

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт промышленной инженерии им. А.Буркитбаева

Кафедра Стандартизация, сертификация и технология машиностроения

Аяпбергенова Салтанат Азаматкызы

Спроектировать участок по выпуску заднего моста КамАЗа с изготовлением
полуоси. Тип производства – серийное.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к дипломному проекту

На тему: «Спроектировать участок по выпуску заднего моста КамАЗа с

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Специальность 5В071200 - Машиностроение

Выполнила:

Аяпбергенова С.А.

Рецензент:

Научный руководитель:

Магистр технических наук, инженер-конструктор ТОО «Кожкорған»

канд. техн. наук, доцент

Сайман

А.И. Салдыбаев
2019г.

М.Ф. Керимжанов
2019г.

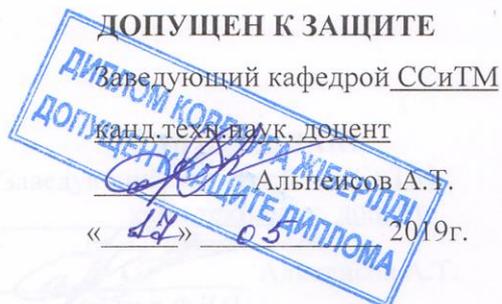
Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт промышленной инженерии им. А.Буркитбаева

Кафедра Стандартизация, сертификация и технология машиностроения



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к дипломному проекту

На тему: «Спроектировать участок по выпуску заднего моста КамАЗа с
изготовлением полуоси. Тип производства – серийное»
по специальности 5В071200 - Машиностроение

Выполнила:

Аяпбергенова С.А.

Рецензент

Магистр техн.наук, инженер-
конструктор ТОО «Корпорация
Сайман»

А.И.Сандиба
«17» 05 2019г.

Научный руководитель

канд.техн.наук, доцент

М.Ф.Керимжанова
«17» мая 2019г.

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт промышленной инженерии имени А.Буркитбаева

Кафедра стандартизации, сертификации и технологии машиностроения

Шифр и наименование специальности 5В071200 – Машиностроение

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ССиТМ

канд.техн.наук, доцент

(указать степень, звание)

Альпеисов А.Т.

(подпись Ф.И.О.)

“ 06 ” 11 2018 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Обучающемуся Аяпбергеновой Салтанат Азаматкызы

Тема Спроектировать участок по выпуску заднего моста КамАЗа с изготовлением полуоси. Тип производства – серийное.

Утверждена приказом по университету № 1252-б от «06» 11 2018 г.

Срок сдачи законченной работы «17» мая 2019г.

Исходные данные к дипломному проекту:

Сборочный чертеж узла; тип производства

Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов:

а) проектирование технологии изготовления заднего моста КамАЗа

б) проектирование технологии изготовления полуоси

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей) сборочный чертеж заднего моста КАМАЗа; рабочий чертеж полуоси (длинной); технологические наладки; план механического участка-общее количество чертежей – 5лА1

Рекомендуемая основная литература из 16 наименований

ГРАФИК

подготовки дипломного проекта

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю и консультантам	примечание
Проектирование технологии сборки заднего моста	11.02 – 26.02.2019	<i>M. Kerimjanova</i>
Разработка технологии изготовления полуоси	20.02-18.03.2019	<i>M. Kerimjanova</i>
Проектирование шлифовального приспособления	26.03-24.04.2019	<i>M. Kerimjanova</i>

ПОДПИСИ

консультантов и нормоконтролера на законченный дипломный проект с указанием относящихся к ним разделов работы

Наименование раздела	Научный руководитель, консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Нормоконтроль	Абілқайыр Ж.Н.	17.05.19	<i>M. Kerimjanova</i>

Научный руководитель _____ *M. Kerimjanova* / Керимжанова М.Ф./
(подпись) (Ф.И.О.)

Задание приняла к исполнению студент _____ *S.A. Aylberg* / Аялбергенова С.А./
(подпись) (Ф.И.О.)

Дата « 17 » _____ *май* 2019г.

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект на тему: «Спроектировать участок по выпуску заднего моста КамАЗа с изготовлением полуоси. Тип производства – серийное.

В дипломном проекте выполнены разработка технологических процессов сборки заднего моста КамАЗа и механической обработки детали - вала шестерни в условиях серийного производства.

КамАЗ 4310 - грузовик Камского автомобильного завода. Модель обладает достаточно внушительным дорожным просветом в 365 мм. Это дает возможность передвигаться по очень сложным участкам дороги, включая неглубокий брод.

Представлены расчет и проектирование технологии изготовления ведущей шестерни. Разработаны станочные приспособления. Выполнено организация и планировка участка.

АНДАТПА

Дипломдық жобаның тақырыбы «Жетекші тістегершігі бар КамАЗдың артқы көпірін шығару бойынша жарты осьті жобалау. Өндіріс түрі сериялық»

Дипломдық жобада КамАЗдың артқы көпірін жинақтау процесін технологиялық өңдеу және білік тістегеріштің сериялық өндіріс шарты бойынша механикалаық өңдеу орындалды.

КамАЗ көлігінің артқы осі қозғалтқыш дөңгелектеріндегі айналу моментін ұлғайтады және оны жетекші білікшесінен осьтерге тікелей бұрыштарына жібереді.

Жетекші тістегерішті өңдеуді технологиялық жобалау және есептеу көрсетілген. Білдекті қондырғылар әзірленген. Учаскіні жобалау және ұйымдастыру орындалған.

ANNOTATION

Graduation project on the theme: «Projecting the release plot of the back axle of KamAZ with the manufacture of the drive gear. The type of production is serial».

In the thesis project, the development of technological processes for the assembly of the rear axle of KAMAZ and the machining of the part — the gear shaft under mass production conditions — was carried out.

KamAZ 4310 - a truck of the Kama Automobile Plant. The model has a rather impressive ground clearance of 365 mm. This makes it possible to move on very difficult sections of the road, including a shallow ford.

The rear axle of the KamAZ vehicle is used to increase the torque on the drive wheels and transfer it from the drive shaft to the axes at right angles.

Presents the calculation and design of manufacturing gear pinion. Developed machine tools. Completed organization and planning of the site.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	
1 Проектирование технологии изготовления заднего моста КамАЗа	8
1.1 Анализ служебного назначения	8
2 Проектирование технологии изготовления полуоси	10
2.1 Анализ технических требований	10
2.2 Определение типа производства	11
2.3 Выбор метода получения заготовки	11
2.4 Маршрут обработки	13
2.5 Расчет припусков на обработку поверхности	15
2.6 Расчет режимов резания	20
2.7 Нормирование технологического процесса	29
3 Проектирование приспособления	32
3.1 Принцип работы приспособления	32
3.2 Расчет приспособления на точность	32
3.3 Расчет усилия зажима	32
3.4 Расчет на прочность резьбового соединения	33
4 Разработка плана механического участка	34
4.1 Расчет необходимого количества оборудования	34
4.2 Расчет площади участка	35
Заключение	
Список использованной литературы	
Приложение А	
Спецификация	
Приложение Б	
Спецификация	

ВВЕДЕНИЕ

Под модернизацией и реконструкцией подразумеваются работы, приведшие к улучшению, повышению первоначально принятых нормативных показателей функционирования объекта основных средств (в нашем случае – автомобиля) с пересмотром срока полезного использования. Итак, восстановление автомобиля может осуществляться посредством ремонта, модернизации и реконструкции.

