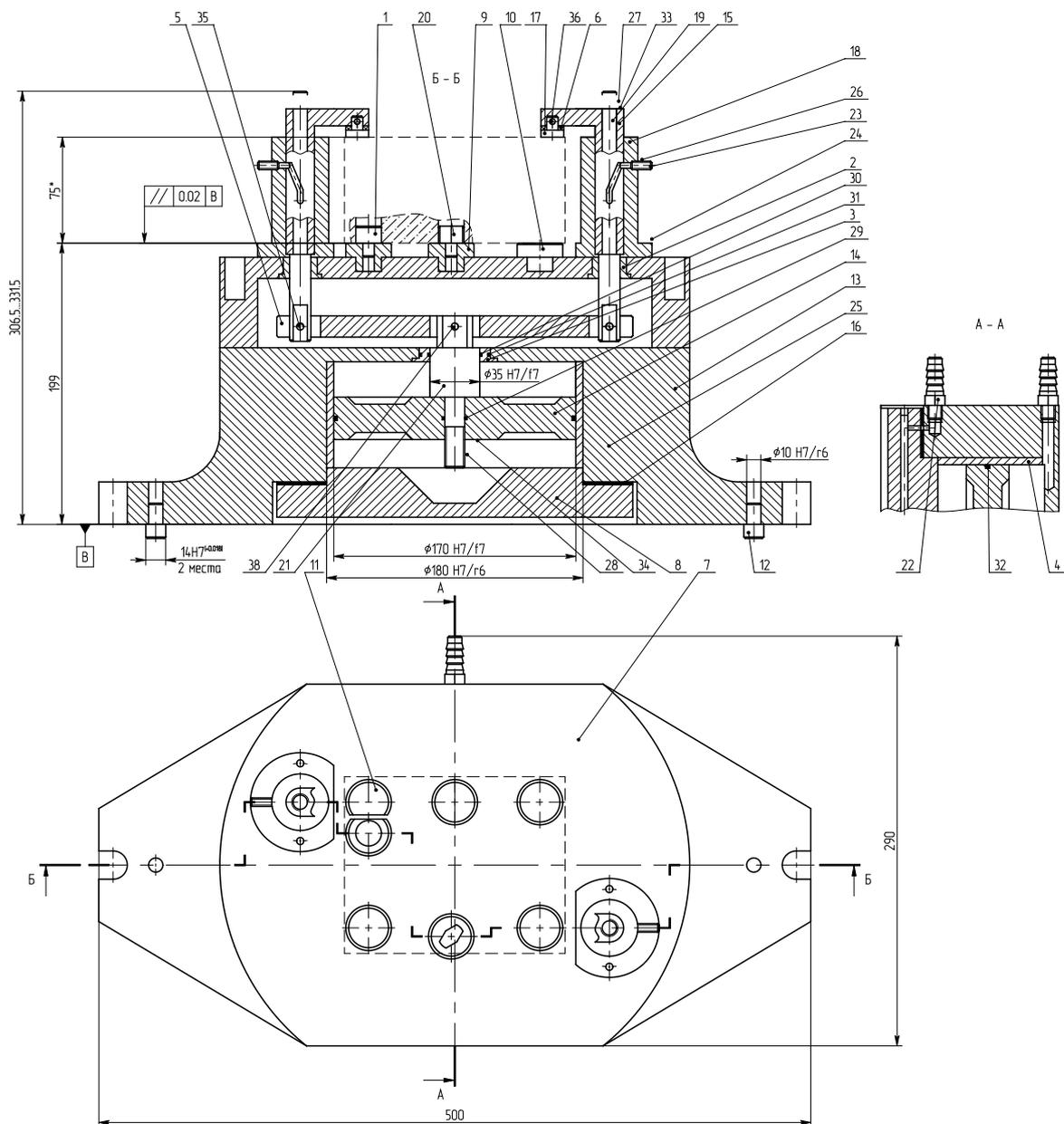


Рисунок 3.3- Зажимное пневматическое приспособление

Оптимальным является данный вариант, т.к. позволяет снизить вспомогательное время, трудоемкость и себестоимость изделия, и, следовательно, повысить прибыль.

Установочной частью приспособления является корпус 7, который устанавливается на стол станка установочными пальцами и через пазы закручиваются установочные болты, которые закрепляют приспособление на станке.

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

Зажим детали происходит следующим образом. Воздух под давлением $P=0,4$ МПа подается в полость через штуцер. Поршень перемещается вверх и толкает торцом шток, который соединен с планкой. от планки усилие передается на два штока которые обеспечивают движение рычага. Г-образные рычаги с прижимом поднимаются вверх. Освобождается место для установки обрабатываемой детали. Деталь устанавливается на базовый штырь и фиксатор. Воздух подается в другую полость (через 2ой штуцер), поршень перемещается вниз и тянет за собой шток с планкой и шайбой и гайками опускает рычаг, прижим упирается своим торцом в деталь – деталь зажата. Производится обработка детали. Отжим прижимов, снятие, установка новой детали производится в таком же порядке.

3.6 Проектирование режущего инструмента

3.6.1 Резьбовая фреза

В разработанном техпроцессе применяю резьбовую фрезу из быстрорежущей стали P18 [6].

1) Наружный диаметр фрезы $D=10$ назначаю конструктивно по применению к обрабатываемой детали, конус Морзе также конструктивно (№2) исходя из-за диаметра режущей части и присоединительной части станка.

2) Ввиду того, что фреза в процессе обработки совершает осевое перемещение размер l_u - в расчёт не принимается по аналогии с покупным инструментом, таким образом $l=(4...6) \cdot P=6 \cdot 1,5=9$ мм.

3) Число зубьев фрезы

$$z = 1.75 \sqrt{D} = 1.75 \sqrt{10} = 5.5$$

принимаем $z=4$

4) Задний угол α при вершине зубьев берут равным 8^0-12^0 ;

принимаем $\alpha=8^0$

5) Затылование

$$K = \frac{\pi D}{z} \operatorname{tg} \alpha_s, \text{ мм.},$$

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

$$K = \frac{3,14 * 10}{4} \operatorname{tg} 8^\circ = 1,1 \text{ мм.}$$

б) Размер элементов канавки для выхода стружки :

глубина канавки $H_k = h + K + r$, мм.,

где h - высота профиля зуба;

r - радиус закругления для канавки.

$$H_k = 0,96 + 1,1 + 0,2 = 2,26$$

Угол $\omega = 45^\circ$ так как $D < 30$ мм.

7) Для исключения искажения профиля резьбы и также по аналогу с покупным инструментом назначаю передний угол $\gamma = 0^\circ$.

8) Фрезу получают сварным способом. Режущую часть фрезы изготавливают из быстрорежущей стали P18. Твёрдость режущей части 62...65 HRC. Хвостовик изготавливают из углеродистой стали 45, твердостью 30...40 HRC.

9) Остальные технические требования - согласно ГОСТ 1336-88.

10) Расчет на прочность:

в данном случае слабым звеном является шейка которая испытывает изгиб.

$$\sigma_{\text{из}} = \frac{M_{\text{кр}}}{Y} \cdot y \leq [\sigma_{\text{из}}], \text{ МПа.};$$

где $M_{\text{кр}}$ - крутящий момент ;

Y -осевой момент инерции;

y -расстояние до нейтральной оси.

$$M_{\text{кр}} = 10 C_m D^q P^y K_p, \text{ Н} \cdot \text{мм.};$$

где C_m , y , q – коэффициент и показатели степени;

D – номинальный диаметр;

P – шаг резьбы;

K_p – поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала.

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0,22 \cdot 6^{1,8} \cdot 1^{1,5} \cdot 0,8 = 44,2 \text{ Н} \cdot \text{мм};$$

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

$$Y = 0.1d^3 = 0.1 \cdot 10^3 = 100 \text{м}0^3;$$

$$\sigma_{\text{из}} = \frac{44,2}{100} \cdot 5 = 2,21 \text{м},2 \leq [\sigma_{\text{из}}] = 100 \text{м}00 .$$

Условия соблюдаются, значит шейка обладает достаточной прочностью

Резьбовая фреза показана на рисунке 3.4

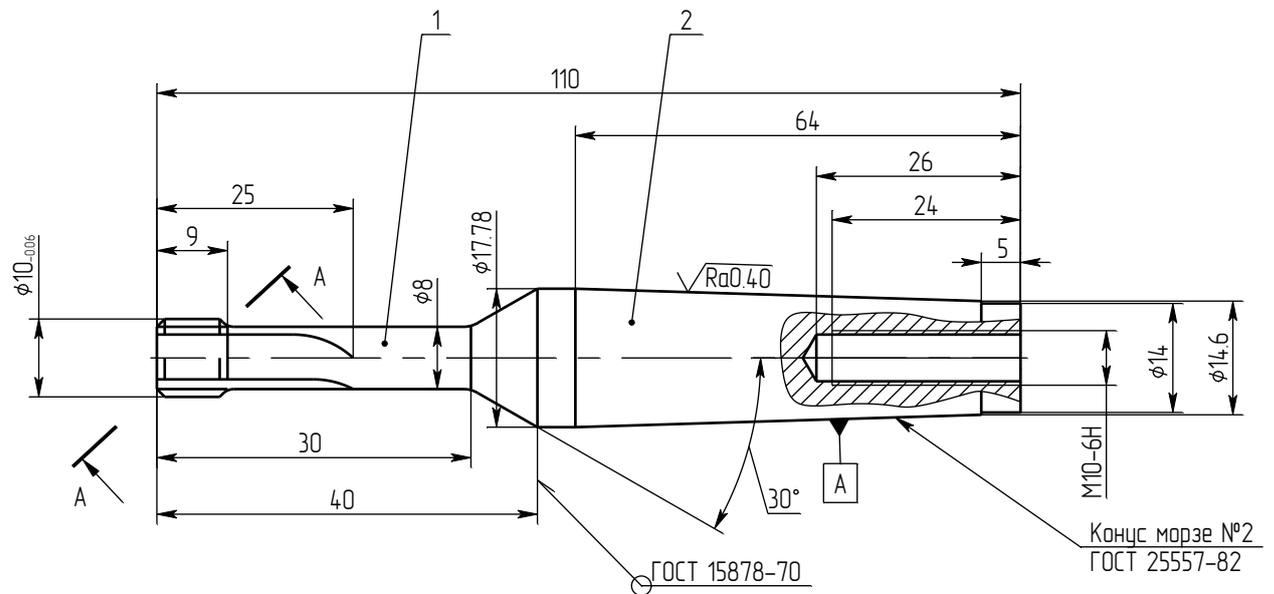


Рисунок 3.4 – Резьбовая фреза.

3.6.2 Грибковая фреза

В разработанном техпроцессе применяю грибковую фрезу из быстрорежущего сплава P6M5 [7].

