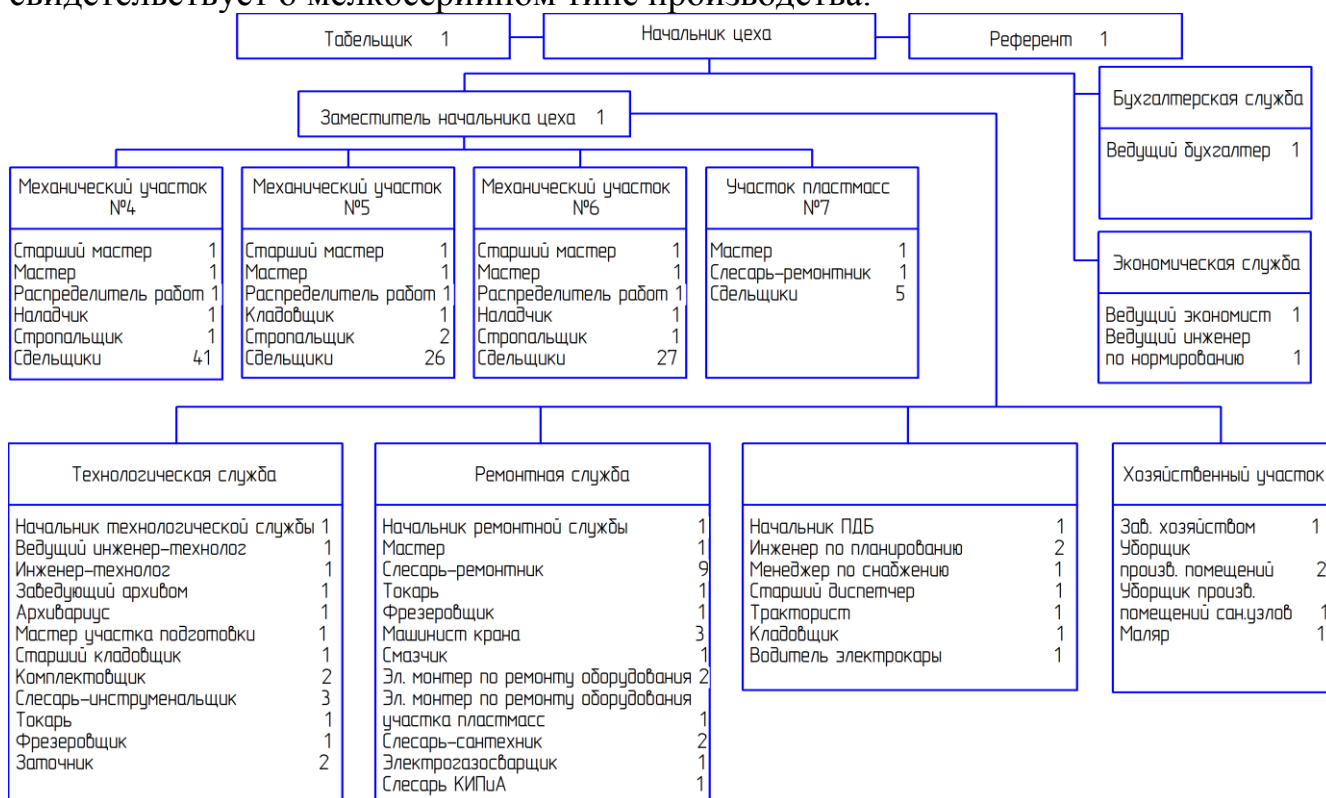


Наименование Изделия	Марка Материала	Процент на запасные части	Число деталей			Масса, т	
			на основную программу	на запасные части	Всего	детали	на программу с запасными частями
K750Ю.04.03.610 СБ	Сталь 35			0			

Деталь корпус K750Ю.04.03.610 изготавливается преимущественно на станках с ЧПУ и универсальных станках. Применяются как стандартные приспособления и режущие инструменты, так и специальные, применяется как стандартный, так и специальный мерительный инструмент. На одних и тех же станках производится обработка различных деталей. Всё это свидетельствует о мелкосерийном типе производства.



Очистной комбайн K750Ю

Настоящая машина представляет собой тип электрического комбайна с двумя независимыми электрическими системами подачи, управляемыми

полупроводниковым преобразователем частоты, с двигателями исполнительных органов, помещенных в поворотные редукторы комбайна, с процессором, контролирующим работу комбайна и с дистанционным беспроводным управлением. Скорость подачи регулируется автоматически компьютером в модуле «Электроника» с помощью транзисторного преобразователя частоты на основании оценки режима эксплуатации.

Управление комбайна выполняется с панели, помещенной на его корпусе, или дистанционно при помощи беспроводной электро-гидравлической системы управления.

Основные элементы комбайна приводятся в движение при помощи гидравлических домкратов.

Деталь “Корпус” K750Ю.04.03.610 СБ является основным элементом сборки “Гидрозамка” K750Ю.04.03.600 СБ, в которой в дальнейшем устанавливаются: золотники, гидрозамок, клапан предохранительный, уплотнительные элементы и силовые рукава.

К основным поверхностям детали относятся: два отверстия диаметром 38H9 мм, в которые устанавливаются гидрозамки односторонние, обеспечивающий поступление рабочей жидкости под давлением в одном направлении при отсутствии управляющего воздействия, пропускание потока жидкости в обоих направлениях при наличии управляющего воздействия (при передвижении секции крепи); четыре гнезда диаметром 24D10 мм, для соединения гидрозамка с рукавами высокого давления[8]..

Вспомогательными поверхностями детали является: 2 отверстия диаметром 13 мм, служащие для крепления корпуса; отверстия диаметром 6 мм, предназначенные для закрепления чекой рукавов высокого давления.