Затраты на модернизацию и реконструкцию после их окончания могут увеличивать первоначальную стоимость автомобиля, если в результате улучшаются, повышаются первоначально принятые нормативные показатели функционирования (срок полезного использования, мощность, качество применения и т. п.)

Затраты, связанные с модернизацией (включая затраты по модернизации автомобиля, осуществляемой во время капитального ремонта), отражаются в регистрах учета аналогично капитальным вложениям.

Модернизация автомобилей (обычно в виде дооборудования) встречается значительно реже, чем ремонт. Она возникает в том случае, если заменяются вполне работоспособные детали (узлы), причем новые отличаются мощностью, удобством пользования, экономичностью, безопасностью и пр. Например, это могут быть: замена двигателя, коробки передач в таких, как механической на автоматическую; установка дополнительных элементов безопасности, например воздушных подушек; установка дополнительного топливного оборудования (по видам топлива – газ вместо бензина или система для экономии ГСМ); дооборудование всякого рода удобствами, начиная с магнитолы и сигнализации и заканчивая электрообогревателем сидений и зеркал; дооборудование дистанционным пуском двигателя или открыванием багажника с водительского места. Затраты, связанные с улучшением технических характеристик транспорта, на себестоимость не относятся.

Техническая эксплуатация автомобилей как наука определяет пути и методы наиболее эффективного управления техническим состоянием автомобильного парка с целью обеспечения регулярности и безопасности перевозок при наиболее полной. Техническая эксплуатация автомобилей как область практической деятельности комплекс технических, социальных, экономических и организационных мероприятий, обеспечивающих поддержание автомобильного парка в исправном состоянии при рациональных затратах трудовых и материальных ресурсов и обеспечении нормальных условий труда и быта персонала. Эффективность технической эксплуатации автомобилей обеспечивает инженерно-техническая служба.

1 Проектирование технологии изготовления заднего моста КамАЗа

1.1 Анализ служебного назначения

Горизонтальный вал ходового механизма состоит из трёх частей. Средняя часть представляет собой сварную конструкцию, состоящего из среднего вала 9 (рис 1.1), конической шестерни 12, входящей в зацепление с шестерней вертикального вала, и двух кулачковых муфт 6. Вал вращается в подшипниках кратера ходовой рамы. В торцах среднего вала имеются глухие отверстия, в которых запрессованы втулки, служащие опорами для правой и левой полуосей 3.

Другими опорами служат неразъемные подшипники в боковых стенках ходовой рамы. На внешних концах полуосей посажены звёздочки 1 цепных передач. На полуосях между опорными подшипниками находятся кулачковые муфты 5, включающие правую и левую стороны гусеничного хода. Нормально муфты под действием пружин 16 находятся в постоянно включенном положении, и только при разворотах с помощью пневматических камер 19 выключается та или другая сторона. При включении муфта входит в зацепление с кулачком 15, закрепленный на ходовой раме, благодаря чему исключается возможность перекачивания колес выключаемой стороны гусеничного хода. Полуоси с внутренних сторон наружных подшипников фиксируются разъемными кольцами 17. На ободке одной из муфт 6 имеются кулачки, которые служат зубьями для храповика для двустороннего храпового стопорного устройства, состоящего из собачек 4 и 11, включаемых с помощью пружины 13 и выключаемых пневматической камерой 18 через шток 14. Рычаг 8, приваренный к собачке 11, и поводок 7, приварен к собачке 4, служит для включения и выключения последней, так как она непосредственной связи с пневматической камерой и пружиной не имеет. Штырём 10 собачка 11 может удерживаться в выключенном положении при включенной собачке 4.

Полуоси 3 служат для передачи крутящего момента от средней части горизонтального вала на правую и левую сторону гусеничного хода.

В качестве базовой поверхности принята наружная цилиндрическая поверхность $\varnothing 110f9$ мм, относительно которой задается радиальное биение цилиндрической поверхности $0,05$ мм на $\varnothing 85f9$ мм.

Шероховатость наружных цилиндрических поверхностей $Ra 0,8$ мкм, торцовых поверхностей $Ra=6,3$ мкм. Остальные поверхности выполнены с шероховатостью $Ra=12,5$ мкм.

Полуось изготовлена из стали 40Х ГОСТ 4543 – 71. Химический состав стали, приведен в таблице 1.1 [2], а механические свойства - в таблице 1.2 [2]. Материал детали для заданных условий эксплуатации выбран правильно.

$\sigma_B = 0,2$ — предел текучести условный, МПа;

σ_B — временное сопротивление разрыву, МПа;

δ — относительное удлинение после разрыва;

Ψ — относительное сужение;

$K_{СИ}$ — ударная вязкость, определяемая на образце с концентраторами соответственного вида

Таблица 1.1 - Химический состав стали 40Х (ГОСТ 4543 – 71)

С	Mn	Cr	Si	P	S	Cu	Ni
				не более			
0,35 - 0,45	0,5 – 0,8	0,8 – 1,1	0,17 - 0,37	0,035	0,035	0,3	0,3

Таблица 1.2 - Механические свойства в зависимости от сечения.

Сечение , мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	Мпа		%			
25	780	980	10	45	59	-