Была спроектирована грибковая фреза для обработки угла в 60°

Принимаем:

Материал заготовка из быстрорежущего сплава P6M5. [4]

Обрабатываемый материал: АК8. [2]

Шероховатость по задней и передней поверхности по 9 классу. [10]

Передний угол $\gamma = 16^\circ$; Задний угол $\alpha = 15^\circ$; [10]

$R_z = 460,5 \text{ Н}$ – сила резания при обработке.

Суммарный момент:

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

$$M_{сум} = \sqrt{\left(\frac{3}{16} Pl\right)^2 + \left(\frac{PzD\phi}{2}\right)^2}, \quad (3.8)$$

$$M_{сум} = \sqrt{\left(\frac{3}{16} 148 \cdot 1,35\right)^2 + \left(\frac{460,5 \cdot 9,5}{2}\right)^2} = 22528,2 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Диаметр хвостовика[7]:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{сум}}{0,1 \cdot \sigma}}, \quad (3.9)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{22528,2}{0,1 \cdot 320}} = 8,9 \text{ мм}$$

Принимаем диаметр хвостовика $d=10$ мм.

Грибковая фреза показана на рисунке 3.5

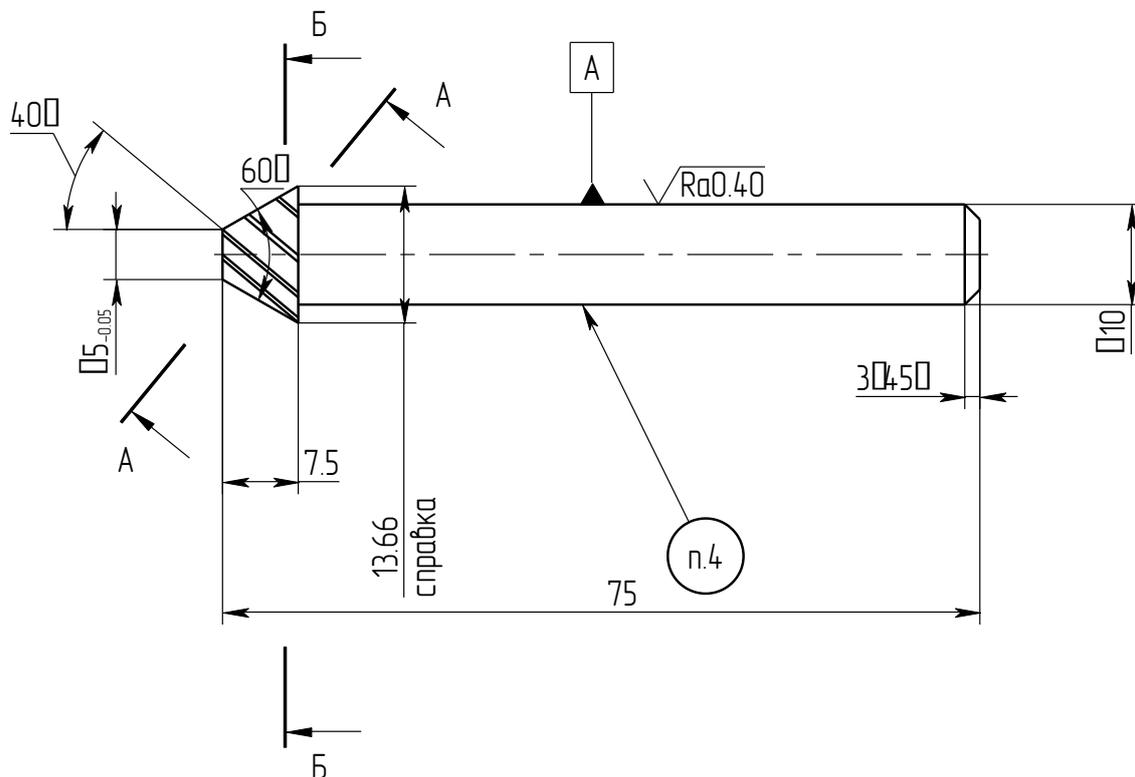


Рисунок 3.5- Грибковая фреза

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

3.7 Мерительный инструмент

3.7.1 Проектирование прибора для контроля перпендикулярности торца относительно резьбы

В качестве мерительного приспособления в данном проекте разработаны приборы для контроля перпендикулярности торца относительно резьбы М20х1,5-6Н ;М14х1.5-6Н;М27х1.5-6Н;М27х2-6Н;М36х2-6Н[2,15]. Контрольные приспособления показаны на рисунке 3.6.

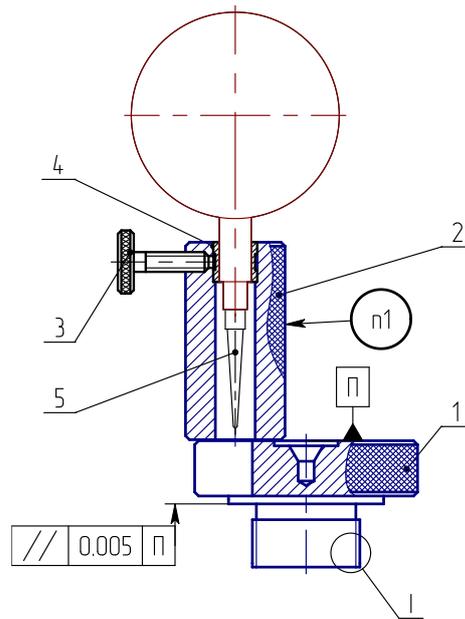


Рисунок 3.6 - Приборы для контроля перпендикулярности торца относительно резьбы.

3.7.2 Разработка схемы базирования.

На рисунке 3.7 показана схема базирования контрольного приспособления.

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

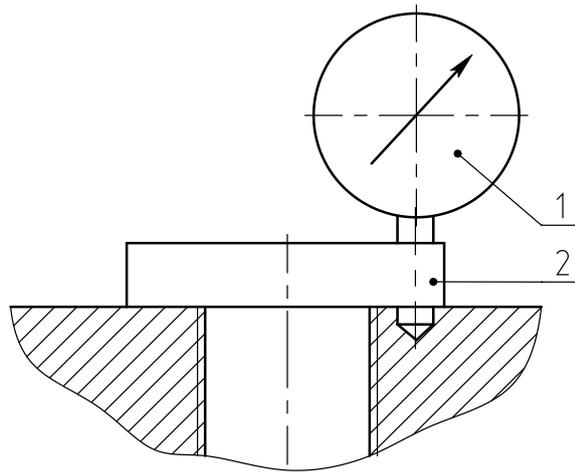


Рисунок 3.7 – Схема базирования контрольного приспособления.

Погрешность измерения должна быть равна 25...30% от значения контролируемого параметра.

Формула для расчета погрешности измерения будет иметь вид :

$$\omega_{\text{изм}} = \omega_y + \omega_c + \omega_d$$

где ω_y - погрешность установки детали в контрольном приспособлении ($\omega_y = 0,005\text{мм}$);

ω_c - погрешность статической настройки ($\omega_c = 0,01 \text{ мм}$);

ω_d - погрешность динамической настройки ($\omega_d = 0$).

$$\omega_{\text{изм}} = 0,005 + 0,01 + 0 = 0,015\text{мм}.$$

Это составляет 30% от значения контролируемого требования, а значит точность измерения – обеспечивается.

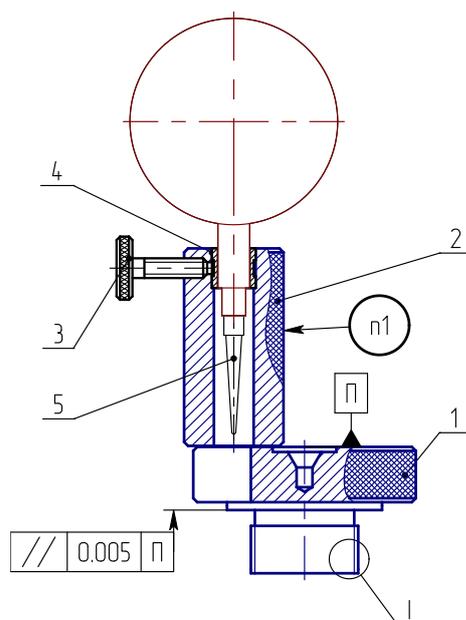
3.8 Описание принципа работы прибора контроля.

Принцип работы : корпус (поз.1) вворачивается в резьбовое отверстие детали. Данная деталь выполнена набором из 7 деталей с разными диаметрами резьбы. При установке подбирается деталь с наименьшим зазором по резьбе. Торцы корпуса выполнены по отношению друг к другу с параллельностью 0,005мм. На верхний торец корпуса устанавливается втулка (поз.2) с индикаторными часами. Ножка индикатора через пазы в корпусе контактирует с поверхностью измеряемой детали. Индикатор настраивают на «0» и устанавливая в нескольких положениях на корпусе снимают показания. Величина между наибольшим и наименьшим показаниями индикатора – есть величина перпендикулярности.

									Лист
									82
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.05.2018.088.00 ПЗ

- 1-сменный корпус
- 2-втулка
- 3-зажимной винт
- 4-индикаторные часы
- 5-ножка



Выводы по разделу три.

В конструкторском разделе спроектировано зажимное приспособление, резьбовая фреза для нарезания резьб, грибковая фреза для обработки угла в 60° , прибор для контроля перпендикулярности торца относительно резьбы.

4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1 Исходные данные

Исходные данные для расчета строительного раздела приведены в таблице 4.1

Таблица 4.1

№ операции	Тип и модель станка	T _о	T _в	T _{пз}	T _{шт}
10 фрезерная	универсально-фрезерный «679»	5,56	1,2	10	7,02
20 фрезерная	универсально-фрезерный «679»	5,56	1,2	10	7,02
30 фрезерная	универсально-фрезерный «679»	5,56	1,2	10	7,02
40 фрезерная	универсально-фрезерный «679»	5,56	1,2	10	7,02
50 фрезерная	универсально-фрезерный «679»	4,15	1,2	10	5,76
60 фрезерная	универсально-фрезерный «679»	4,15	1,2	10	5,76
70 сверлильно-расточная	обрабатывающий центр «МС12-250М-2»	41,4	7	15	49,32
90 сверлильная	горизонтально-сверлильный «ГС12-1»	16,05	1,48	15	17,96
100 сверлильно-фрезерно-расточная	MAZAK NEXUS 5000 - 2	104,08	10,02	20	124,4
110 сверлильная	вертикально-сверлильный «2Н125»	6,86	1,4	15	8,98

Технологическое оборудование:

– универсально-фрезерный «679»– габаритные размеры 1400×1250мм;

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

- обрабатывающий центр «МС12-250М-2»– габаритные размеры 4335×3852 мм;
- горизонтально-сверлильный «ГС12-1»– габаритные размеры 3910×2550 мм;
- MAZAK NEXUS 5000 - 2– габаритные размеры 5000×5000 мм;
- вертикально-сверлильный «2Н125» – габаритные размеры 1840×1500мм.