Химический состав, %								
0,32-0,40	0,17-0,37	0,50-0,80	0,25	0,040	0,035	0,25	0,25	0,08

Механические свойства поковок представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3

Термообработка	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$	σ_{σ}	δ_5	ψ		НВ, не более
			МПа		%			
			не менее					
Закалка, отпуск	100-300	275	315	530	20	45	34	167-207

В качестве заготовки принята штампованная поковка, полученная на кривошипном горячештамповочном прессе.

а) прокат сортовой стальной горячекатаный полосовой
Материал – Сталь 35 ГОСТ 1050-88.

Масса детали - 10,2 кг.

Заготовку выбираем по ГОСТ 103-2006: прокат общего назначения, обычной точности прокатки ($100 \pm 1,5 \times 160 \pm 2,5$) мм.

Учитывая коэффициент сложности, принимаем степень сложности С1.

Принимаем степень точности Т4.

Исходный индекс – 14.

Конфигурация поверхности разъёма штампа – плоская.

Находим основные припуски на механическую обработку заготовки:

$122_{-0,5}$ мм припуск 1,9 мм;

$155_{-0,5}$ мм припуск 1,9 мм;

$95_{-0,5}$ мм припуск 2,0 мм.

Находим дополнительные припуски:

Смещение по поверхности разъёма штампов - $T = 0,3$ мм.

Штамповочные уклоны на наружной поверхности не более 7° .

Радиусы закруглений, в местах сопряжения диаметра 56 мм - 8 мм.

Определяем общий припуск сложением основных и дополнительных припусков:

$122_{-0,5}$ мм припуск 2,2 мм;

$155_{-0,5}$ мм припуск 2,2 мм;

$95_{-0,5}$ мм припуск 2,3 мм.

При сортовом прокате:

$$S_{T1} = 10,2 / 0,61 \cdot [11,43 + 5,445(1 - 0,61)] = 209,27 \text{ руб}$$

Технологическая себестоимость сортового проката меньше чем открытой штамповки. Учитывая эти факторы, в качестве заготовки выбираем сортовой прокат.

1.3.2 Выбор баз

1) Установ А

Заготовка базируется на шести опорах. Заготовка лишена шести степеней свободы. Трех степеней свободы лишают три опоры, на которые ложится заготовка. Двух степеней - две опоры, до которых доводится заготовка. Одной степени свободы лишает опора, находящаяся в плоскости перпендикулярной относительно предыдущих опор.

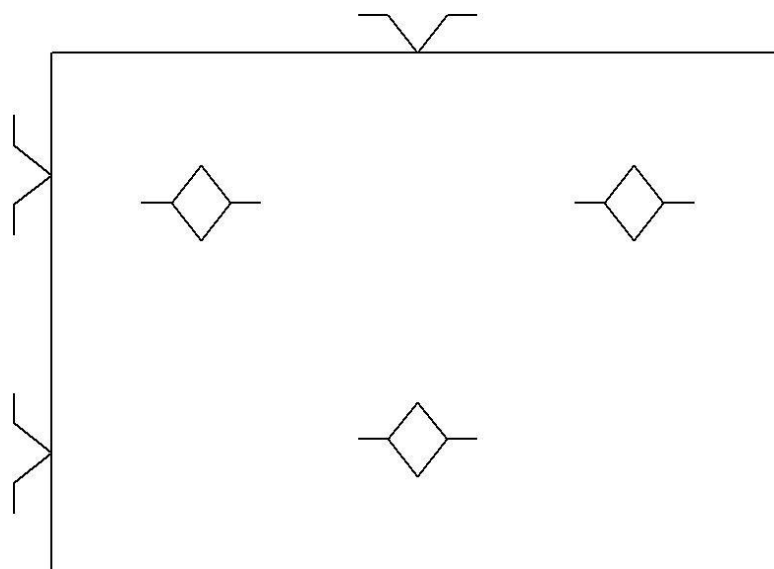


Рисунок 2 Схема базирования для 005 операции установов А.

При получении размера $123 \pm 0,5$ и $96 \pm 0,5$ технологическая и измерительная базы совпадают, ϵ_6 равная 0.

2) Установ Б

Заготовка базируется на шести опорах. Заготовка лишена шести степеней свободы. Трех степеней свободы лишают три опоры, на которые ложится заготовка. Двух степеней - две опоры, до которых доводится заготовка. Одной степени свободы лишает опора, находящаяся в плоскости перпендикулярной относительно предыдущих опор.

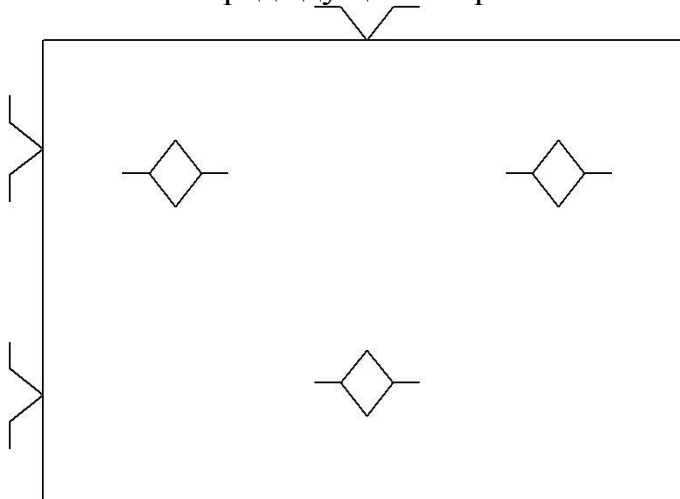


Рисунок 3 Схема базирования для 005 операции установов Б.

При получении размера $122 \pm 0,5$ и $95_{-0,5}$ технологическая и измерительная базы совпадают, погрешность базирования равна 0.