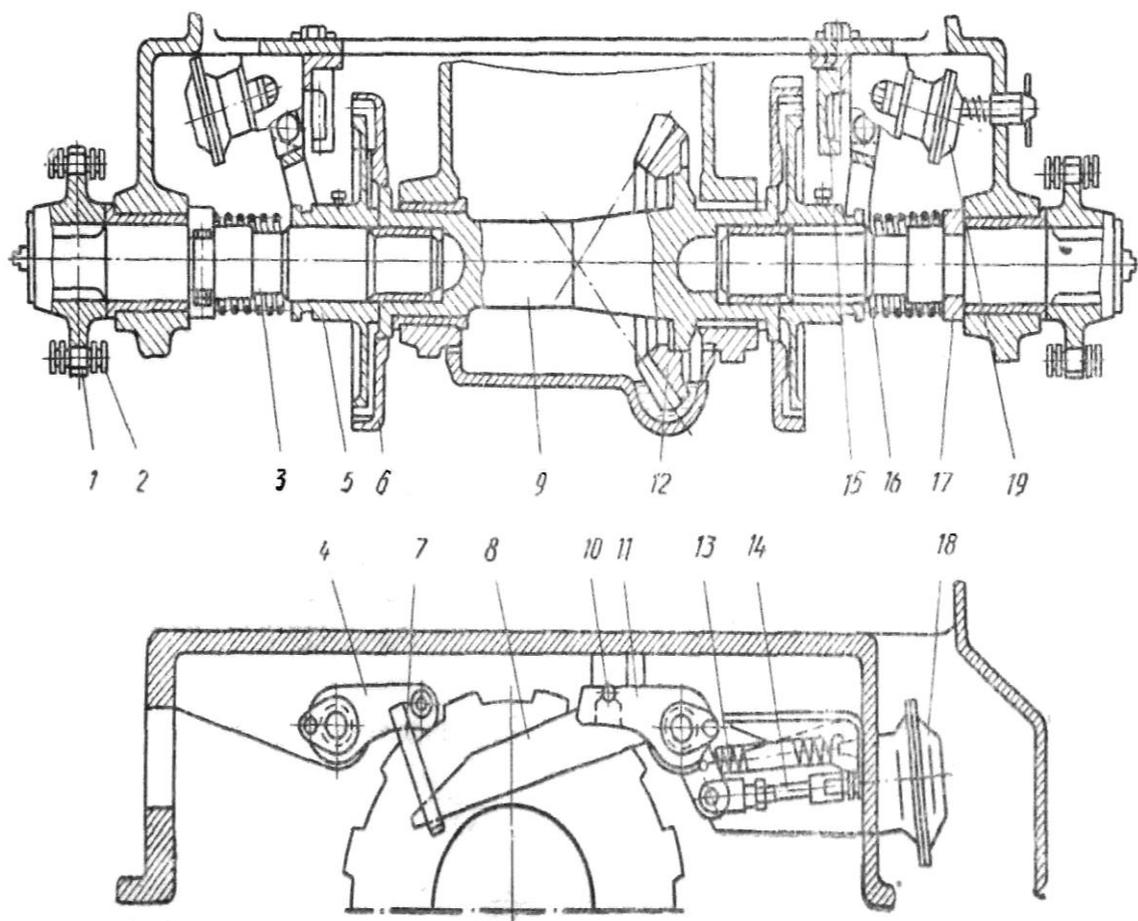


Рисунок 1.1 - Горизонтальный вал ходового механизма

1-звёздочка; 2-цепь; 3-полуось; 4,11-собачки, 5,6-кулачковые муфты; 7-поводок; 8-рычаг; 9-средний вал; 10-штырь; 12-коническая шестерня; 13,15-

пружины; 14-шток; 15-кулачок; 17-разъёмное кольцо; 18, 19-пневматические камеры

2 Проектирование технологии изготовления полуоси

2.1 Анализ технических требований

На чертеже детали изображен главный вид полуоси с разрезами. С выносным элементом А, Б и В, сечениями Г и Д, поясняющие конструкцию детали. Указаны размеры основных поверхностей с буквенными обозначениями полей допусков и предельными отклонениями, шероховатость ответственных поверхностей, подлежащих механической обработке, и шероховатость несопрягаемых поверхностей.

На чертеже имеются указания взаимного расположения поверхности относительно базовой поверхности.

Технические требования, приведенные на чертеже детали, соответствуют служебному назначению и сборке изделия.

Чертеж детали выполнен с требованиями стандартов ЕСКД (линии, указания шероховатости, допуски формы и расположения поверхностей, обозначения видов, разрезов, сечений).

Технические требования и чертеж детали не требуют внесения изменений. Нет необходимости в замене материала.

Анализ технологичности конструкции осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 14210-83 и ГОСТ 14205-83. Для оценки технологичности конструкции детали применяются качественные и количественные показатели. При качественной оценке на основе анализа конструкции делаем вывод о рациональном выборе ее форме, качестве обрабатываемых поверхностей с учетом возможности применения высокопроизводительного оборудования.

Качественная оценка конструкции характеризуется показателями «хорошо/плохо», «допустимо/недопустимо».

Количественная оценка технологичности производится с помощью следующих показателей:

1. коэффициент унификации конструктивных элементов
где $Q_{уэ}$ – количество унифицированных конструктивных элементов детали, шт;
 $Q_{э}$ – общее количество элементов детали, шт.
2. коэффициент использования материала
где $B_{дет}$ – масса детали, кг;
 $B_{заг}$ – масса заготовки, кг.
3. коэффициент использования типовых технологических процессов при изготовлении детали
где $Q_{тп}$ – количество используемых типовых технологических процессов;
 $Q_{п}$ – общее число технологических процессов.

4. уровень технологичности конструкции по использованию материала

где $K_{БМ}$ – коэффициент использования материала в базовом технологическом процессе;

$K_{ПМ}$ – коэффициент использования материала в предложенном техно-логическом процессе.

5. уровень технологичности конструкции по трудоемкости изготовления

где $T_{П}$ – трудоемкость по проектируемому варианту;

$T_{Б}$ – трудоемкость по базовому варианту.

6. уровень технологичности конструкции по себестоимости

где $C_{ПТ}$ – технологическая себестоимость по проектируемому варианту;

$C_{БТ}$ – технологическая себестоимость по базовому варианту.

2.2 Определение типа производства

При расчете производственной программы выпуска изделий принимаем программу, указанную в задании на курсовой проект.

При расчете годовой программы деталей учитывается количество деталей в изделии и процент запасных частей. Годовая программа деталей определяется по формуле [1].

$$N = N_1 \cdot m \left(1 + \frac{\beta}{100} \right), \text{шт} \quad (2.2)$$

где N_1 – годовая программа изделия;

m – число деталей в изделии;

β – процент запасных частей.

Принимаем $m=1$ и $\beta=2\%$.

$$N = 480 \cdot 1 \cdot \left(1 + \frac{2}{100} \right) = 489,6 \text{шт}$$

Принимаем $N=490$ шт.

2.3 Выбор метода получения заготовки

По заводскому технологическому процессу заготовку получают из горячекатаного проката $\varnothing 120$ мм повышенной точности. Масса заготовки $m_{заг} = 62,4$ кг. Масса детали, указанная в основной надписи чертежа $m_{д} = 37,9$ кг.

По заводским данным себестоимость одной тонны заготовок составляет 22900 тг., стоимость одной заготовки 1428,96 тг.

По предлагаемому варианту получения заготовки горячей объемной штамповкой на ГКМ стоимость заготовки определяем по формуле:

$$S_{заг} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot m_{заг} \cdot K_m \cdot K_c \cdot K_g \cdot K_m \cdot K_n \right) - (m_{заг} - m_{дем}) \cdot \frac{S_{омх}}{1000} [1.смп31] \quad (2.3)$$

где C_i – базовая стоимость 1т штамповок;
 $m_{заг}$ – масса заготовки;
 K_T – коэффициент, зависящий от точности заготовки;
 K_C – коэффициент, зависящий от группы сложности штамповки;
 K_B – коэффициент, зависящий от массы штамповки;
 K_M – коэффициент, зависящий от марки материала штамповки;
 K_P – коэффициент, зависящий от группы серийности штамповки;
 $m_{дет}$ – масса детали;
 $S_{отх}$ – стоимость 1т стружки.

Для определения массы заготовки находим припуски на механическую обработку по ГОСТ 7505-89. Ориентировочная расчетная масса поковки

$$m_{pn} = m_{дет} \cdot K_p, \quad (1.3)$$

где K_p – расчетный коэффициент.

По таблице 20 стандарта для деталей удлиненной формы $K_p=1,3...1,6$. Принимаем $K_p=1,45$.

$$m_{pn} = 37,9 \cdot 1,45 = 54,95 \text{ кг.}$$

Группа стали определяем по таблице 1, сталь 40Х с содержанием углерода 0,4% относится ко второй группе М2.