4.2 Состав и количество рабочих

Определение годового приведенного выпуска детали-представителя и количества наименований однородных деталей, обрабатываемых на участке. Расчет количества деталей в партии, норм штучно-калькуляционного времени и расценок.

Годовой приведённый выпуск деталей $N_{пр}$, т.е. условное количество типовых деталей, трудоёмкости обработки которых равна трудоёмкости всех деталей, закреплённых за участком определяется исходя из производственной мощности участка и наиболее рационального использования оборудования по формуле:

$$N_{пр} = M_{г} * K_{з} = \frac{F_{д} K_{з} 60}{T_{шт.ср} \cdot (1 + \alpha)}, \text{ шт}, \quad (4.1)$$

где $M_{г}$ - годовая производственная мощность.

$K_{з} = 0.8 - 0.85$ - коэффициент загрузки оборудования принимаем равным, что характеризует достаточно полное использование оборудования и наличие необходимого резерва времени.

$F_{д} = 4015$ часов - действительный годовой фонд работы оборудования.

$T_{шт.ср}$ - среднее штучное время на операции, мин;

$\sigma = 0.05 - 0.08$ коэффициент допустимых потерь на переналадку для среднесерийного производства, принимаем 0,07

$$T_{шт.ср} = \frac{7,02 + 7,02 + 7,02 + 7,02 + 5,76 + 5,76 + 49,32 + 17,96 + 124,4 + 8,98}{10} = 24 \text{ мин}$$

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

$$N_{\text{пр}}=4015*0,8*60/24*(1+0,07) = 7498 \text{ шт.}$$

Расчётное значение $N_{\text{пр}}$ округляется до целой величины, удобной для последующих расчётов.

Принято $N_{\text{пр}} = 7500$ шт.

Годовой объём выпуска детали представителя $N_{\text{год}}$ определяется в пределах

$$N_{\text{год}} = N_{\text{пр}} / K_{\text{зо max}} \dots N_{\text{пр}} / K_{\text{зо min}}, \text{ шт,} \quad (4.2)$$

где $K_{\text{зо}}$ - коэффициент закрепления операций (для среднесерийного производства 11-20).

$$N_{\text{год}} = 7500/11 \dots 7500/20 = 685 \dots 375 \text{ шт.}$$

Принято $N_{\text{год}} = 500$ шт.

Количество наименований деталей обрабатываемых на участке, определяется по формуле:

$$M_{\text{д}} = N_{\text{пр}} / N_{\text{год}}, \text{ шт,} \quad (4.3)$$

$$M_{\text{д}} = 7500/500 = 15 \text{ шт.}$$

Принимаем $M_{\text{д}} = 15$ шт.

При планомерном течении года выпуске продукции и закрепление за каждым рабочим место одной операции $K_{\text{зо}} = M_{\text{д}}$

В данном случае $M_{\text{д}} = 15$ шт находится в пределах величины $K_{\text{зо}} = 11-20$ для среднесерийного производства, что соответствует заданию проекта.

Определение количества деталей в партии. Минимальное число деталей в партии определяется по формуле

$$P_{\text{д}} = T_{\text{пзв}} / T_{\text{шт}} \cdot \sigma, \text{ шт,} \quad (4.4)$$

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

$$Пд = 10/5,76 \cdot 0,07 = 25 \text{ шт,}$$

где $T_{пзв}$ - подготовительно-заключительное время на ведущей операции в мин. Остальные обозначения прежние.

Расчетная величина партии корректируется таким образом, чтобы она была не меньше полсменного выпуска деталей и кратна годовому приведённому выпуску деталей.

Выпуск деталей за половину смены $\frac{1}{2} N_{см}$ определяется из следующей зависимости[16]:

$$\frac{1}{2} N_{см} = T_{оп.см} / 2T_{оп} \quad (4.5)$$

где $T_{оп. см}$ – оперативное время за смену, принимается равным 300 мин;

$T_{оп.}$ – норма оперативного времени на ведущей операции ($T_o + T_b$)

$$T_{оп} = 4,15 + 1,2 = 5,35 \text{ мин}$$

$$\frac{1}{2} N_{см} = 300/2 \cdot 5,35 = 28 \text{ шт}$$

$$\frac{1}{2} N_{см} = 30 \text{ шт}$$

Принимаем $n=60$ шт

Норма штучно-калькуляционного времени $T_{шк}$ на операцию определяется по формуле:

$$T_{шк} = T_{шт} + T_{пз} / Пд, \text{ мин.} \quad (4.6)$$

Сдельная расценка на операцию рассчитывается по формуле:

$$Рсд = (T_{ст} \cdot T_{шк}) / 60, \text{ руб,} \quad (4.7)$$

где $T_{ст}$ - часовая тарифная ставка соответствующего разряда работы.

Расчёт норм штучно-калькуляционного времени и расценок целесообразно представить в таблице 6.2.

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87

Таблица 6.2 - Расчет норм Тшк и сдельных расценок

Номер операции	Тшт мин.	Тпз мин.	Пдшт.	Тшк мин	Тс руб.	Разряд рабочих	Рс руб.
10,20,30,40	7,02	10	60	7,19	39,7	4	4,09
50,60	5,76	10		5,93	39,7	4	4,03
70	49,32	15		49,57	50,7	5	42,2
90	17,96	15		18,21	50,7	5	15,68
100	124,4	20		124,7	50,7	5	105,8
110	8,98	15		9,23	50,7	4	8,07

$$\sum \text{Тшк} = 242,7 \text{ мин.}$$

Итого трудоёмкость обработки деталей:

$$\text{Тд} = \sum_1^{\text{тон}} \text{Тшк} = 242,7 \text{ мин}$$

Общая трудоёмкость годового приведённого выпуска деталей Тгод общ. в нормо-часах:

$$\text{Тгод общ.} = \left(\sum_1^{\text{тон}} \text{Тшк} \cdot \text{Nпр} \right) / 60, \text{ н-ч,} \quad (4.8)$$

$$\text{Тгод общ.} = 242,7 \cdot 7500 / 60 = 30331 \text{ н.ч.}$$

4.3 Определение потребного количества оборудования и коэффициента его загрузки.[17]

Исходя из трудоёмкости обработки годового приведённого выпуска по каждой операции рассчитывается потребное количество станков.

Расчётное количество станков $S_{расч}$ на каждой операции определяется по формуле:

$$S_{расч} = (T_{шк} \cdot N_{пр}) / (F_{д} \cdot 60), \text{ шт.} \quad (4.9)$$

Расчётное количество станков (дробное) округляется в большую сторону, т.е. получают принятое количество станков $S_{пр}$ коэффициент загрузки оборудования $K_з$ на данной операции определяется по формуле:

$$K_з = S_{расч} / S_{пр} \quad (4.10)$$

Средний коэффициент загрузки оборудования по участку определяется по формуле:

$$K_{з.ср.} = \sum S_{расч} / \sum S_{пр} \quad (4.11)$$

Расчетное количество станков представим в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Расчетное количество станков и их коэффициент загрузки

Номер операции	Тип и модель станка	$N_{пр}$ шт.	$F_{д}$ ч.	$T_{шк}$ мин	$S_{расч}$ шт	$S_{пр}$ шт	$K_з$		
10,20,30, 40,50,60	Универсально-фрезерный «679»	7500	4015	42,62	1,26	2	0,63		
70	Обрабатывающий центр «MC12-250M-2»			49,57	1,55	2	0,77		
90	Горизонтально-сверлильный «ГС12-1»			18,21	0,57	1	0,57		
100	MAZAK NEXUS 5000 - II			124,7	3,89	4	0,89		
110	Вертикально-сверлильный			9,23	0,3	1	0,3		
							7,57	10	0,76

$K_3 \text{ ср.} = 7,57/10=0,76.$

4.4 Определение производственной площади участка

Производственную площадь рассчитываем по средним удельным площадям на единицу оборудования.[17]

$$F_{\text{пр}} = f_{\text{ср}} \cdot C_{\text{пр}} \cdot K_{\text{пл}}, \quad (4.12)$$

Где $f_{\text{ср}}$ - средняя удельная площадь на единицу оборудования для механических цехов ($15 \dots 25 \text{ м}^2$), для средних станков принимаем 20 м^2 ;

$K_{\text{пл}}$ - 1,3-1,4 – коэффициент, учитывающий площадь главного проезда,

принимаем $K_{\text{пл}} = 1,4$;

$C_{\text{пр}}$ - число принятых станков.

$$F_{\text{пр}} = 20 \cdot 10 \cdot 1,4 = 280 \text{ м}^2$$

4.5 Определение количества производственных рабочих, их средней квалификации и уровня производительности труда.[17]

Анализ возможности многостаночного обслуживания.

Многостаночное обслуживание является одним из направлений повышения эффективности производства, так как обеспечивается сокращение численности производственных рабочих и рост производительности труда.

Многостаночное обслуживание применяется на станках с достаточно высоким уровнем автоматизации. Наилучшие возможности имеются при наличии нескольких одинаковых станков, выполняющих одну и ту же операцию, т.е станков-дублеров.

При выполнении операций, включающих два и более переходов, выполняемых на универсальных станках с ручным управлением, для определения возможности многостаночного обслуживания необходимо построить циклограмму многостаночного обслуживания. Количество станков - дублеров, которое может обслужить один рабочий S_m , определяются исходя из соотношения машино-автоматического и ручного времени по формуле:

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

$$S_M \leq \frac{T_{\text{м.авт}}}{T_{\text{руч}}} + 1, \text{ шт}, \quad (4.13)$$

где $T_{\text{руч}}$ - время выполнения ручных приемов, а также время на наблюдение за работой станков и на переходы от станка к станку, мин.

$$T_{\text{руч}} = T_{\text{ву}} + T_{\text{наб}} = 6,45 + 0,4 = 6,85 \text{ мин}, \quad (4.14)$$

где $T_{\text{ву}} = 6,45$ - вспомогательное время на установку и снятие детали, мин.

$T_{\text{наб}} = 0,4$ - время на наблюдение за работой станка и на переходы от станка к станку, мин.

$$T_{\text{м. авт}} = T_0 + T_{\text{м.в}} - \text{машинно-автоматическое время, мин}, \quad (4.15)$$

где $T_{\text{м.в}} = 3,57$ - машинно - вспомогательное время, мин.

$$T_{\text{м. авт}} = 104,08 + 3,57 = 107,65 \text{ мин},$$

$$S_M \leq 1 + 107,65/6,85 = 15,72, \text{ шт}.$$

S_M принимается путем округления расчетного значения в меньшую сторону с учетом фактического (принятого) количества станков на данной операции и равномерного распределения работы между рабочими.

Принято $S_M = 4$, так как операция выполняется на 4 станках. Для остальных моделей станков величина S_M принята равной единице, поскольку операции, выполняемые на этих станках, состоят из двух и более переход и непрерывное машинно-автоматическое время является непродолжительным.

Циклограмма многостаночного оборудования представлена на рисунке 4.1.

График загрузки оборудования представлен на рисунке 4.2.