3) Установ В

Заготовка лишена шести степеней свободы. Трех степеней свободы лишают три опоры, на которые ложится заготовка. Двух степеней - две опоры, до которых доводится заготовка. Одной степени свободы лишает опора, находящаяся в плоскости перпендикулярной относительно предыдущих опор.

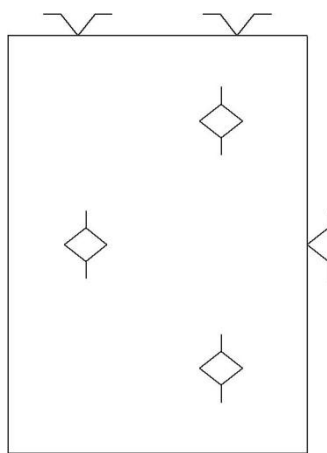


Рисунок 4 Схема базирования для 005 операции установ В.

При получении размера $156 \pm 0,5$ технологическая измерительная базы совпадают, ϵ_6 равная 0.

4) Установ Г

Заготовка базируется на шести опорах. Заготовка лишена шести степеней свободы. Трех степеней свободы лишают три опоры, на которые ложится заготовка. Двух степеней - две опоры, до которых доводится заготовка. Одной степени свободы лишает опора, находящаяся в плоскости перпендикулярной относительно предыдущих опор.

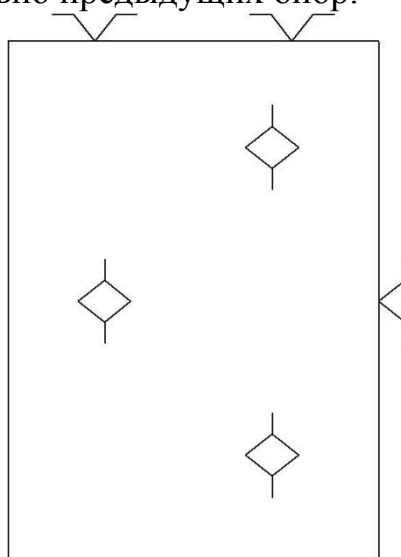


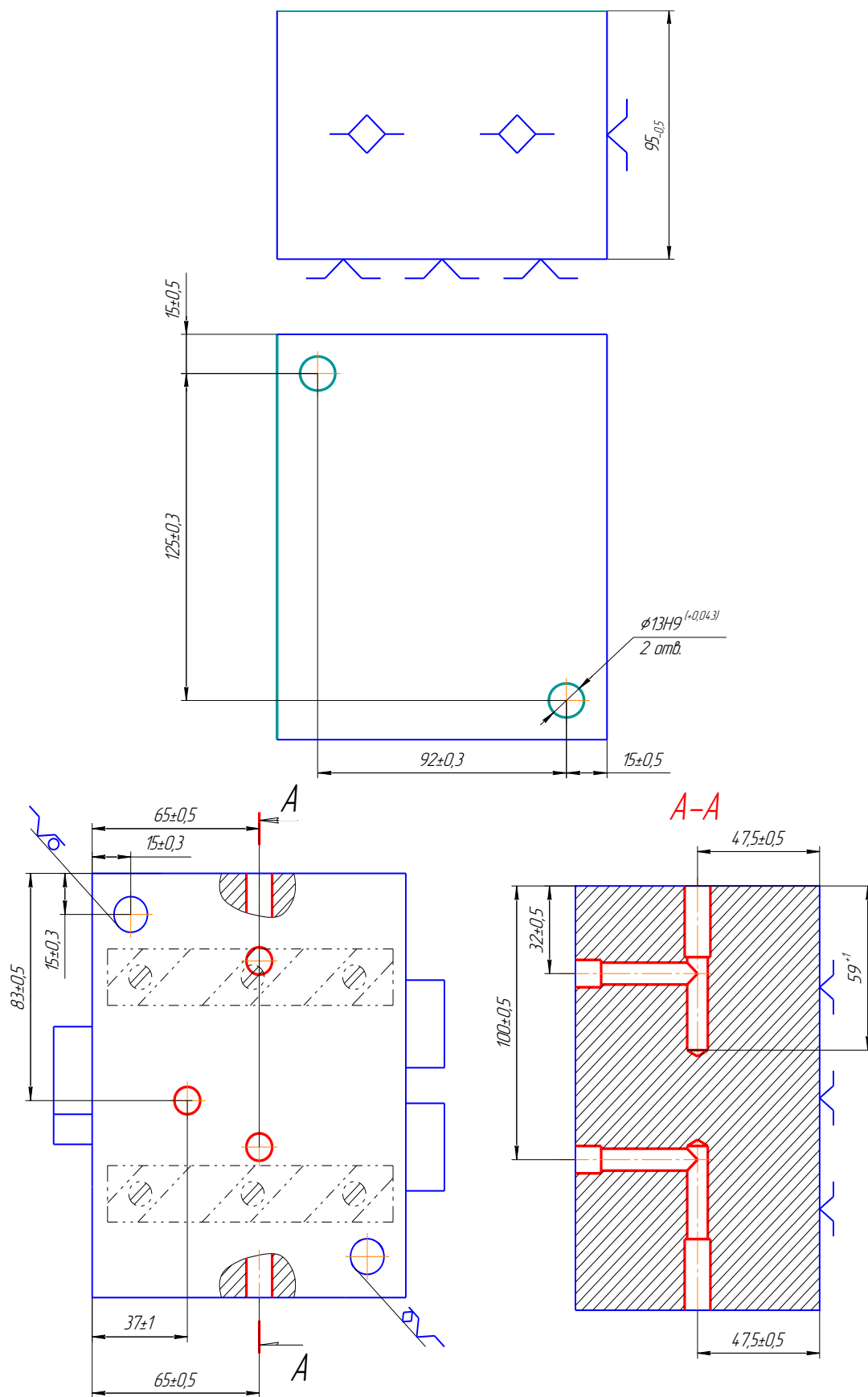
Рисунок 5 Схема базирования для 005 операции установ Г.