Степень сложности поковки определяем по приложению 2 стандарта. Описывающей фигурой будет цилиндр. Масса фигуры:

$$m_{\phi} = V_{\phi} \cdot \rho \quad (1.6)$$

Для стали $\rho=7,85 \text{ г/см}^3$

Объем фигуры определяем по формуле:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D_{\phi}^2}{4} \cdot l_{\phi} \quad (1.7)$$

При определении размеров описывающей поковку фигуры исходят из увеличения в 1,05 раза габаритных размеров детали

$$D_{\phi 1} = D_{\text{дем}} \cdot 1,05 = 110 \cdot 1,05 = 115,5 \text{ мм},$$

$$l_{\phi 1} = l_{\text{дем}} \cdot 1,05 = 286 \cdot 1,05 = 300,3 \text{ мм}.$$

$$D_{\phi 2} = d_{\text{дем}} \cdot 1,05 = 118 \cdot 1,05 = 123,9 \text{ мм},$$

$$l_{\phi 2} = l_{\text{дем}} \cdot 1,05 = 10 \cdot 1,05 = 10,5 \text{ мм}.$$

$$D_{\phi 3} = D_{\text{дем}} \cdot 1,05 = 105 \cdot 1,05 = 110,25 \text{ мм},$$

$$l_{\phi 3} = l_{\text{дем}} \cdot 1,05 = 372 \cdot 1,05 = 390,6 \text{ мм}.$$

$$V_{\phi} = \left(\frac{3,14 \cdot 115^2}{4} \cdot 300,3 \right) + \left(\frac{3,14 \cdot 123^2}{4} \cdot 10,5 \right) + \left(\frac{3,14 \cdot 110,25^2}{4} \cdot 390,6 \right) = 69693 \text{ см}^3.$$

$$m_{\phi} = 6969,3 \cdot 7,85 = 54709,005 \text{ г} = 54,7 \text{ кг}.$$

2.4 Маршрут обработки

В проектируемом варианте технологического процесса предлагается заменить оборудование, применяемое на операциях 020, 025 и 030 на новое современное оборудование отечественного производства с числовым программным управлением. Так на операциях 020 и 025 вместо токарно-копировального 1Б732 и на операции 030 вместо токарного полуавтомата РТ724Ф301 применить токарно-винторезный станок с ЧПУ 16А20Ф3.

Обработка на станках с ЧПУ требует применения заготовок, получаемых методами обработки давлением, которые обеспечивают большую точность размеров. Поэтому получение заготовки горячей объемной штамповкой на кривошипном прессе.

На операциях заводского технологического процесса используют приспособления с винтовыми зажимами, универсальные приспособления (патрон, тиски) предлагается вместо специальных приспособлений с винтовыми зажимами применить быстродействующие приспособления с пневмозажимами.

На токарной операции вместо трехкулачкового самоцентрирующегося патрона предлагается применить патрон быстропереналаживаемый универсальный.

Последовательность операций в проектируемом технологическом процессе не меняется.

Выбор баз.

В качестве технологической базы на первой операции проектируемого технологического процесса используются наружные цилиндрические поверхности $\varnothing 122$ и $\varnothing 109$ мм. На пересечении внешнего цилиндра и плоскости, проходящей по линиям сопряжения оси с призмами – технологическая двойная направляющая база. При закреплении оси происходит ориентация ее по технологической базе.

На операциях 020 и 030 в качестве технологической базы используются наружная цилиндрическая поверхность, центровое отверстие и торец. Схема базирования приведена на рисунке 6.2. Цилиндрическая поверхность в

трехкулачковом патроне – технологическая двойная опорная база; торец – технологическая опорная явная база. В процессе зажима идет ориентация по технологической опорной базе – наружному диаметру.

На операциях 025, 030, 040, 050, 055, 060 и 065 в качестве технологической базы используются наружная цилиндрическая поверхность, центровое отверстие и торец. Схема базирования приведена на рисунке 6.3. Цилиндрическая поверхность в трехкулачковом патроне – технологическая двойная опорная база; торец – технологическая опорная явная база. В процессе зажима идет ориентация по технологической опорной базе – наружному диаметру.

Таким образом, на большинстве операций технологического процесса соблюдается принцип совмещения и постоянства баз, что обеспечивает минимальные погрешности при обработке детали.

Составление операционного технологического процесса

При разработке операционного технологического процесса определяются методы обработки поверхностей детали в зависимости от точности, размеров и качества поверхностей.

На станках с числовым программным управлением при обработке наружных цилиндрических поверхностей целесообразно использовать резцы для контурного точения. Операционный технологический процесс обработки полуоси приведен в таблице 2.4

Таблица 2.4 – Проектируемый технологический процесс детали «Полуось»

№ операции	Наименование операции	Оборудование
005	Отрезка	Отрезной станок 8Г622
010	Фрезерно-центровальная 1. Подрезать торцы заготовки в размер 668.2 мм. 2. Зацентровать торцы заготовки	Фрезерно-центровальный Станок МР-73М
020	Токарная 1. Точить поверхность $\varnothing 88.087$ мм на размер 100 мм. 2. Точить поверхность $\varnothing 106$ мм на размер $151 \pm 1,25$ мм. 3. Точить поверхность $\varnothing 94$ мм на размер 68 мм. 4. Точить поверхность $\varnothing 107$ мм на размер $53^{+0,74}$ мм.	Токарно-винторезный 16А20Ф3
025	Токарная 1. Точить поверхность $\varnothing 106$ мм на размер $111 \pm 0,7$ мм.	Токарно-винторезный 16А20Ф3
030	Токарная	Токарно-винторезный

	<p>1. Точить поверхность $\varnothing 85,6_{-0,087}$ мм на размер 100 мм.</p> <p>2. Точить канавку $\varnothing 84_{-0,54}$ мм на размер 5 мм с подрезкой торца.</p> <p>3. Точить поверхность $\varnothing 102,6$ мм на размер $151 \pm 1,25$ мм.</p> <p>4. Точить поверхность $\varnothing 90_{-2,2}$ мм на размер 68 мм.</p> <p>5. Точить поверхность $\varnothing 105$ мм на размер $53^{+0,74}$ мм.</p> <p>6. Точить 3 фаски $4 \times 45^\circ$.</p> <p>7. Точить фаску $1,6 \times 45^\circ$.</p>	16A20Ф3
035	Контрольная	Стол ОТК
040	Круглошлифовальная 1. Шлифовать предварительно поверхность $\varnothing 85,1_{0,02}$ мм на размер 100 мм. 2. Шлифовать предварительно поверхность $\varnothing 102,1_{0,02}$ мм на размер $151 \pm 1,25$ мм.	Круглошлифовальный ЗБ161
045	Контрольная	Стол ОТК
050	Шлицефрезерная 1. Фрезеровать шлицы D- $10 \times 87,3 \times 102e8 \times 14d10$ на размер $151 \pm 1,25$ мм.	Шлицефрезерный полуавтомат 5350А
055	Шлицефрезерная 1. Фрезеровать шлицы D- $10 \times 87,3 \times 102e8 \times 14d10$ на размер $82 \pm 1,75$ мм.	Шлицефрезерный полуавтомат 5350А
060	Сверлильная 1. Сверлить отверстие $\varnothing 19,5^{+0,34}$ мм на размер 634 ± 5 мм.	Специально-сверлильный ОС-6637
065	Сверлильная 1. Сверлить 2 отверстия $\varnothing 10,2^{+0,27}$ мм на размер 35 мм.	Радиально-сверлильный 2Н55
070	Контрольная	Стол ОТК

2.5 Расчет припусков на обработку поверхности

Припуски на поверхность. Для операции 030 Токарная определяем припуски аналитическим методом. Минимальный припуск определяем по формуле [1].

$$2Z_{\min} = 2(R_{Z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) \quad (2.5.1)$$

где $R_{Z_{i-1}}$ - шероховатость поверхности на предшествующем переходе;

T_{i-1} – глубина дискретного слоя на предшествующем переходе;

ρ_{i-1} – пространственное отклонение на предшествующем переходе;

ε_i – погрешность установки на выполняемом переходе.