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91

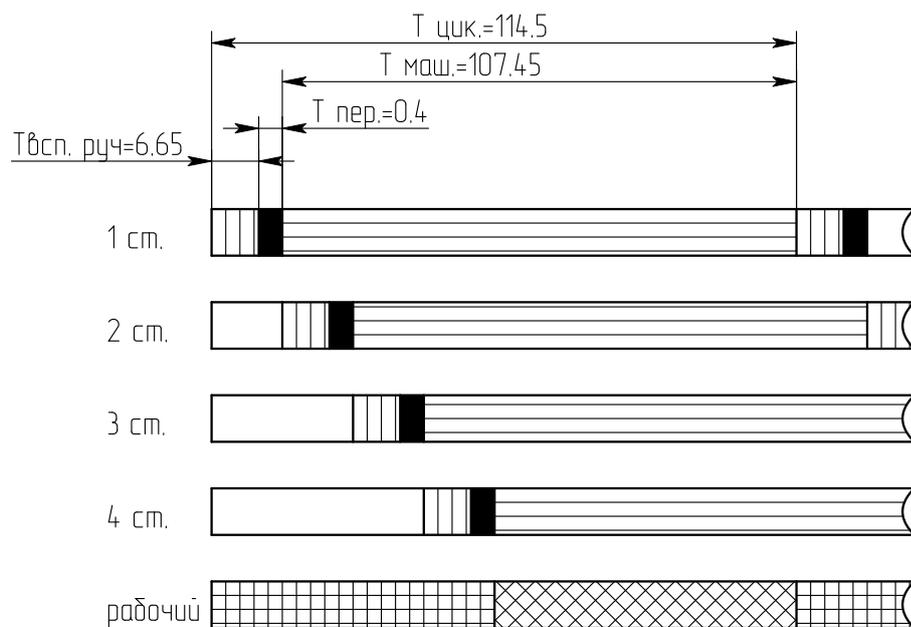


Рисунок 4.1 - Циклограмма многостаночного оборудования

где - Т ручн, - Т свободное, - Т авт, - Т занятости рабочего.

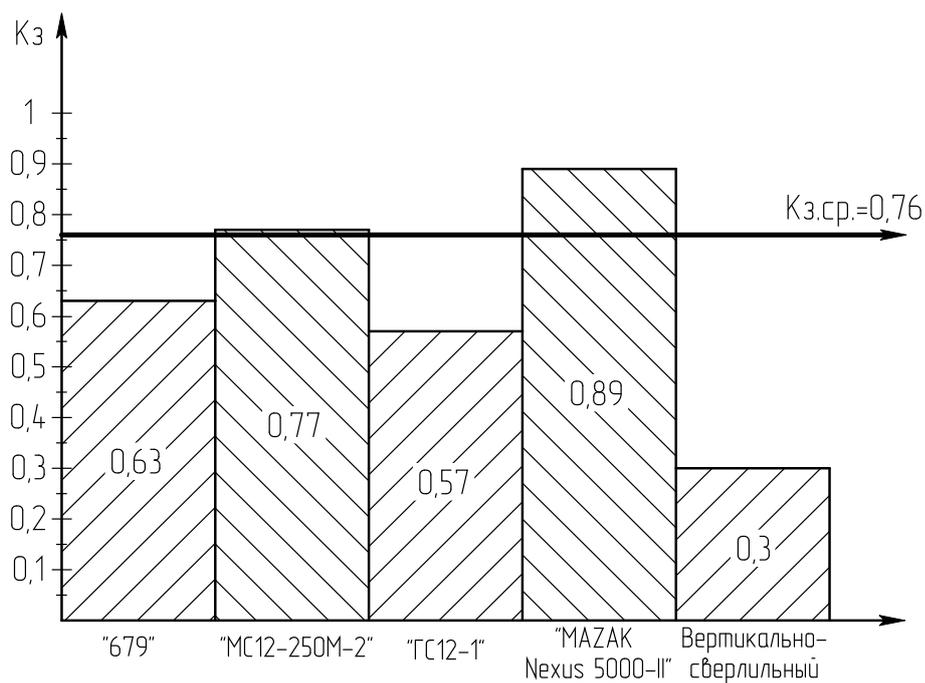


Рисунок 4.2 - График загрузки оборудования

Определение количества производственных рабочих.

Расчет численности производственных рабочих $R_{п}$ производится по каждой профессии в разряде (по операциям), исходя из трудоемкости работ за год по формуле:

$$R_{п.расч.} = (T_{шк} \cdot N_{пр}) / (F_{др} \cdot 60 \cdot S_{м}), \text{ чел,} \quad (4.16)$$

где $F_{др}$ - действительный годовой фонд времени производственного рабочего. (1860).

Результаты расчёта сведены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 - Расчет численности производственных рабочих

Номер операции	Спр, шт	Профессия рабочих	Разряд, i	Тшк, мин.	N пр, шт	F др, ч	S м, шт	Rп расч, чел.	Численность рабочих, чел.		
									Всего Rп	1 смена	2 смена
10,20,30 40,50,60	2	Фрезеровщик	4	42,62	7500	1860	1	1,46	2	2	-
70	2	Оператор	5	49,57			2	1,67	2	1	1
90	1	Оператор	5	18,21			1	1,25	2	1	1
100	4	Оператор	5	124,7			4	2,14	2	1	1
110	1	Сверловщик	4	9,23			1	0,63	1	1	-
Итого:	10									9	6

Численность вспомогательных рабочих при укрупненном проектировании принимаем в зависимости от числа основных рабочих – 20 % по формуле

$$R_{всп} = R_{ст} \cdot 0,2 \text{ чел,} \quad (4.17)$$

$$R_{\text{всп}} = 10 \cdot 0,2 = 2 \text{ чел.}$$

Численность ИТР принимаем при укрупненном проектировании в зависимости от количества станков в цехе по формуле[16]

$$R_{\text{ИТР}} = C \cdot 0,15 \text{ чел,} \quad (4.18)$$

$$R_{\text{ИТР}} = 10 \cdot 0,15 = 1,5 \text{ чел.}$$

Численность младшего обслуживающего персонала определяют по норме один человек на 500 – 600 м² площади конторских и бытовых помещений.

$$R_{\text{моп}} = \frac{10}{500} = 0,02 \text{ чел.}$$

Таблица 4.5 – Состав и численность производственных рабочих

№ оп.	С _п р, шт.	Профессия рабочего	Тари ф. разря д	Т _{штг} .к, мин	N _п р, шт.	F г, час ы	P, чел	Числ-ть рабочих			
								вс ег о	1 см.	2 см.	
10, 20 30, 40 50, 60	2	Фрезеров щик	4	47,1	7500	1860	3,16	3	2	1	
70	2	Оператор.	5	51,2			1,72	2	1	1	
90	1	Оператор.	5	19,84			1,33	2	1	1	
100	4	Оператор	5	127,4			2,14	2	1	1	
110	1	Сверловщи к	4	10,86			0,73	1	1	-	
	10	Итого							10		

4.3 Выбор и определение транспортных средств.

В качестве многооперационных средств для транспортирования продукции служат устройства с различной степенью механизации и автоматизации.

Распространённым средством для межоперационного транспортирования деталей являются электротележки. Заготовки могут транспортироваться навалом на платформе, а детали после обработки в таре.

Потребное количество электротележек определим по формуле[16]

$$T = \frac{Q \cdot i}{q \cdot 60 \cdot \Phi_n \cdot m \cdot K_1} \cdot \left(\frac{l_{cp}}{v_{cp}} + t_3 + t_p \right), \text{ шт.} \quad (4.19)$$

где Q – годовой грузопоток деталей (заготовок), $Q = 7500$;

q – заполнение электротележки за один рейс, $q = 75$;

i – количество транспортных операций за один рейс (туда и обратно), $i = 2$;

Φ_n – номинальный годовой фонд времени работы электротележки в одну смену, $\Phi_n = 2070$ час;

K_1 – коэффициент, учитывающий простой тележки, $K_1 = 0,85$;

l_{cp} – средний пробег электротележки туда и обратно, $l_{cp} = 28$ м;

v_{cp} – средняя скорость электротележки, $v_{cp} = 10$ м/мин;

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

t_3, t_p – время одной загрузки и одной разгрузки тележки, $t_3, t_p = 10$ мин.

$$T = \frac{7500 \cdot 2}{75 \cdot 60 \cdot 2070 \cdot 2 \cdot 0,85} \cdot \left(\frac{28}{10} + 10 + 10 \right) = 1 \text{ шт.}$$

4.4 Расчёт площадей для складирования заготовок и деталей

Склады заготовок находились в цехах-потребителях. Цеховой склад заготовок предназначен для обеспечения бесперебойного обеспечения станков материалами и заготовками.

Площадь цехового склада заготовок или дооперационного задела определим по формуле[16]

$$F_{CЗ} = \frac{Q_{чep} \cdot t}{260 \cdot q \cdot K_{и}}, \text{ м}^2 \quad (4.20)$$

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		95

где $Q_{\text{чер}}$ – масса материала годового объёма выпуска, $Q_{\text{чер}} = 33,75$ т;

t – среднее количество дней, в течение которых материал и заготовки хранятся на складе до поступления на обработку, $t = 12$;

q – средняя допустимая нагрузка на 1 м^2 полезной площади пола, $q = 8 \text{ т/м}^2$;

$K_{\text{и}}$ – коэффициент полезной площади складирования, $K_{\text{и}} = 0,3$.

$$F_{\text{сз}} = \frac{33750 \cdot 12 \cdot 60}{260 \cdot 8 \cdot 0,3 \cdot 1000} = 38,94 \text{ м}^2.$$

Потребную площадь для промежуточного склада рассчитывают по формуле, аналогично формуле для площади склада

$$F_{\text{сд}} = \frac{Q \cdot t_1}{260 \cdot q_1 \cdot K_{\text{и}}}, \text{ м}^2 \quad (4.21)$$

где Q – масса деталей годового объёма выпуска, подлежащих хранению, $Q = 26,25$ т;

t_1 – число рабочих дней запаса, $t_1 = 12$;

q_1 – средняя допустимая нагрузка на 1 м^2 , $q_1 = 10 \text{ т/м}^2$;

$K_{\text{и}}$ – коэффициент полезной площади складирования, $K_{\text{и}} = 0,25$.

$$F_{\text{сз}} = \frac{26250 \cdot 12 \cdot 60}{260 \cdot 10 \cdot 0,25 \cdot 1000} = 29,08 \text{ м}^2.$$

4.5 Выбор способа транспортировки стружки

В результате механической обработки металлов резанием образуется стружка, массу которой можно определить как разность веса заготовок и деталей из расчёта годового выпуска.

Для облегчения транспортирования длина стружки должна быть не более 200 мм, а диаметр спирального витка 20...30 мм.