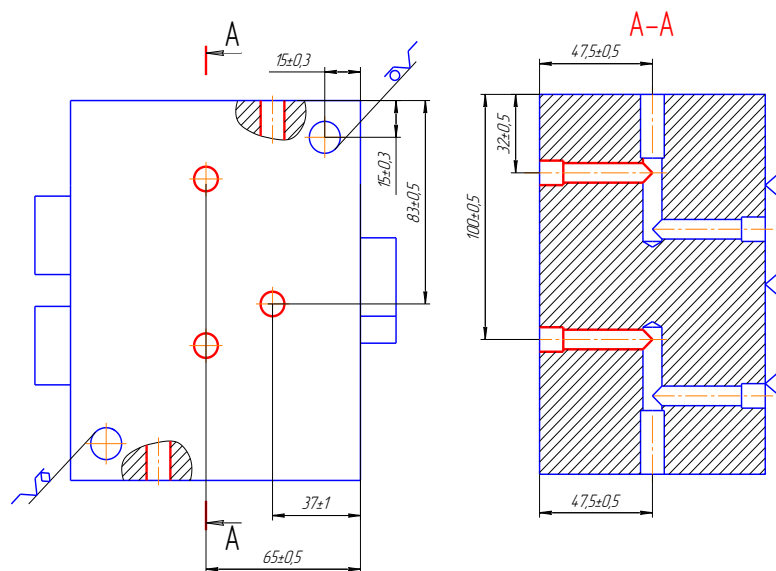
При получении размера $155_{-0,5}$ технологическая и измерительная базы совпадают, погрешность базирования 0.

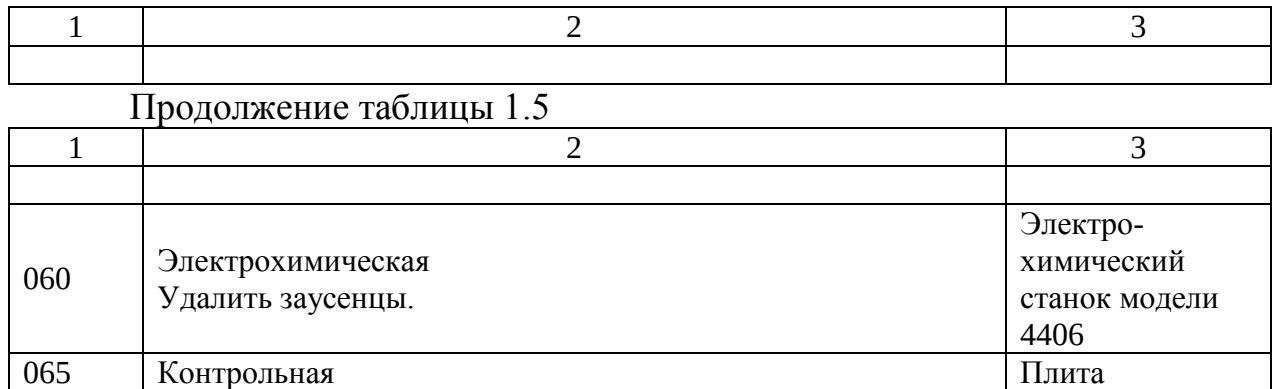
б) 015 Вертикально-фрезерная

Закрепление заготовки осуществляется в тисках. Представленная схема базирования лишает заготовку шести степеней свободы.

Погрешность базирования на линейные размеры ϵ_6 равная 0, так как измерительная база совпадает с технологической.







	контрольная
--	-------------

1.3.4 Выбор оборудования

Станок продольно-фрезерный двухстоечный трёхшпиндельный 6606.

Станок предназначен для обработки деталей из чёрных и цветных металлов, различных сплавов и пластмасс и других материалов[9].

Технические характеристики станка представлены в таблице 1.6.

1	2
Мощность привода главного движения вертикальной	
Масса станка, кг	

Обрабатывающий центр с автоматической сменой инструмента и числовым программным управлением 500HS.

Технические характеристики станка представлены в таблице 1.7.

Универсальный вертикально-сверлильный станок 2Н125.

Технические характеристики станка представлены в таблице 1.8.

1.3.5 Выбор средств технологического оснащения

Средства технологического оснащения приведены в таблице 1.10
Таблица 1.10 – Технологическое оснащение

Продолжение таблицы 1.10

1	2
055	

1.4 Инженерные расчеты

1.4.1 Расчёт припусков

Расчёт припусков на механическую обработку производится после выбора оптимальных для данных условий технологического маршрута и выбора метода получения заготовки.

Расчёт припусков производим аналитическим методом [8].

Расчёт припусков на механическую обработку отверстия Ø38Н9^(+0,062) мм

Выбираем следующие технологические переходы:

- сверление;
- зенкерование;
- развёртывание.

Величину суммарного значения пространственного отклонения определяют по формуле [4]:

Для сверления

(1.9)

Минимальный припуск под зенкерование:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (50 + 70 + \sqrt{96,9^2 + 0^2}) = 2 \cdot 217 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск под развёртывание:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (50 + 50 + \sqrt{2,84^2 + 0^2}) = 2 \cdot 102 \text{ мкм.}$$

Графа «расчетный размер» (d_p) заполняется, начиная с конечного, в данном случае чертежного размера, последовательным вычитанием минимального припуска каждого технологического перехода. Таким образом, имея расчетный (чертежный) размер, после последнего перехода (в данном случае $\varnothing 38,062$ мм) для остальных переходов получаем:

для зенкерования:

$$d_p = 38,062 - 0,204 = 37,858 \text{ мм.}$$

для развёртывания:

$$d_p = 37,835 - 0,434 = 37,424 \text{ мм.}$$

Значение допусков каждого перехода принимаем по таблице в соответствии с классом точности того или иного вида обработки.