Результаты расчета с указанием переходов данной поверхности заносим в таблицу 2.5.1

По таблице 2.5.1 [1] находим значения R_z и T для заготовки, полученной горячей объемной штамповкой на ГКМ массой 25...100 кг.

Суммарное пространственное отклонение для заготовки определяем по формуле:

$$\rho_3 = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2 + \rho_{ц}^2}, \quad (2.5.2)$$

где $\rho_{см}$ – смещение по поверхности разъема штампа. По ГОСТ 7505-89 $\rho_{см}$ определяем по таблице 9 – $\rho_{см} = 1,4$;

$\rho_{кор}$ – коробление детали;

$\rho_{ц}$ – погрешность зацентровки.

$$\rho_{кор} = \Delta_k \cdot l, \quad (2.5.3)$$

где l – расстояние от центра до середины заготовки;

Δ_k – удельная кривизна заготовки.

$\Delta_k = 1$ мкм на 1 мм длины [1, табл.2.5.1]

$\rho_{кор} = 1 \times 50 = 50$ мкм = 0,05мм

$$\rho_{ц} = \sqrt{\left(\frac{\delta_3}{2}\right)^2 + 0,25^2} \quad (2.5.4)$$

где δ_3 – допуск на наружный диаметр заготовки, используемый в качестве базы на токарном станке.

Допуск заготовки для $\varnothing 90_{-0,2}^{+0,2}$ мм определим по таблице 8 стандарта. Допуск равен 3,2 мм.

$$\rho_{ц} = \sqrt{\left(\frac{3,2}{2}\right)^2 + 0,25^2} = 2,6 \text{ мм}$$

$$\rho_3 = \sqrt{1,4^2 + 0,5^2 + 2,6^2} = 2,99 \text{ мм} = 2990 \text{ мкм}$$

Определяем остаточное пространственное отклонение после чернового точения.

$$\rho_1 = 0,06 \cdot \rho_3 = 0,06 \cdot 2990 = 1794 \text{ мкм}$$

Определяем остаточное пространственное отклонение после чистового точения.

$$\rho_2 = 0,04 \cdot \rho_3 = 0,04 \cdot 2990 = 119,6 \text{ мкм}$$

Значения R_Z и T после чернового и чистового точения находим по таблице 4.5 [1].

Погрешность установки ε на выполняемом переходе определяем по формуле:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_\delta^2 + \varepsilon_3^2}, \quad (2.5.5)$$

где ε_δ – погрешность базирования;

ε_3 – погрешность закрепления.

Значения R_Z и T после чернового и чистового точения находим по таблице 4.5 [1].

Погрешность установки ε на выполняемом переходе определяем по формуле:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_\delta^2 + \varepsilon_3^2}, \quad (2.5.6)$$

где ε_δ – погрешность базирования;

ε_3 – погрешность закрепления.

Погрешность установки в радиальном направлении равна нулю, так как обработка ведется в центрах, то есть $\varepsilon_y = 0$.

Допуск на размер после чернового точения по 12 качеству определяем по таблице 4 [3] – $\delta = 380$ мкм; после чистового точения $\delta = 140$ мкм.

Определяем минимальный припуск

под черновое точение:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (200 + 300 + 2990) = 2 \cdot 3490 \text{ мкм.}$$

под чистовое точение:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (50 + 50 + 179,4) = 2 \cdot 279,4 \text{ мкм.}$$

Расчетные размеры определяем путем последовательного прибавления расчетного минимального припуска каждого технологического перехода.

$$d_{p1} = 87,8 + 0,55 = 88,35 \text{ мм.}$$

$$d_{p3} = 88,35 + 6,98 = 95,33 \text{ мм.}$$

Наименьшие предельные размеры для каждого технологического перехода определяем округлением расчетных размеров путем увеличения их значений.

Наибольшие предельные размеры для каждого технологического перехода определяем прибавление допуска к округленному наименьшему предельному размеру.

$$d_{\max 2} = 88,35 + 0,38 = 88,73 \text{ мм.}$$

$$d_{\max 1} = 87,8 + 0,14 = 87,94 \text{ мм.}$$

$$d_{\max 3} = 95,33 + 3,0 = 98,33 \text{ мм.}$$

Значения R_Z и T после чернового и чистового точения находим по таблице 2.5.1 [1].

Погрешность установки ε на выполняемом переходе определяем по формуле:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_\delta^2 + \varepsilon_3^2}, \quad (2.5.7)$$

где ε_δ – погрешность базирования;
 ε_3 – погрешность закрепления.

Погрешность установки в радиальном направлении равна нулю, так как обработка ведется в центрах, то есть $\varepsilon_y = 0$.

Допуск на размер после черного точения по 12 качеству определяем по таблице 4 [3] – $\delta = 380$ мкм; после чистового точения $\delta = 140$ мкм.

Определяем минимальный припуск под черновое точение:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (200 + 300 + 2990) = 2 \cdot 3490 \text{ мкм.}$$

Таблица 2.5.1 – Расчет припусков

Элементы припуска, мкм	Расчетный припуск $2Z_{\min}$, мкм	Расчетный размер, мм	Допуск δ , мкм	Предельные размеры, мм		Предельные размеры припуска, мкм	
				d_{\min}	d_{\max}	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
2990	--	95,33	3000	95,33	98,33	--	--
179,4	2·3490	88,35	380	88,35	88,73	6980	9600
119,6	2·279,4	87,8	140	87,8	87,94	550	790

	T	300	50	30
	Rz	200	50	30
Технологические переходы		Заготовка	Точение черновое	Точение чистовое

под чистовое точение:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (50 + 50 + 179,4) = 2 \cdot 279,4 \text{ мм.}$$

Расчетные размеры определяем путем последовательного прибавления расчетного минимального припуска каждого технологического перехода.

$$d_{p1} = 87,8 + 0,55 = 88,35 \text{ мм.}$$

$$d_{p3} = 88,35 + 6,98 = 95,33 \text{ мм.}$$

Наименьшие предельные размеры для каждого технологического перехода определяем округлением расчетных размеров путем увеличения их значений.