Техническое решение по организации сбора и транспортирования стружки зависит от годового количества стружки, образовавшейся на 1 м^2 участка. Масса стружки на 1 м^2 рассчитывается по формуле[16]:

$$K = \frac{M_{\text{ст}} \cdot N}{S}$$

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		96

$$K = \frac{M_{ст} * N}{S} = \frac{(M_3 - M_д) * N}{S} = \frac{(4.5 - 3.5) * 7500}{348} = 0,03 \text{ т.}$$

При количестве стружки до 0,3 т/м² в год, целесообразно собирать стружку в специальные емкости и доставлять к месту сбора или переработки напольным транспортом.

4.7 Выбор типов формы и определение размеров здания

Механические цеха обычно размещают в зданиях, имеющих один или несколько пролётов. Основными строительными параметрами такого здания являются:

- L – ширина пролёта (расстояние между осями колонн);
- t – шаг колонн (расстояние между их поперечными осями);
- Н – высота пролёта (расстояние от уровня пола до нижней части несущей конструкции).

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

Сетку колонн (L × t) и высоту Н выбираем из унифицированного ряда величин.

Для получения ширины пролёта равной 18 м, выбираем высоту цеха до нижнего пояса ферм 10,8 м, высоту головки кранового рельса 6,95 м, тип крана электрический мостовой с грузоподъемностью 5 т.

Исходя из максимальной высоты оборудования, минимального расстояния между перемещаемым грузом, а также высоты транспортируемых грузов и конструкции крана определяем высоту до головки подкранового рельса по формуле

$$H_k = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, \quad (4.22)$$

где h_1 – максимальная высота оборудования, $h_1 = 2220$ мм;

h_2 – минимальное расстояние между оборудованием и перемещаемым грузом, $h_2 = 1000$ мм;

h_3 – высота груза, $h_3 = 1700$ мм;

h_4 – высота крана, $h_4 = 1340$ мм.

$$H_k = 2220 + 2000 + 1700 + 1340 = 7240 \text{ , мм.}$$

По величине H_k принимаем минимальную высоту пролёта Н.

При $H_k = 7,2$ м принимаем $H = 8,4$ м. Колонны одноэтажных промышленных зданий преимущественно делают железобетонными прямоугольного сечения. При высоте пролётов 8,4...10,8 м, оборудованных мостовыми кранами с

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		97

грузоподъёмностью от пяти до двадцати тонн, ставят колонны прямоугольного сечения (50 × 80 см) серии КЭ-01-49.

Основные размеры колонн приведены на рисунке 4.3.

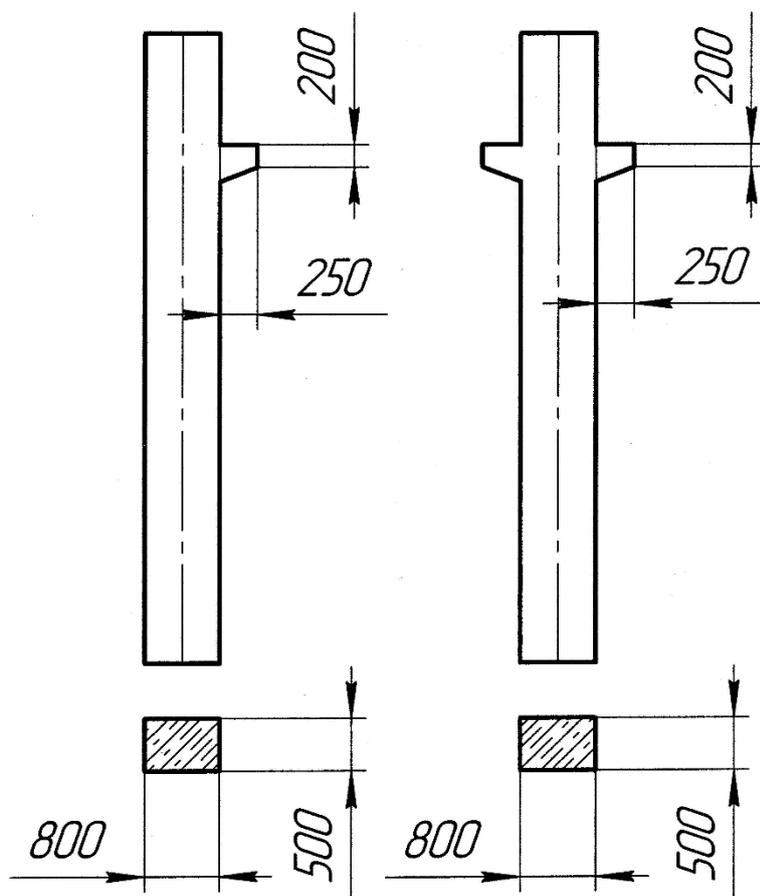


Рисунок 4.3 – Колонна серии КЭ – 01 – 49

К несущей конструкции промышленных зданий относятся фермы, которые изготавливаются железобетонными или стальными.

Несущая ферма представлена на рисунке 4.4.

Фундаменты под колонны зданий представляют собой отдельно стоящие железобетонные конструкции, на которые ставят железобетонные балки под стены. Верхняя плоскость фундамента располагается на 150 мм ниже уровня пола, триангуляционная отметка подошвы фундамента -1,95 м.

Вид и размеры фундамента приведены на рисунке 4.5.

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		98

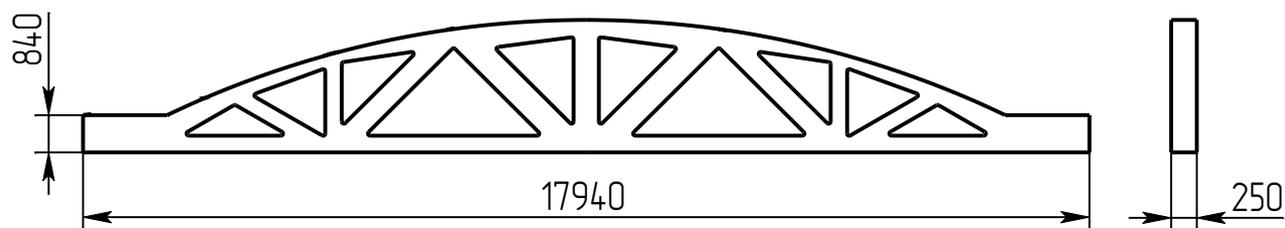


Рисунок 4.4 – Несущая железобетонная ферма

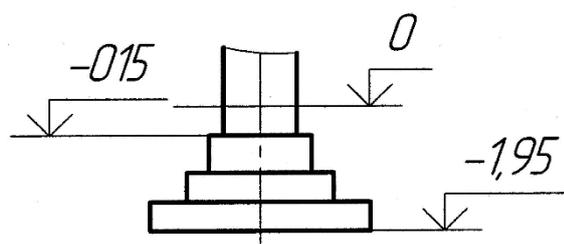


Рисунок 4.5 – Фундамент под колонны серии КЭ – 01 – 49

При оформлении поперечного разреза необходимо выбрать конструкцию пола и кровли.

Оборудование участка устанавливается непосредственно на полу. Пол представляет собой многослойную конструкцию, состоящую из утрамбованного грунта, бетонной стяжки, песчано-цементного слоя для выравнивания, слоя гидроизоляции и покрытия. Хорошим покрытием является мраморная крошка.

Кровля является ограждающим покрытием строений и для машиностроительных цехов делается утепленной и многослойной. Она состоит из сборных настилов, укладываемых по балкам или фермам. Наибольшее распространение получили железобетонные плиты. На плиты укладывается тепло- и гидроизоляция.

Поперечный разрез здания представлен на рисунке 4.6

										Лист
										99
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.088.00 ПЗ					

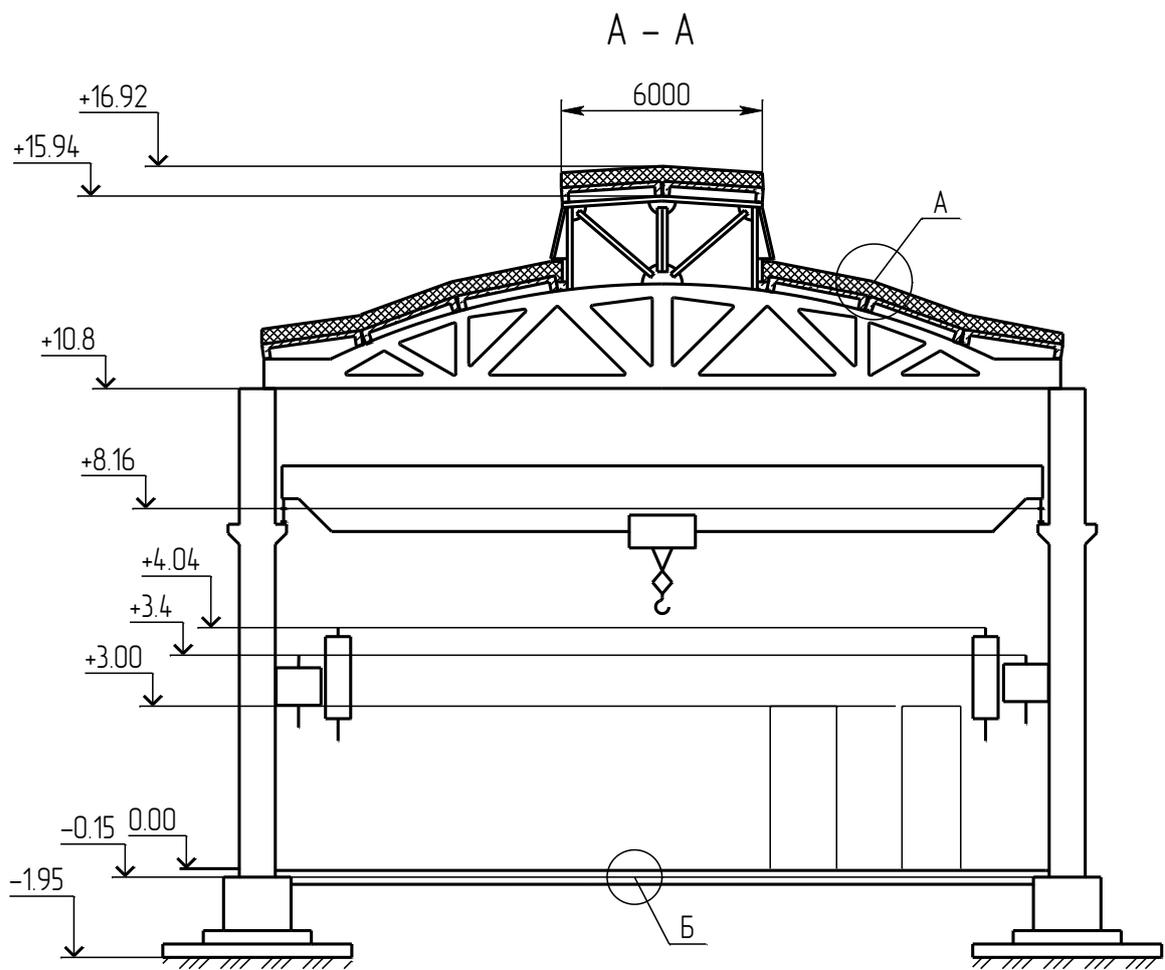


Рисунок 4.6 – Поперечный разрез здания.