В графе «предварительный размер» наибольшее значение ($d_{\max}$) получается, по расчетным размерам, округленном до точности допуска соответствующего перехода.

Наименьшие предельные размеры определяются из наибольших предельных размеров вычитанием допусков соответствующих переходов.

Минимальные предельные значения припусков:

для развёртывания

$$2Z_{\min} = 38,062 - 37,86 = 0,202 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\max} = 38 - 37,7 = 0,3 \text{ мм.}$$

для зенкерования

$$2Z_{\min} = 37,86 - 37 = 0,86 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\max} = 37,7 - 36 = 1,7 \text{ мм.}$$

Проверка [4]:

$$Z_{\max 1} - Z_{\min 2} = \delta_1 - \delta_2,$$

(1.10)

$$1,7 - 0,86 = 1 - 0,16$$

$$0,84 = 0,84$$

$$Z_{\max 2} - Z_{\min 1},$$

(1.11)

$$0,3 - 0,202 = 0,16 - 0,062$$

$$0,098 = 0,098$$

Результаты приведены в таблице 1.11.

Общие припуски $2Z_{O\min}$ равен 1039 мкм, $2Z_{O\max}$ равен 2000 мкм

Проверка расчёта припусков [4]:

$$Z_{O\max} - Z_{O\min} = TD_{3AG} - TD_{ДЕТ}.$$

(1.12)

1.4.3 Нормирование технологического процесса

Одной из составляющих частей разработки технологического процесса является определение нормы времени на выполнение заданной работы. Расчёт норм времени ведётся по укрупнённым типовым нормативам, установленных на основе изучения затрат рабочего времени [10]. Расчёт ведётся по следующим формулам:

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{о}} + t_{\text{в}}, \quad (1.13)$$

где $t_{\text{оп}}$ – оперативное время, мин;

$t_{\text{в}}$ – вспомогательное время на операцию, мин.

$$t_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}},$$

(1.14)

где $t_{\text{уст}}$ – вспомогательное время на установку и снятие детали, мин;

$t_{\text{пер}}$ – вспомогательное время, связанное с переходом, мин;

$t_{\text{изм}}$ – вспомогательное время на контрольные измерения, мин.

Штучное время на операцию:

$$T_{\text{шт}} = \left(T_{\text{ца}} + T_{\text{в}} \cdot K_{\text{тв}} \right) \cdot \left(1 + \frac{A_{\text{обс}} + A_{\text{отд}}}{100} \right),$$

(1.15)

где $T_{\text{ца}}$ – время цикла автоматической работы станка по программе, мин.

$$T_{\text{ца}} = T_{\text{о}} + T_{\text{мв}}, \quad (1.16)$$

где $T_{\text{о}}$ – основное время на обработку одной детали, мин;

$T_{\text{мв}}$ – машинно-вспомогательное время по программе (на подвод детали или инструмента от исходных точек в зоны обработки и отвод; установку инструмента на размер, смену инструмента, изменения и направления подачи, время технологических пауз), мин;

$T_{\text{в}}$ – вспомогательное время, мин;

$K_{\text{тв}}$ – поправочный коэффициент вспомогательного времени;

$A_{\text{обс}}$ – время на обслуживания рабочего места, %;

$A_{\text{отд}}$ – время на отдых и личные надобности, %.

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{п},$$

(1.17)

где п – размер партии запуска, шт;

$T_{шт}$ – норма штучного времени, мин;

$T_{п-з}$ – норма подготовительно-заключительного времени, мин.

Ниже в таблице 1.14 приведены результаты расчёта времени на изготовление корпуса.

1.5 Специальная часть

Механическая зачистка (слесарная обработка). Операция отличается высокой трудоёмкостью и применением высококвалифицированного ручного труда. Практика показала, что применение металлических щеток позволяет повысить производительность труда, но при этом трудно выполнимые требования по ограничению радиуса скругления.

Существует такой метод удаления заусенцев как обработка в барабане или галтование в барабанах с наклонной осью. Применяют для зачистки и полирования поверхностей деталей, удаления заусенцев и притупления острых кромок. Обработка осуществляется за счет перемещения деталей и абразивно-полирующих материалов относительно друг друга при вращении барабана[6].

Известен метод обработки водяной и абразивной струей. Обработка поверхности производится смесью мелкодисперсных частиц воды с абразивом – пульпой, которая подается высоконапорной воздушной струей со скоростью, близкой к звуковой [8]. Абразивная гидровоздушная очистка имеет ряд преимуществ перед остальными способами, так как получать шероховатость до 1,25 мкм.

Широкое распространение в машиностроение получили методы термического удаления заусенцев. Их общим недостатком является относительно большой радиус скругления и необходимость дополнительной очистки детали.

Технологии электрохимического удаления заусенцев позволяют эффективно удалить заусенец, но при этом приходится применять специальные меры для ограничения радиуса кромки. Этого достигают, применяя специальную оснастку и инструмент. Перспективным, но мало изученным направлением следует считать подбор состава электролита, обеспечивающие малые радиусы скругления.

Известно, что применение комбинированных методов и технологий обеспечивает не только достижение заданных функциональных свойств объектов производства, но и технологическую гибкость процесса, возможность эффективного управления им [1]. Возможности комбинированных методов обработки на операции удаления заусенцев далеко не исчерпаны и требуют дальнейшего изучения.

Электрический метод обработки может быть использовано для удаления заусенцев и сглаживания острых кромок длинномерных и листовых заготовок. На электрод-инструмент и заготовку подают напряжение и перемещают их относительно друг друга. Рабочая поверхность электрода-инструмента выполнена под углом меньше 90^0 . Электроду-инструменту сообщают вибрацию перпендикулярно обрабатываемой кромке заготовки. Заготовку перемещают под углом к линии горизонта и регулируют скорость ее подачи при изменении указанного угла. Способ позволяет упростить обработку и снизить энергозатраты.