Наибольшие предельные размеры для каждого технологического перехода определяем прибавление допуска к округленному наименьшему предельному размеру.

$$d_{\max2} = 88,35 + 0,38 = 88,73 \text{ мм.}$$

$$d_{\max1} = 87,8 + 0,14 = 87,94 \text{ мм.}$$

$$d_{\max3} = 95,33 + 3,0 = 98,33 \text{ мм.}$$

Предельные значения припусков Z_{\max}^{np} определяем как разность наибольших предельных размеров и Z_{\min}^{np} - как разность наименьших предельных размеров предшествующего и выполняемого переходов.

$$Z_{\max1}^{np} = 98,73 - 88,73 = 9,6 \text{ мм} = 9600 \text{ мкм.}$$

$$Z_{\max2}^{np} = 88,73 - 87,94 = 0,79 \text{ мм} = 790 \text{ мкм.}$$

$$Z_{\min1}^{np} = 95,33 - 88,35 = 6,98 \text{ мм} = 6980 \text{ мкм.}$$

$$Z_{\min2}^{np} = 88,35 - 87,8 = 0,55 \text{ мм} = 550 \text{ мкм.}$$

Производим проверку правильности выполнения расчетов.

$$Z_{\max1}^{np} - Z_{\min1}^{np} = 9600 - 6980 = 2620 \text{ мкм.} \quad \delta_2 - \delta_3 = 3000 - 380 = 2620 \text{ мкм.}$$

$$Z_{\max2}^{np} - Z_{\min2}^{np} = 790 - 550 = 240 \text{ мкм.} \quad \delta_1 - \delta_2 = 380 - 140 = 240 \text{ мкм.}$$

Общие припуски $Z_{0\min}$ и $Z_{0\max}$ определяем, суммируя промежуточные припуски.

$$2Z_{0\min} = 6980 + 550 = 7530 \text{ мкм},$$

$$2Z_{0\max} = 9600 + 790 = 10390 \text{ мкм}$$

Определяем общий номинальный припуск:

$$Z_{0\text{ном}} = Z_{0\min} + H_z - H_d = 7530 + 1100 - 50 = 8580 \text{ мкм}.$$

Определяем номинальный диаметр заготовки:

$$d_{\text{ном}} = d_{\text{ном}} - Z_{0\text{ном}} = 87800 + 8580 = 96380 \text{ мкм} = 96,38 \text{ мм}.$$

По результатам расчета припусков строим схему графического расположения припусков и допусков на обработку наружной поверхности. Припуска и допуски на остальные поверхности приведены в таблице 2.5.2

Таблица 2.5.2 – припуски и допуски на обрабатываемые поверхности полуоси.

Поверхность	Размер	Припуск		Допуск
		Табличный	Расчетный	
1	$\varnothing 19,5^{+0,4}$	$2 \cdot 1,7$	$2 \cdot 1,06$	$\pm 0,2$
2	$35^{+0,5}$	1,7	–	$\pm 0,2$
3	$53^{+0,74}$	1,9	–	$\pm 0,2$
4	$\varnothing 85f9$	$2 \cdot 2,7$	–	$\pm 0,2$
5	$\varnothing 92_{-0,54}$	$2 \cdot 1,9$	–	$\pm 0,2$
6	$\varnothing 102e8$	$2 \cdot 2,7$	–	$\pm 0,2$
7	$\varnothing 105$	$2 \cdot 2$	–	$\pm 0,3$
8	$\varnothing 110 f9$	$2 \cdot 2,7$	–	$\pm 0,3$
9	$\varnothing 118$	$2 \cdot 2$	–	$\pm 0,3$
10	$111 \pm 0,7$	$2 \cdot 2,5$	–	$\pm 0,3$
11	$140 \pm 0,5$	$2 \cdot 2,7$	–	$\pm 0,4$
12	$151 \pm 1,25$	$2 \cdot 2,7$	–	$\pm 0,4$

2.6 Расчет режимов резания

Для операции 060 Сверлильная: переход 1 режимы резания рассчитываем аналитическим методом [5]. Выбираем режущий инструмент – сверло 2305 – 4006 ГОСТ 10903 – 77.

Глубину резания определяем по формуле:

$$t = \frac{D}{2}, \quad (2.6.1)$$

где D – диаметр сверла, мм;

$$t = \frac{19,5}{2} = 9,75 \text{ мм.}$$

При сверлении подачу выбираем по таблице 25 стр.277 справочника [5] $S = 0,35$ мм/об (глубина резания 9,75 мм, обрабатываемый диаметр 19,5 мм).

Скорость резания при наружном продольном точении рассчитываем по эмпирической формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \text{ м/мин} \quad (2.6.2)$$

Значения коэффициента C_v и показателей степени x , y , m выбираем по таблице 28 стр.278 [5]. При сверлении $\varnothing 19,5$ мм и подаче 0,35 мм/об коэффициенты имеют следующие значения:

$$C_v = 9,8$$

$$q = 0,40$$

$$y = 0,50$$

$$m = 0,20$$

Значение стойкости при одноинструментальной обработке $T=50$ мин

Коэффициент K_v определим по формуле:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Iv} \cdot K_{Lv}, \quad (2.6.3)$$

где K_{Mv} – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки;

K_{Iv} – коэффициент, учитывающий материал инструмента;

K_{Lv} – коэффициент, учитывающий глубину сверления.

Коэффициент K_{Mv} определяем по формуле [5, табл.1, стр.261]

$$K_{Mv} = K_T \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \quad (2.6.4)$$

Для стали 40Х:

$$K_T = 0,85 \text{ [5, табл.2, стр.262]}$$

$$n_v = 0,9 \text{ [5, табл.2, стр.262]}$$

$$K_{Mv} = 0,85 \cdot \left(\frac{750}{980} \right)^{0,9} = 0,66. \quad (2.6.5)$$

Для стали 40Х:

$$K_{Lv} = 0,85 \text{ [5, табл.31, стр.280]}$$

$$K_{Iv} = 1 \text{ [5, табл.6, стр.263]}$$

$$K_v = 0,66 \cdot 1 \cdot 0,85 = 0,561. \quad (2.6.6)$$

Определяем скорость резания:

$$v = \frac{9,8 \cdot 19,5^{0,40}}{50^{0,2} \cdot 0,35^{0,5}} \cdot 0,561 = 14,1 \text{ м/мин.} \quad (2.6.7)$$

Частоту вращения шпинделя определяем по формуле:

$$n = \frac{1000 v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 14,1}{3,14 \cdot 19,5} = 230 \text{ об/мин} \quad (2.6.8)$$

По станку принимаем $n = 250$ об/мин.

Действительная скорость резания:

$$v_o = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 19,5 \cdot 250}{1000} = 15,3 \text{ м/мин}$$

Осевую силу при сверлении рассчитываем по формуле:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (2.6.9)$$

$$K_p = K_{MP}$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n \quad [5, \text{табл.9}] \quad (2.6.10)$$

$$n = 0,75$$

$$K_{MP} = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,2.$$

$$K_p = 1,2.$$

По таблице выбираем значения коэффициентов, при сверлении они имеют следующие значения:

$$C_p = 68$$

$$q = 1,0$$

$$y = 0,7$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 19,5^{1,0} \cdot 0,35^{0,70} \cdot 1,2 = 7630,8 \text{ Н.}$$

Крутящий момент рассчитываем по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (2.6.11)$$

По таблице 32 [5] выбираем значения коэффициентов, при сверлении они имеют следующие значения:

$$C_m = 0,0345$$

$$q = 2,0$$

$$y = 0,8$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 19,5^{2,0} \cdot 0,35^{0,8} \cdot 1,2 = 689 \text{ кН.}$$

Мощность резания рассчитываем по формуле:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{68900 \cdot 250}{9750} = 1,8 \text{ кВт} \quad (2.6.12)$$

Для операции 065 Сверлильная для перехода 1 режимы резания выбираем по нормативам режимов резания [7].

Принимаем сверло спиральное из быстрорежущей стали P18.