Вывод по четвертому разделу.

В строительном разделе определено количество станков и рабочих. Расчитаны производственные площади. Расчитаны транспортные средства и способ транспортирования стружки. Определены типы форм и размеры здания.

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		100

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Разработка мероприятий по оздоровлению воздушной среды на

При механической обработке детали «Корпус», выполняющейся на проектируемом участке, выполняются работы связанные с ходьбой, перемещением и ношением изделий массой от 3.4 кг до 2 кг и сопровождаемые умеренным напряжением. Все вышеперечисленные характеристики соответствуют средней категории тяжести физических работ: Па (энергозатраты от 151 до 200 ккал/ч (175-232 Вт)).

При выборе показателей микроклимата учитываются: период года и категория работ по уровню тяжести труда. В соответствии с [19] для каждого периода и каждой категории работ устанавливаются соответствующие оптимальные и допустимые параметры микроклимата. Для проектируемого участка они соответственно указаны в таблицах 5.1 и 5.2.

Таблица 5.1 – Показатели оптимальных параметров микроклимата

Период года	Температура, С°	Относительная влажность, %	Скорость движения, м/с
Холодный	18-20	40-60	0,2
Теплый	21-23	40-60	0,3

Таблица 5.2 – Показатели допустимых параметров микроклимата

Период года	Температура, С°		Относительная влажность, %	Скорость движения, м/с
	Верхняя граница	Нижняя граница		
Холодный	23	17	75	Не более 0,3
Теплый	27	18	65(при 26°С)	0,2-0,4

Оптимальные параметры воздуха рабочей зоны соответствуют наилучшим условиям сохранения нормального функционального и теплового состояния организма без напряжения реакций терморегулирования. Они

обеспечивают ощущение теплового комфорта и создают предпосылки для высокого уровня работоспособности.

Так как на проектируемом участке отсутствуют дополнительные источники влияющие на температуру, относительную влажность и скорость движения воздуха, то целесообразно выбрать приточно-вытяжную общеобменную вентиляцию, а для холодного периода года еще и водяное отопление. Действие общеобменной вентиляции основано на разбавлении загрязненного, нагретого, влажного воздуха помещения свежим воздухом до предельно допустимых норм. Эту систему вентиляции наиболее часто применяют в случаях, когда вредные вещества, влага выделяются равномерно по всему помещению (соответствует механическому цеху). При такой вентиляции обеспечивается поддержание необходимых параметров воздушной среды во всем объеме помещения. В холодный период года устанавливается система водяного отопления. Она эффективна в санитарно-гигиеническом плане. Вода в систему отопления подается от собственной котельной предприятия.

В результате производственной деятельности в воздушную среду могут поступать различные вредные вещества. При обработке заготовок по данному техпроцессу выделяются такие вредные вещества, как мелкая стружка, пыль, аэрозоли СОЖ, образующиеся при обработке резанием, источниками которых являются процессы резания, производственное оборудование, материал заготовки, инструмент, СОЖ. Согласно [21] для каждого вредного вещества устанавливается предельно-допустимая концентрация и класс опасности. Для выделяющихся на участке вредных веществ характеристики приведены в таблице 3.3.

Таблица 5.3 – ПДК и класс опасности вредных веществ

Наименование вещества	Величина ПДК, мг/м ³	Преимущественное агрегатное состояние	Класс опасности
Сталь	6,2	Аэрозоль	3
СОЖ	2,5	Аэрозоль	3
Пыль	2	Аэрозоль	3

Как видно из таблицы 5.3 все выделяемые вредные вещества относятся к умеренно опасным, кроме того условия техпроцесса не способствуют концентрации веществ сверх предельно допустимых норм. Для выполнения условий вполне достаточно обойтись приточно-вытяжной общеобменной вентиляцией, принятой в п. 5.1.3 для отопления и кондиционирования

помещения. Кроме того во избежание скапливания пыли следует регулярно проводить влажные уборки.

Определим необходимое количество удаляемого и приточного воздуха

Объем помещения:

$$U_{\text{ПОМЕЩ.}} = 18 \cdot 42 \cdot 8,4 = 6350,4 \text{ м}^3.$$

Расход воздуха на одного работающего принимаем: $L_1=40\text{м}^3/\text{ч}$.

Расход воздуха на всех работающих:

$$L=L_1 \cdot n, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где n – количество работающих;

$$L = 40 \cdot 10 = 400\text{м}^3 / \text{ч}.$$

Необходимый воздухообмен по выделению вредных веществ определяется по формуле:

$$L = \frac{G}{q_{\text{В}} - q_{\text{ПР}}}, \text{ м}^3 / \text{ч},$$

где G – количество вредных веществ, выделяемых в помещении, мг/ч;

$q_{\text{В}}$ – концентрация вредных веществ в вытяжном воздухе, $q_{\text{В}} = 27,6 \text{ мг/м}^3$;

$q_{\text{ПР}}$ – концентрация вредных веществ в приточном воздухе, $q_{\text{ПР}} = 3 \text{ мг/м}^3$.

Величину G можно определить по эмпирической формуле[20]:

$$G = \mu \cdot V \cdot K, \text{ мг/ч}.$$

где μ – коэффициент неорганизованного воздухообмена в помещении, $\mu = 2$;

V – объем помещения, $V = 6350,4 \text{ м}^3$;

K – средне взвешиваемая концентрация вредных веществ в помещении, $K=27,6 \text{ мг/м}^3$;

$$G = 2 \cdot 6350,4 \cdot 27,6 = 350542 \text{ мг/ч}$$

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		103

$$L = \frac{350542}{27,6 - 3} = 14250 \text{ м}^3/\text{ч}$$

5.2 Расчет устройства молниезащиты

Молниезащита представляет собой комплекс мероприятий, направленных на предотвращение прямого удара молнии в объект или на устранение опасных последствий, связанных с прямым ударом; к этому комплексу относятся также средства защиты, предохраняющие объект от вторичных воздействий молнии и заноса высокого потенциала.

Проектируемое здание относится ко II категории по тяжести возможных последствий поражения молнией. Во II категорию попадают производственные здания и сооружения, в которых появление взрывоопасной концентрации происходит в результате нарушения нормального технологического режима, а также наружные установки, содержащие взрывоопасные жидкости и газы. Для этих объектов удар молнии создает опасность взрыва только при совпадении с технологической аварией или срабатыванием дыхательных или аварийных клапанов на наружных установках.

Защита от прямых ударов молнии зданий и сооружений II категории с неметаллической кровлей должна быть выполнена отдельно стоящими или установленными на защищаемом объекте стержневыми или тросовыми молниеотводами, обеспечивающими зону защиты в соответствии со следующими требованиями: здания и сооружения или их части, помещения которых согласно [ПУЭ] относятся к зонам классов В-Ia; местоположение: в местностях со средней продолжительностью гроз 10 ч в год и более; тип зоны защиты при использовании стержневых и тросовых молниеотводов: при ожидаемом количестве поражений молнией в год здания или сооружения $N < 1 - A$. [20] Зоны защиты одиночных стержневых молниеотводов высотой $h \leq 150$ м имеют следующие габаритные размеры.

Для зоны А:

$$h_0 = 0,85h ;$$

$$r_0 = (1,1 - 0,002h)h ;$$

$$r_x = (1,1 - 0,002h)(h - h_x \div 0,85) .$$

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		104

Принимаем одиночный стержневой молниеотвод высотой $h = 50$ м. Он обеспечивает не менее двух токоотводов, которых достаточно для обеспечения молниезащиты данного объекта.

Высота защищаемого здания 15 м. Производим вычисления

$$h_0 = 0,85 \cdot 50 = 42,5 \text{ м};$$

$$r_0 = (1,1 - 0,002 \cdot 50) \cdot 50 = 50 \text{ м};$$

$$r_x = (1,1 - 0,002 \cdot 50)(50 - 15 \div 0,85) = 32,4 \text{ м}$$

Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода изображена на рисунке 5,2.

Материал и сечения элементов молниезащитной системы (МЗС). Принимаем металлические МЗС с сечениями: молниеприемника – 50 мм, токоотвода – 50 мм, заземлителя – 80 мм.

Молниеприемник установлен на защищаемом объекте, состоит из стержня и натянутых проводов (тросов).

В целях снижения вероятности возникновения опасного искрения токоотводы располагаются таким образом, чтобы между точкой поражения и землей:

- а) ток растекался по нескольким параллельным путям;
- б) длина этих путей была ограничена до минимума.

Токоотводы располагаются по периметру защищаемого объекта таким образом, чтобы среднее расстояние между ними было не меньше 10 м. Желательно, чтобы токоотводы равномерно располагались по периметру защищаемого объекта. По возможности они прокладываются вблизи углов зданий. Не изолированные от защищаемого объекта токоотводы прокладываются следующим образом: т.к. стена выполнена из негорючего материала, токоотводы могут быть закреплены на поверхности стены или проходить в стене. Не следует прокладывать токоотводы в водосточных трубах. Рекомендуется размещать токоотводы на максимально возможных расстояниях от дверей и окон. Их прокладываются по прямым и вертикальным линиям, так чтобы путь до земли был по возможности кратчайшим. Не рекомендуется прокладка токоотводов в виде петель.