Известен электрофизический способ удаления заусенцев с применением ультразвука, заключающийся в том, что детали, имеющие заусенцы, помещают в герметичную камеру, которая заливается суспензией, и от магнитострикционного преобразователя ультразвуковые колебания через дно камеры передаются суспензии. Основные недостатки метода: возможность обработки только мелких деталей с ограниченными размерами заусенцев, применение дорогих ультразвуковых преобразователей, наличие суспензии и герметичной камеры [7].

Известен электроконтактный метод удаления заусенцев вращающейся проволочной щеткой, заключающийся в том, что по шлангу к пневмотурбине подводят сжатый воздух для вращения щетки. К щетке и заготовке подают электрическое напряжение и перемещают относительно друг друга. Недостатками метода являются применение сжатого воздуха, недостаточная локализация процесса обработки, т. к. щетка помимо заусенцев контактирует с расположенными рядом участками заготовки, что приводит к повышенным энергозатратам вследствие увеличения площади обработки и нежелательному взаимодействию на другие участки заготовки.

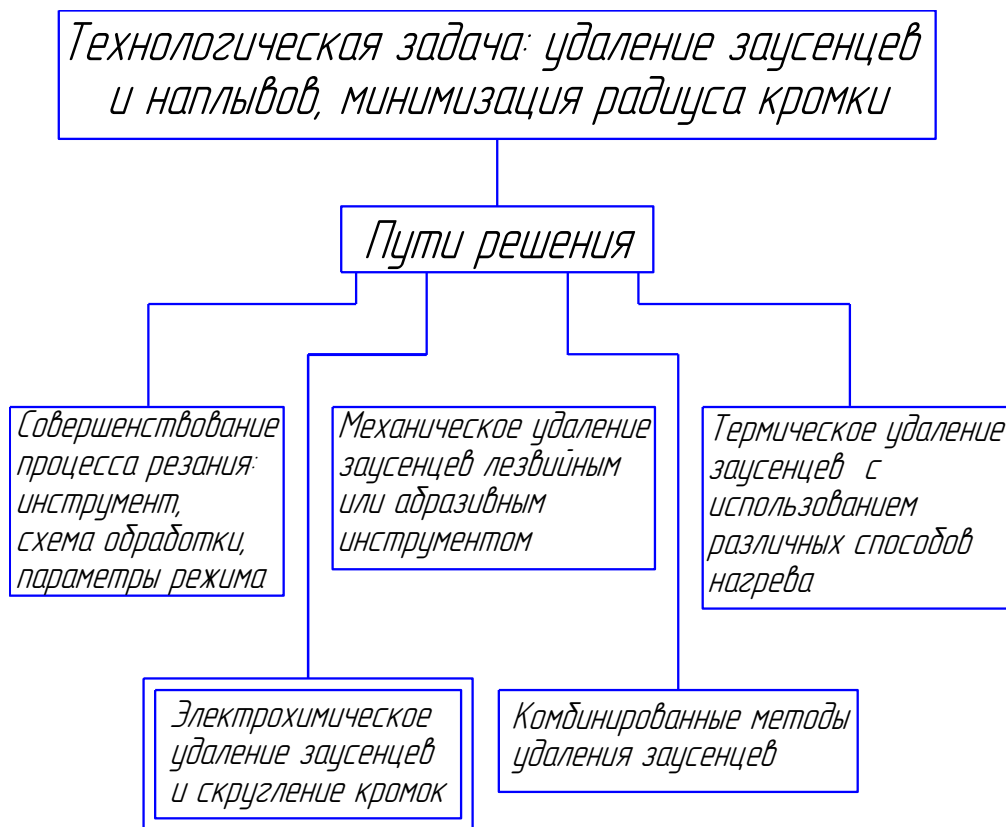


Рисунок 10 Пути решения

1.6 Разработка конструкции технологической оснастки

В данном дипломном проекте разработаны приспособления для сверлильно-фрезерной операции на сверлильно-фрезерный станок с ЧПУ модели 500Н и для вертикально-сверлильной операции на вертикально-сверлильный станок 2Н125, режущий инструмент канавочная фреза, мерительный инструмент калибр-соосности [7].

Для обработки канавок на фрезерно-сверлильных станках применяются фрезы.

Для обработки канавки диаметром 40Н14 шириной $10^{+0,5}$ с фасками по краям была спроектирована фреза, чертёж которой представлен на листе.

Глубина резания фрезы невелика (равная 1 мм), поэтому целесообразно применение большего числа зубьев, что при неизменной подаче на зуб увеличивает минутную подачу.

Для фрезы принимаем:

- передний угол γ равен 5° ;
- задний угол α равен 10° .

Задняя поверхность фрезы – плоская, т. е. фреза является остро заточенной. При переточке профиль фрезы будет меняться, что допустимо с

точки зрения обработки. Поэтому применение фрез с остро заточенным зубом по сравнению с затылованным приводит к снижению затрат на их изготовление.

Для проверки требования соосности отверстий диаметром 38Н9 мм и диаметром 45Н9 мм был спроектирован калибр соосности, чертёж которого представлен на листе. Материал калибров – углеродистая инструментальная сталь У8А.

Рассчитаем калибр соосности для контроля внутренних поверхностей диаметром 38Н9 мм и диаметром 45Н9 мм допуск на соосность составляет 0,04 мм.

Степень точности калибра определяется по допуску на соосность, отнесенному к диаметру ступени.