Сверло спиральное с коническим хвостовиком 2301 – 0030 ГОСТ 10903 – 77. Глубина резания t равна:

$$t = \frac{D}{2},$$

где D – диаметр сверла, мм.

$$t = \frac{10,2}{2} = 5,1 \text{ мм}$$

По [7, стр.103] в зависимости от диаметра сверла выбираем подачу $S = 0,2$ мм/об, скорость резания $v = 32$ м/мин, число оборотов шпинделя $n = 1000$ об/мин, мощность $N = 1,1$ кВт.

Поправочный коэффициент на скорость резания в зависимости от обрабатываемого материала $K_{Mv} = 0,9$ (обрабатываемый материал - сталь 40Х).

Скорость резания с учетом поправочных коэффициентов:

$$v = 32 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 = 28,8 \text{ м/мин}$$

Должно быть $N_{рез} \leq N_{ст} \cdot \eta$,

где η – коэффициент полезного действия станка.

$$N_{ст} \cdot \eta = 5,5 \cdot 0,75 = 4,125 \text{ кВт}$$

$$1,1 \text{ кВт} \leq 4,125 \text{ кВт}$$

Определяем действительную скорость резания:

$$v_o = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10,2 \cdot 1000}{1000} = 32,03 \text{ м/мин}$$

Основное (технологическое) время определяем по формуле:

$$T_0 = \frac{(l + l_1)}{n \cdot S_o}, \text{ мин}, \quad (2.6.13)$$

где l – длина обработки в направлении подачи в мм;

l_1 – величина врезания и перегибания инструмента в мм;

n – число оборотов (или двойных ходов) инструмента в минуту;

S_o – подача на один оборот нарезаемого колеса в мм;

z – число шлицев.

$$l = 35 \text{ мм}$$

$$l_1 = 15 \text{ мм [7, прилож.4, стр.370]}$$

$$n = 1000 \text{ об/мин}$$

$$S_o = 0,2 \text{ мм/об}$$

$$T_0 = \frac{(35+15)}{1000 \cdot 0,2} = 0,25 \text{ мин}$$

Аналогично определяем режимы резания на остальные операции и переходы технологического процесса. Результаты сводим в таблицу 2.6:

Таблица 2.6 – Режимы резания.

D, мм	t, мм	S, мм/об	v, м/мин	n, об/мин	v_d , м/мин	N _{рез} , кВт	N _{эф} , кВт	T ₀ , мин
D _ф =100 Z=6 Ø6,3	3,5	118	100,3	179	56,2	2,3	11,25	0,52
	3,15	1,2	19,2	815	16,1	0,8	11,25	0,04
25×16	2,5	0,8	146	500	138,2	4,9	7,5	0,29
	2,5	0,8	146	400	133,1	4,9	7,5	0,52
	2,5	0,8	146	500	147,5	4,9	7,5	0,21
	2	0,8	165	500	167,9	4,9	7,5	0,17
25×16	2,5	0,8	146	400	133,1	4,9	7,5	0,39
	3	0,8	146	400	145,6	5,8	7,5	0,48
	2,5	0,8	146	500	147,6	4,9	7,5	0,125
	2	0,8	165	400	148,2	4,9	7,5	0,08

Таблица 2.6 – Режимы резания.

D, мм	t, мм	S, мм/об	v, м/мин	n, об/мин	v _д , м/мин	N _{рез} , кВт	N _{эф} , кВт	T ₀ , мин	№ операции	Наименование операции, перехода
25×16	1,2	0,6	186	630	169,3	4,1	7,5	0,3	015	Фрезерно-центровальная 1. Подрезать торцы 2. Сверлить центровые отверстия
25×16	0,8	0,6	186	630	166,2	4,1	7,5	0,05		
25×16	1,7	0,6	186	630	202,9	4,1	7,5	0,44	020	Токарная 1. Точить поверхность Ø 88 _{-0,087} мм на размер 100 мм. 2. Точить поверхность Ø 106 мм на размер 151±1,25 мм. 3. Точить поверхность Ø 94 мм на размер 68 мм. 4. Точить поверхность Ø 107 мм на размер 53 ^{+0,74}
25×16	2	0,6	186	630	178	4,1	7,5	0,22		
25×16	1	0,6	186	630	207,7	4,1	7,5	0,18		
25×16	1	0,6	186	630	207,7	4,1	7,5	0,05		
25×16	1,6	0,6	186	630	207,7	4,1	7,5	0,04	025	Токарная 1. Точить поверхность Ø 106 мм на размер 111±0,7 мм. 2. Точить поверхность Ø 116 мм на размер 140±0,5 мм. 3. Точить поверхность Ø 94 мм на размер 35 ^{+0,5} мм. 4. Точить Ø 118 мм на 10 мм.
25×16	1,7	0,6	186	630	202,9	4,1	7,5	0,33		
25×16	2,7	0,8	146	400	138,9	5,8	7,5	0,48	025	Токарная 1. Точить поверхность Ø 106 мм на размер 111±0,7 мм. 2. Точить поверхность Ø 116 мм на размер 140±0,5 мм. 3. Точить поверхность Ø 94 мм на размер 35 ^{+0,5} мм. 4. Точить Ø 118 мм на 10 мм.
25×16	1	0,6	186	630	181,9	4,1	7,5	0,13		
25×16	1	0,6	186	630	181,9	4,1	7,5	0,05		

Таблица 2.6 – Режимы резания.

D, мм	t, мм	S, мм/об _в , м/мин _п	n, об/мин _п	v _д , м/мин _п	N _{рез} , кВт	N _ф , кВт	T _о , мин	
D _{кр} =600	0,25	0,4	22	80	21,3	1,2	5,6	1,25
	0,25	0,37	24	80	25,6	1,2	5,6	1,55
	0,25	0,37	25	80	27,6	1,2	5,6	1,35
	0,25	0,37	24	80	25,6	1,2	5,6	1,35
	0,05	0,0033	32	120	32,03	1,2	5,6	0,4
	0,05	0,003	36	120	38,4	1,2	5,6	0,66
	0,05	0,003	40	120	41,4	1,2	5,6	0,61
	0,05	0,003	36	120	38,4	1,2	5,6	0,485

№ операции	Наименование операции, перехода
030	<p>Токарная</p> <p>1. Точить поверхность Ø 85,6^{±0,087} мм на размер 100 мм.</p> <p>2. Точить канавку Ø 84^{-0,54} мм на размер 5 мм с подрезкой торца.</p> <p>3. Точить поверхность Ø 102,6 мм на размер 151±1,25 мм.</p> <p>4. Точить поверхность Ø 90^{-0,22} мм на размер 68 мм.</p> <p>5. Точить поверхность Ø 105 мм на размер 53^{+0,74} мм.</p> <p>6. Точить 3 фаски 4×45°.</p> <p>7. Точить фаску 1,6×45°.</p> <p>Переустановить заготовку.</p> <p>8. Точить поверхность Ø 102,6 мм на размер 111±0,7 мм.</p> <p>9. Точить поверхность Ø 110,6 мм на размер 140±0,5 мм.</p> <p>10. Точить поверхность Ø 92^{-0,054} мм на размер 35^{+0,5} мм.</p> <p>11. Точить фаску 4×45°.</p>

Таблица 2.6 – Режимы резания.