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		105

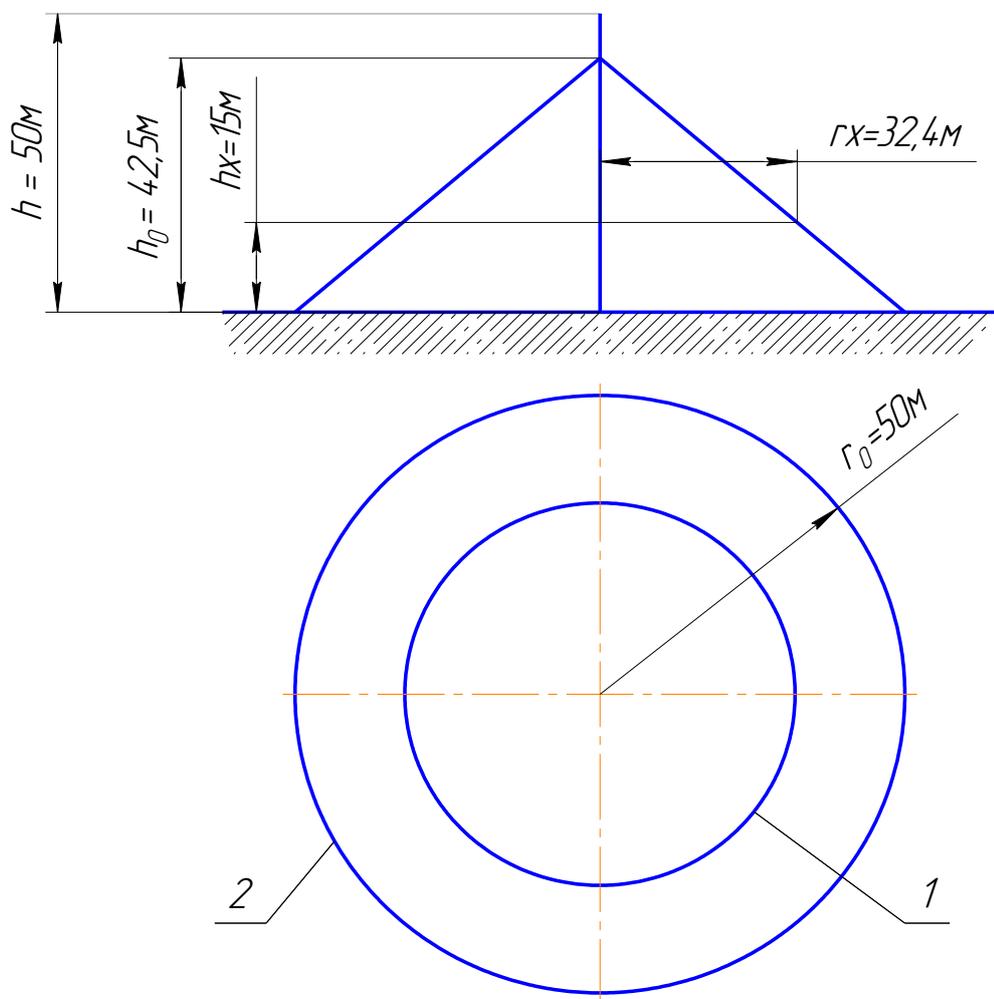


Рисунок 5.2 – Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода

1 - граница зоны защиты на уровне h_x , 2 -то же на уровне земли

Заземлитель молниезащиты в данном проектируемом здании совмещается с заземлителями электроустановок.

Заземлители, которых выбраны заземляющие электроды должны располагаться на глубине не менее 0,5 м за пределами защищаемого объекта и быть как можно более равномерно распределенными; при этом надо стремиться свести к минимуму их взаимное экранирование. Также в качестве заземлителя могут служить естественные заземлители: горизонтально и вертикально расположенные электроды, находящиеся как на глубине не менее 0,5 м так и на поверхности земли.

Защита от вторичных воздействий молнии обеспечивается следующими мероприятиями. От электростатической индукции и заноса высокого потенциала - ограничением перенапряжений, наведенных на оборудовании, металлических конструкциях и вводимых коммуникациях, путем их присоединения к заземлителям определенных конструкций; от электромагнитной индукции -

ограничением площади незамкнутых контуров внутри зданий путем наложения перемычек в местах сближения металлических коммуникаций. Для исключения искрения в местах соединений протяженных металлических коммуникаций обеспечиваются низкие переходные сопротивления - не более 0,03 Ом, например, во фланцевых соединениях трубопроводов этому требованию соответствует затяжка шести болтов на каждый фланец.

5.3 Мероприятия по уменьшению последствий землетрясений.

Мероприятия по уменьшению последствий землетрясений

Землетрясение – подземные толчки и колебания поверхности Земли, вызванные естественными причинами (главным образом тектоническими процессами) или искусственными процессами (взрывы, заполнение водохранилищ, обрушением подземных полостей горных выработок). По разрушительным действиям землетрясения не имеют себе равных среди стихийных бедствий.

Опасные последствия землетрясений разделяются на природные и связанные с деятельностью человека. К природным последствиям относятся: сотрясения грунта, нарушения грунта (трещины и смещения), оползни, лавины, сели, разжижение грунта, оседания, цунами, сейши (стоячие волны, возникающие в замкнутых или частично замкнутых водоёмах).

К последствиям землетрясений, связанных с деятельностью человека, относятся:

- разрушение или обрушение зданий, мостов и других сооружений;
- наводнения при прорывах плотин и водоёмов;
- пожары при повреждениях нефтехранилищ и разрывах газопроводов;
- повреждение транспортных средств, коммуникаций, линий энерго- и водоснабжения, а также канализационных труб;
- радиоактивные утечки при повреждении ядерных реакторов.

Предупреждение населения об угрозе землетрясения является весьма затруднительным, так как точно предсказать его место и время пока невозможно. Однако знание косвенных признаков его приближения может помочь пережить данную ситуацию с наименьшими потерями. К таким признакам относятся беспричинное, на первый взгляд, беспокойство птиц и домашних животных (особенно это заметно ночью), а также массовый уход из мест обитания пресмыкающихся. Зимой ящерицы и змеи в предчувствии опасности выползают даже на снег.

Рассмотрим действия сотрудников предприятия при землетрясении для уменьшения потерь.

Для привлечения внимания в экстренных случаях перед передачей информации включаются сирены, а также другие сигнальные средства. Сирены и прерывистые гудки предприятий, транспортных средств означают сигнал

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		107

гражданской обороны «Внимание всем». При этом необходимо немедленно включить громкоговоритель, ради- или телеприёмник и слушать сообщение штаба гражданской обороны. При угрозе землетрясения такое сообщение может начинаться со слов: «Внимание! Говорит штаб гражданской обороны города... Граждане! В связи с возможным землетрясением...».

Если первые толчки застали сотрудников в здании (сооружении), надо как можно скорее выйти из него. В распоряжении сотрудников не более 15 – 20 секунд. Тем, кто оказался на втором и последующих этажах, встать в дверных проёмах, распахнув двери. Можно воспользоваться углами, образованными капитальными стенами, узкими коридорами внутри здания, встать возле опорных колонн, т.к. эти места наиболее прочны. Здесь больше шансов остаться невредимыми. Ни в коем случае не прыгать из окон.

Как только толчки прекратятся, немедленно выйти из здания, на свободную площадку.

Если первые толчки застали сотрудников на открытой территории, немедленно отойдите от зданий и сооружений, заборов и столбов – они могут упасть и придавить. Нельзя прятаться в нижних этажах и подвальных помещениях зданий.

Не допускается приближаться к объектам и территориям, имеющим воспламеняющиеся и взрывоопасные вещества, аварийно химически отравляющие вещества. Не стойте на мостах и путепроводах. Не прикасаться к проводам.

Необходимо помнить, что после первого могут последовать повторные толчки. Сотрудники должны быть готовы к этому и предупредить других. Это может произойти через несколько часов, а иногда и суток.

В момент разрушения опасность представляют также разлетающиеся части конструкций сооружений и зданий. Почти всегда землетрясения сопровождаются пожарами, вызванными утечкой газа или замыканием электрических проводов.

Чтобы свести потери до минимума, надо заранее продумать и знать правила поведения при ЧС, сохранять порядок, дисциплину и самообладание. Каждый сотрудник обязан незамедлительно принять участие в спасательных работах, но при этом помнить о мерах предосторожности, т.к. возможны смещения обломков.

После землетрясения сотрудникам необходимо:

- осмотреть себя и окружающих – не ранены ли;
- освободить попавших в легкоустраняемые завалы;
- проверить коммуникации.

Рассмотрим спасательные и неотложные аварийно-восстановительные работы при ликвидации последствий землетрясений.

При землетрясениях для проведения спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ привлекаются спасательные, сводные отряды (команды), отряды (команды) механизации работ, аварийно-технические

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		108

команды, а также другие формирования, которые имеют на оснащении: бульдозеры, экскаваторы, краны, механизированный инструмент и средства механизации (керосинорезы, бензорезы, тали, домкраты).

При проведении спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ в очаге землетрясения в первую очередь извлекают из-под завалов, из полуразрушенных и горящих зданий людей, которым оказывают первую медицинскую помощь; устраивают в завалах проезды; локализируют и устраняют аварии на инженерных сетях, которые угрожают жизни людей или препятствуют проведению спасательных работ; обрушивают или укрепляют конструкции зданий или сооружений, находящихся в аварийном состоянии; оборудуют пункты сбора пострадавших и медицинские пункты; организуют водоснабжение.

Последовательность и сроки выполнения работ устанавливает начальник Гражданской Обороны объекта, оказавшегося в зоне землетрясения.

Выводы по разделу пять

В разделе безопасности жизнедеятельности разработаны меры по оздоровлению воздушной среды на производственном участке, рассчитано устройство молниезащиты и разработаны мероприятия по уменьшению последствий от землетрясений.

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		109

6 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

6.1 Экономическая часть

Определение годового расхода и стоимости материалов. Стоимость материалов определяется исходя из стоимости заготовки с учётом возвратных за реализованные отходы по формулам:

$$M = C_3 - C_{отх}, \text{ руб.}, \quad (6.1)$$

$$M = 945 - 14 = 930;$$

$$M_{год} = M \cdot N_{пр}, \text{ руб.}, \quad (6.2)$$

$$M_{год} = 930 \cdot 7500 = 6975000;$$

$$D_o = m_3 - m_d = 4,5 - 3,5 = 1 \text{ кг.};$$

$$C_{отх} = C_o \cdot D_o, \text{ руб.}, \quad (6.3)$$

$$C_{отх} = 15 \cdot 1 = 15$$

$$C_3 = m_3 \cdot C_m, \text{ руб.},$$

$$C_3 = 4,5 \cdot 210 = 945 \text{ руб.},$$

где $C_o = 15$ руб.;

$C_3 = 945$ руб.;

M - стоимость основных материалов на деталь, руб.;

$M_{год}$ - стоимость основных материалов на годовой приведённый объём выпуска, руб.;

C_3 - стоимость заготовки на 1 деталь, руб.;

C_o - цена за 1 кг. отходов, руб.;

D_o - масса отходов на 1 деталь, кг.;

$C_m = 210$ руб. - цена за 1 кг металла;

Расчёт и стоимость основных материалов приводится в таблице 6.1.

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		110

Таблица 6.1 - Расход и стоимость основных материалов

Деталь	Наименование		Корпус
	Годовой приведенный выпуск, шт		7500
	Масса м	одной детали, кг	3,5
		годового приведенного выпуска, т	26,25
Заготовка	Материал		АК8
	Вид заготовки		Поковка
	Норма расхода	на 1 заготовку, кг	4,5
		на годовой приведенный выпуск, т	33,75
Стоимость материалов	На 1 заготовку, руб (Сз)		210
	На годовой приведенный выпуск, руб		7087500
Масса отходов	На деталь, кг (До)		1
	На годовой приведенный выпуск, т		7,5
	За 1 кг, руб (Цо)		15
Стоимость отходов	На 1 деталь, руб		15
	На годовой приведенный выпуск, руб		11500
Стоимость материалов за вычетом отходов	На 1 деталь, руб (М)		930
	На годовой приведенный выпуск, руб (Мгод)		6975000

Определение годового фонда заработной платы производственных рабочих и величины их среднемесячного заработка.

Расчёт фонда заработной платы производственных рабочих и среднемесячной зарплаты приводится в таблице 6.2.