Степень точности 2

Допуск на соосность 0,04

Для ступени диаметром 38Н9 [6]:

(1.18)

$$d_{k.min} = d_{k.max} - \delta_k, \quad (1.19)$$

$$d_{k.из} = d_{k.max} - \delta_k - \delta_u, \quad (1.20)$$

где d_k – диаметр ступени калибра;

– наименьший предельный диаметр контролируемого отверстия;

l – допуск на несоосность ступеней изделия;

L – расстояние между ступенями;

l_1 – длина ступени;

l_k – допуск на несоосность ступеней калибра;

δ_k, δ_u – допуски на неточность изготовления и на износ.

$$d_{k.max} = 38 - (0,04 / (1 + 43/10)) + 0,01 + 0,015 + 0,005 = 38,023.$$

$$d_{k.min} = 38,023 - 0,01 = 38,013 \text{ мм}.$$

$$d_{k.из} = 38,023 - 0,01 - 0,015 = 37,998 \text{ мм}$$

Для ступени диаметром 45Н9 [6]:

$$d_{k.max} = 45 - (0,04 / (1 + 43/15)) + 0,01 + 0,015 + 0,005 = 45,017.$$

1.6.2 Проектирование сверлильно-фрезерного приспособления на сверлильно-фрезерный станок с ЧПУ модели 500Н

Такая схема обеспечивает удобство установки и снятия заготовки. Корпус приспособления представляет собой сварную не разборную конструкцию на котором размещены основные элементы приспособления. Приспособление базируется на столе станка при помощи четырех прецизионных болтов. Для выверки инструмента относительно приспособления в его корпусе запрессован выверочный палец.

Транспортировка приспособления осуществляется с помощью отверстий сделанных в косынках приспособления.

1.6.2.1 Силовой расчёт приспособления

Расчет мембраны:

Формула для определения диаметра опорной шайбы:

$$d = 0,7D, \quad (1.21)$$

где D – рабочий диаметр мембраны, равный 180 мм.

$$d = 0,7 \cdot 180 = 126 \text{ мм.}$$

Сила на штоке мембранного цилиндра вычисляется по формуле [6]:

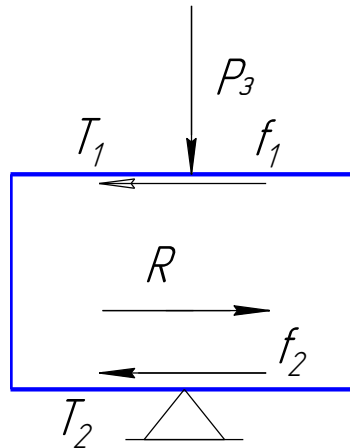
$$P_3 = 0,196 \cdot (D + d)^2 \cdot p - P_k, \quad (1.22)$$

где p – давление сжатого воздуха, Мпа;

P_k – сила от возвратной пружины, Н.

$$P_3 = 0,196 \cdot (180 + 126)^2 \cdot 0,63 - 800 = 10762 \text{ Н.}$$

Максимальная сила, которая пытается сдвинуть заготовку берем из п.6 $P_z = 3250 \text{ Н.}$



$$P_3 = K \cdot R / (f_1 + f_2), \quad (1.23)$$

где P_3 – сила резания, Н;

f_1 и f_2 – коэффициенты трения соответственно в местах контакта заготовки с опорами и с зажимными механизмами.

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

(1.24)

K_0 равный 1,5;

K_1 –учитывающий увеличение силы резанья из за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях, K_1 равный 1,2;

K_2 , характеризующий увеличение силы резанья в следствии затупления режущего инструмента, K_2 равный 1,2;

K_3 – коэффициент, учитывающий увеличение силы резанья при прерывистом резание, $K_3=1,2$;

K_4 – коэффициент, характеризующий постоянство силы закрепления, $K_4=1,2$;

K_5 – учитывающийся при наличии момента стремящегося повернуть заготовку, $K_5=1$.

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1 = 3,1$$

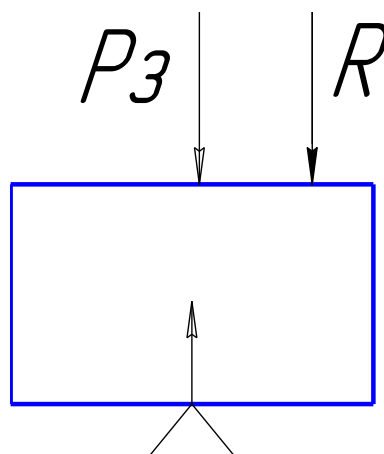
$$P_3 = 3,1 \cdot 3250 / (0,2 + 0,2) = 25187 \text{ Н}.$$

$$d = 1,4 \sqrt{Q / \sigma_p},$$

(1.25)

$$Q = P_3 / (1 - 3 \cdot f \cdot (L / H)), \quad (1.26)$$

Приспособление разрабатываем в соответствии с принятой схемой базирования. Корпус устанавливается горизонтально на две опорные пластины, доводится одной стороной до двух опор, и другой стороной до одной опоры. Конструкция приспособления для вертикально-сверлильной операции обеспечивает требуемое положение заготовки относительно режущего инструмента. Зажим осуществляется прихватом с винтовым механизмом. Такая схема обеспечивает удобство установки и снятия заготовки. Обработка отверстий выполняется за два установка. Сверление отверстия производится через специальный съёмный кондуктор.