Таблица 6.2 - Расчёт фонда заработной платы производственных рабочих и среднемесячной зарплаты

Номер операции	Сдельная расценка Рсд., руб.	Коэффициент много-станочности, Кмн	Рсд · Кмн руб.
10,20,30,40	4,09	1	4,09
50,60	4,03	1	4,03
70	42,2	0,65	27,43
90	15,68	1	15,68
100	105,8	0,39	33,86
110	8,07	1	8,07

Итого: $\sum (\text{Рсд} \cdot \text{Кмн}) = 93,16$

Заработная плата по тарифу Z_t на деталь:

$$Z_t = \sum (\text{Рсд} \cdot \text{Кмн}), \text{ руб.}, \quad (6.21)$$

$$Z_t = 93,16 \text{ руб.},$$

Основная заработная плата на деталь:

$$Z_o = Z_t \cdot Z_{пр} \cdot Z_{рк}, \text{ руб.}, \quad (6.4)$$

$$Z_o = 93,16 \cdot 1,5 \cdot 1,15 = 160,7 \text{ руб.},$$

где $Z_{пр} = 1,5$;

$Z_{рк} = 1,15$.

Годовой фонд основной заработной платы производственных рабочих определяется:

$$Z_o \text{ год} = Z_o \cdot N_{пр}, \text{ руб.}, \quad (6.5)$$

$$З_0 \text{ год} = 160,7 \cdot 7500 = 1205250 \text{ руб.}$$

Годовой фонд заработной платы производственных рабочих:

$$З_д = (З_0 \cdot 11\%) / 100\%, \text{ руб.}, \quad (6.6)$$

$$З_д = 160,7 \cdot 11 / 100 = 17,68 \text{ руб.};$$

$$З_д \text{ год} = (З_0 \text{ год} \cdot 11\%) / 100\%, \text{ руб.}, \quad (6.7)$$

$$З_д \text{ год} = 1205250 \cdot 11 / 100 = 132577,5 \text{ руб.}$$

Фонд заработной платы производственных рабочих состоит из основной и дополнительной заработной платы:

$$З_{\text{год}} = З_0 \text{ год} + З_д \text{ год}, \text{ руб.}, \quad (6.8)$$

$$З_{\text{год}} = 1205250 + 132577,5 = 1337827,5 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{ср. мес}} = З_{\text{год}} / (\sum R_{п} \cdot 12), \text{ руб.}, \quad (6.9)$$

$$З_{\text{ср. мес}} = 1337827,5 / (9 \cdot 12) = 12387,3 \text{ руб.}$$

где- Z_t - заработная плата по тарифу за одну деталь (без учёта доплат по прогрессивно-премиальным системам).

$Z_{пр}$ - коэффициент, учитывающий приработок, $Z_{пр} = 1,5$;

$R_{сд}$ - сдельная расценка на операцию;

$Z_{рк}$ - районный коэффициент, $Z_{рк} = 1,15$;

$K_{мн}$ - коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание;

$Z_0 \text{ год}$ - годовой фонд основной заработной платы производственных рабочих;

$Z_д$ - дополнительная заработная плата на одну деталь определяется в размере 11 % к основной заработной плате;

$Z_д \text{ год}$ - годовой фонд дополнительной заработной платы производственных рабочих;

$Z_{\text{год}}$ - Полный годовой фонд заработной платы производственных рабочих;

$Z_{\text{ср. мес.}}$ - среднемесячная заработная плата производственных рабочих;

Калькуляция цеховой себестоимости детали - представителя и определение себестоимости годового приведённого объёма выпуска деталей.

Цеховая себестоимость определяется:[21]

$$C_{ц} = M + Z_0 + Z_д + Z_{\text{стр}} + P_{сэо} + Ц_{р} + TЗР, \text{ руб.}, \quad (6.10)$$

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		113

$$C_{ц} = 930 + 160,7 + 17,68 + 49,41 + 160,7 + 267,84 + 25,2 = 1638,53 \text{ руб.}$$

Себестоимость годового приведенного объема выпуска деталей определяется:

$$C_{ц \text{ год}} = C_{ц} \cdot N_{пр}, \text{ руб.}, \quad (6.11)$$

$$C_{ц \text{ год}} = 1638,53 \cdot 7500 = 12288975 \text{ руб.}$$

Калькуляция цеховой себестоимости деталей представлена в таблице 6.3

Таблица 6.3 - Калькуляция цеховой себестоимости деталей

Статьи затрат	Сумма, руб
Материалы (за вычетом отходов).	930
Основная заработная плата произ-ных рабочих.	160,7
Дополнительная заработная плата произ-ных рабочих.	17,68
Отчисление на социальное страхование.	49,41
Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования.	160,7
Цеховые расходы.	267,84
Транспортные - заготовительные расходы.	25,2
Итого: цеховая себестоимость детали (Cц).	1638,53
Годовой приведенный объем выпуска детали (Nпр).	7500
Себестоимость годового приведенного объема выпуска деталей(Cц год)	12288975

При сопоставлении вариантов экономичным является вариант, имеющий наименьшую величину приведённых затрат. Приведённые затраты по каждому варианту определяются исходя из того же объёма выпуска по формуле:

$$П = C_{м.о.год} + E_n \cdot K, \text{ руб.}, \quad (6.12)$$

$$П_1 = 2318646,42 + 0,15 \cdot 16994623,5 = 4867839,95 \text{ руб.};$$

$$П_2 = 1654878,2 + 0,15 \cdot 13506408,5 = 3680839,4 \text{ руб.},$$

где $C_{м.о.год}$ - себестоимость механической обработки годовой продукции по данному варианту, руб.;

K - капитальные вложения по тому же варианту, руб.;

Ен - отраслевой нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений. Ен = 0,15.

Годовой экономический эффект Эг определяется по разности приведённых затрат двух вариантов:

$$\text{Эг} = \text{П1} - \text{П2, руб.}; \quad (6.13)$$

$$\text{Эг} = 4867839,95 - 3680839,4 = 1187000,55 \text{ руб.}$$

Выводы по разделу шесть

В результате расчётов установлена экономическая целесообразность внедрения разработанного технологического процесса с применением станков с ЧПУ модели MAZAK Nexus 5000-II, а именно:

годовой экономический эффект составляет - 1187000,55руб;

срок окупаемости дополнительных капитальных вложений - 5,26 года;

рост производительности труда рабочих на участке - 300 %;

снижение себестоимости продукции – 5,12%.

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		115

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе были рассчитаны: годовой приведённый выпуск детали втулка -7500 шт, в партии 60 шт. На участке установлено 10 станков, их средний коэффициент загрузки равен 0,76. В производстве занято 9 рабочих, их среднемесячная зарплата 12387,3 рубля.

Годовой фонд основной заработной платы составляет 1205250 рублей, дополнительной – 132577,5 рублей. Цеховая себестоимость детали 1638,53 рубля, а себестоимость годового производственного выпуска - 12288975 рублей.

В экономической части проводилось обоснование экономической эффективности внедрения станков с ЧПУ. В результате расчётов установлена экономическая целесообразность внедрения разработанного технологического процесса с применением станков с ЧПУ MAZAK Nexus 5000-II вместо станков ГПМ-500, 1В340-Ф30, а именно: годовой экономический эффект – 1187000,55 рублей, снижение себестоимости продукции на – 5,12 %, рост производительности труда рабочих увеличился на - 300 %.

Экономическая целесообразность достигнута за счёт снижения количества рабочих, их высокой квалификации и современного оборудования.

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		116

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 17479.3-85 Масла гидравлические. Классификация и обозначения . – М.: Из-во стандартов, 1985. – 3 с.
2. ГОСТ4784-97 Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые. Марки. - М.: Из-во стандартов, 1997. – 19 с.
3. Горбачевич, А.Ф., Курсовое проектирование по технологии машиностроения.: / В.Н. Чеботарев, В.А. Шкерд, И.И. Алешкевич, А.И. Медведев – Изд-во Высшая школа, 1975. – 288 с.
4. ГОСТ19265-73 Прутки и полосы из быстрорежущей стали. Технические условия. - М.: Из-во стандартов, 1985. – 22 с.
5. Справочник технолога – машиностроения: в 2 т. / под ред. А.Г. Косиловой, – в 2-х томах, 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1985. – Т. 2 – 496с.
6. ГОСТ 17026-71 Фрезы концевые с коническим хвостовиком. Конструкция и размеры. – М.: Из-во стандартов, 1985. – 18 с.
7. ГОСТ 17025-71 Фрезы концевые с цилиндрическим хвостовиком.конструкция и размеры. – М.:из-во стандартов, 1985. – 12 с.
8. ГОСТ 886-77 Сверла спиральные с цилиндрическим хвостовиком.Длинная серия.Основные размеры. – М.:из-во стандартов, 1985. – 9 с.
9. ГОСТ 25987-83 Резцы расточные с твердосплавными пластинами с цилиндрическим хвоставиком для координатно-расточных станков.Типы и основные размеры. –М.:из-во стандартов,1985. – 9с
10. Справочник конструктора – инструментальщика/В.И. Баранчиков, В.И. Мурзин. – М.: из-во машиностроение, 1994. – 560с.
11. ГОСТ 5949-75 Сталь сортовая и калиброванная коррозионностойкая, жаростойкая и жаропрочная. Технические условия. - М.: Из-во стандартов, 1985. – 18 с.
12. Краткий справочник конструктора: Справочник/ Р. И. Гжиров– Л: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1984. – 464 с.
13. ГОСТ 15608-81 Пневмоцилиндры поршневые.Технические условия. – М.:из-во стандартов, 1985. – 31с.
14. ГОСТ 1050-88 Сталь качественная и высококачественная сортовой и фасонный прокат, калиброванная сталь. – М.: Из-во стандартов, 1985. – 17 с.
15. Справочник по допускам, резьбам и калибрам/ Н.М. Шифманович Новосибирск. 1962г.
16. Проектирование машиностроительных цехов и заводов. Спр. в 6-ти т. Под общ. ред. Е.С. Ямпольского. – М.:Машиностроение, 1975

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		117

17. Проектирование машиностроительного производства: учебное пособие по выполнению курсового проекта / Е.Н Гордеев, Б.А. Решетников, С.В. Сергеев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. – 72с.
18. Проектирование экономичных технологических процессов в машиностроении / В. В. Матвеев. – Челябинск: Изд-во Юж.-Урал, 1979. – 111с.
19. Раздел «Охрана труда» в дипломных проектах студентов по специальности 1501, 0546 / сост. А.В. Хашковский. – Челябинск: Изд-во ЧПИ, 1983. – 24с.
20. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие с элементами самостоятельной работы студентов / С.И. Боровик, Л.М. Киселев, И.С. Краинская. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. – 235с.
21. Экономическая часть дипломного проекта: учебное пособие / В.Н. Голиков. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2000. – 45с.

					15.03.05.2018.088.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		118