(1.28)

где T – трудоёмкость годового выпуска изделий, н·ч;

F_c – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч;

K_z – коэффициент загрузки.

$$C_{no} = 6271 / (1974 \cdot 0,56) = 6 \text{ шт.}$$

Соотношение между группами оборудования [10]:

$$D_i = (T_{\text{шк}i} / \sum T_{\text{шк}}) \cdot 100,$$

(1.29)

где $T_{\text{шк}i}$ – штучно-калькуляционное время, мин [10]:

$$D_{005} = (2,99 / 70,33) \cdot 100\% = 4,3\%;$$

$$D_{015} = (1,41 / 70,33) \cdot 100\% = 3\%;$$

$$D_{035} = (8,87 / 70,33) \cdot 100\% = 12,6\%;$$

$$D_{045} = (11,12 / 70,33) \cdot 100\% = 15,8\%;$$

$$D_{055} = (45,94 / 70,33) \cdot 100\% = 65,3\%.$$

Определяем расчётное количество станков [10]:

$$C_{pi} = (T_{нооб} \cdot D_i) / 100 \quad (1.30)$$

$$C_{p005} = (6 \cdot 4.35) / 100\% = 0,3 \text{ шт};$$

$$C_{p015} = (6 \cdot 3) / 100\% = 0,18 \text{ шт};$$

$$C_{p035} = (6 \cdot 12.6) / 100\% = 0,5 \text{ шт};$$

$$C_{p045} = (6 \cdot 15.8) / 100\% = 0,95 \text{ шт};$$

$$C_{p055} = (6 \cdot 45,94) / 100\% = 2,7 \text{ шт}.$$

Принятое количество станков выбираем путём округления расчётного значения в большую сторону или в меньшую при условии, что уменьшение не превысит 5% по сравнению с расчётным значением.

$$C_{П005} = 1 \text{ шт.}$$

$$C_{П015} = 1 \text{ шт.}$$

$$C_{П035} = 1 \text{ шт.}$$

$$C_{П045} = 1 \text{ шт.}$$

$$C_{П055} = 3 \text{ шт.}$$

Количество основного оборудования приведено в таблице 1.15

1.7.2 Определение коэффициентов загрузки оборудования

Для каждой операции определяется по формуле [10]:

$$K_{zi} = (C_{pi} / C_{ni}) \cdot 100\%,$$

(1.31)

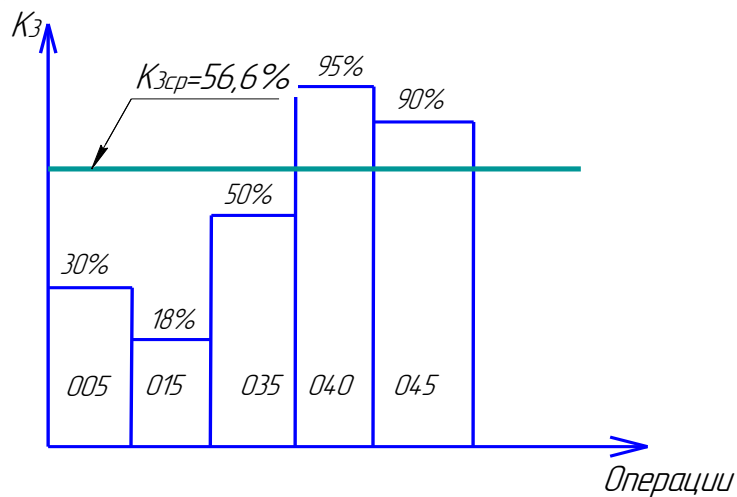
$$K_{z005} = (0,3/1) \cdot 100\% = 30\%.$$

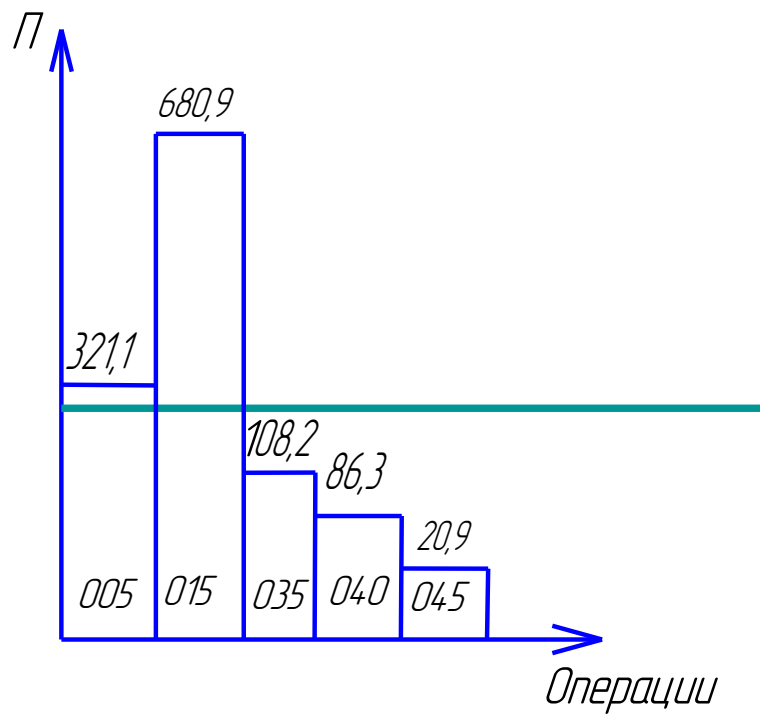
$$K_{z015} = (0,18/4) \cdot 100\% = 18\%.$$

$$K_{z035} = (0,5/1) \cdot 100\% = 50\%.$$

$$K_{z045} = (0,95/1) \cdot 100\% = 95\%.$$

$$K_{z055} = (2,7/3) \cdot 100\% = 90\%.$$





$$K_{3005} = (22 \cdot 4) / (321,1 \cdot 1) = 0,14.$$

$$K_{3015} = (22 \cdot 4) / (680,9 \cdot 1) = 0,13.$$

$$K_{3035} = (22 \cdot 4) / (108,2 \cdot 1) = 0,41.$$

$$K_{3045} = (22 \cdot 4) / (86,3 \cdot 1) = 0,51.$$

$$K_{3055} = (22 \cdot 4) / (20,93 \cdot 1) = 1,40.$$

График загрузки оборудования представлен на рисунке 15.