D, мм	t, мм	S, мм/об	v, м/мин	об/мин	v_d , м/мин	$N_{рез}$, кВт	$N_{эф}$, кВт	T_0 , мин
$D_{\phi}=100$ $Z=6$	6	1,0	29	80	23,8	2,0	7,5	20,6
$D_{\phi}=100$ $Z=6$	6	1,0	29	80	23,8	2,0	7,5	12,1
$D_{св}=19,5$	9,75	0,35	14,1	250	15,3	1,8	7,5	27,43
$D_{св}=10,2$ $D_{св}=18,6$ $D_{св}=27$	5,1 9,3 13,5	0,2 0,28 1,0	32 37 15,7	1000 630 200	32,03 36,8 16,9	1,1 1,9 3,8	4,125 4,125 4,125	0,5 0,31 0,045

№ операции	Наименование операции, перехода
040	<p>Круглошлифовальная</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Шлифовать поверхность $\phi 85,1_{0,02}$ мм на размер 100 мм. 2. Шлифовать поверхность $\phi 102,1_{0,02}$ мм на размер $151 \pm 1,25$ мм. 3. Шлифовать поверхность $\phi 110,1_{0,02}$ мм на размер $140 \pm 0,5$ мм. 4. Шлифовать поверхность $\phi 102,1_{0,02}$ мм на размер $111 \pm 0,7$ мм. 5. Шлифовать окончательно поверхность $\phi 85_{f9}$ мм на размер 100 мм. 6. Шлифовать поверхность $\phi 102_{e8}$ мм на размер $151 \pm 1,25$ мм. 7. Шлифовать поверхность $\phi 110_{f9}$ мм на размер $140 \pm 0,5$ мм. 8. Шлифовать поверхность $\phi 102_{e8}$ мм на размер $111 \pm 0,7$ мм.

Таблица 2.6 – Режимы резания.

t, мм	S, мм/об	v, м/мин	n, об/мин	v _d , м/мин	N _{рез} , кВт	N _{эф} , кВт	T ₀ , мин
1,6	0,9	14,4	160	15,8	0,5	4,125	0,08
0,75	1,75	8,9	235	9,8	0,5	4,125	0,1
0,8	1,8	8,2	100	5,6	0,5	4,125	0,2

№ операции	Наименование операции, перехода
050	Шлицефрезерная 1. Фрезеровать шлицы D-10×87,3×102e8×14d10 на размер 151±1,25 мм
055	Шлицефрезерная 1. Фрезеровать шлицы D-10×87,3×102e8×14d10 на размер 82±1,75 мм
060	Сверлильная 1. Сверлить отверстие Ø 19,5 ^{+0,84} мм на размер 634±5 мм.
065	Сверлильная 1. Сверлить 2 отверстия Ø 10,2 ^{+0,27} мм на размер 35 мм. 2. Сверлить отверстие Ø 18,6 ^{+0,14} мм до совмещения с отверстием Ø 19,5 ^{+0,84} мм. 3. Рассверлить отверстие Ø 27 ^{+2,1} мм на размер 4 ^{+1,2} мм.

№ операции	Наименование операции, перехода	D, мм
065	<p>Сверлильная</p> <p>4. Зенковать фаску $1,6 \times 45^\circ$ в отверстиях $\varnothing 10,2^{+0,27}$ и фаску $1 \times 45^\circ$ в отверстиях $\varnothing 27^{+2,1}$ мм.</p> <p>5. Нарезать резьбу М12-7Н в 2 отверстиях $\varnothing 10,2^{+0,27}$ мм.</p> <p>6. Нарезать резьбу К1/8" в отверстиях $\varnothing 18,6^{+0,14}$ мм.</p>	<p>$D_3=31,5$</p> <p>$D=12$</p> <p>$D_M=18$</p>

2.7 Нормирование технологического процесса

Операция 020 Токарная

Исходные данные для расчета:

Деталь – полуось.

Операция – токарная обработка черновая.

Обрабатываемый материал – сталь 40Х.

Характер заготовки – поковка.

Вес заготовки – 54,8 кг.

Станок – токарный, модель 16А20Ф3.

Инструмент – резец проходной, $\varphi - 93^\circ$.

Время на установку и снятие детали весом 54,8 кг в патрон с механическим зажимом равно 2,8 мин (карта 2.поз.4) [9].

Вспомогательное время, связанное с переходом при обработке одним резцом в операции устанавливаем по карте 18 [9]. Для черновой обработки время на проход равно:

для обработки поверхности 1: $t_{\text{пер}} = 0,12$ мин;

для обработки поверхности 2: $t_{\text{пер}} = 0,13$ мин;

для обработки поверхности 3: $t_{\text{пер}} = 0,12$ мин;

для обработки поверхности 4: $t_{\text{пер}} = 0,13$ мин;

По карте 18 устанавливаем время на изменение величины подачи для всех переходов, равное 0,08 мин на один переход; время на изменение числа оборотов шпинделя для всех переходов, равное 0,09 мин на один переход.

Вспомогательное время на контрольные измерения обрабатываемой поверхности устанавливаем по карте 86 [9]. При измерении штангенциркулем поверхности 1 время на измерение равно 0,2 мин, поверхности 2 – 0,2 мин, поверхности 3 – 0,2 мин, поверхности 4 – 0,2 мин.

По карте 87 [9] устанавливаем величину периодичности контрольных измерений. Для обрабатываемых размеров принимаем коэффициенты периодичности равные соответственно 0,4; 0,5; 0,5; 0,5. С учетом коэффициента периодичности:

$$t_{изм1} = 0,12 \cdot 0,4 = 0,048 \text{ мин}$$

$$t_{изм2} = 0,13 \cdot 0,5 = 0,065 \text{ мин}$$

$$t_{изм3} = 0,12 \cdot 0,5 = 0,06 \text{ мин}$$

$$t_{изм4} = 0,13 \cdot 0,5 = 0,065 \text{ мин}$$

Вспомогательное время на операцию составит:

$$T_с = t_{уст} + t_{пер} + t_{изм} = 2,8 + 0,5 + 0,24 = 3,54 \text{ мин.}$$

По карте 1 [9] определяем поправочный коэффициент на вспомогательное время в зависимости от суммарной продолжительности обработки партии деталей по трудоемкости. При трудоемкости обработки партии деталей в 1 смену этот коэффициент равен 1,15.

С учетом поправочного коэффициента вспомогательное время на операцию составит:

$$T_B \cdot K_{мс} = 3,54 \cdot 1,15 = 4,07 \text{ мин}$$

Время на обслуживание рабочего места (организационное и техническое) определяем по карте 19 [9]. Для станков II группы с наибольшим диаметром изделия, устанавливаемого над станиной, 400 мм оно составляет 4% от оперативного времени.

Время перерывов на отдых и личные надобности при работе на станке с механической подачей (карта 88) составляет 4% оперативного времени.

Норму штучного времени определим по формуле:

$$T_{шт} = (T_o + T_B) \cdot \left(1 + \frac{a_{обс} + a_{омл}}{100}\right)$$

$$T_{шт} = (1,19 + 4,07) \cdot \left(1 + \frac{4 + 4}{100}\right) = 5,68 \text{ мин} \quad (2.7.1)$$

Подготовительно-заключительное время определяем по карте 19 [9]. При обработки детали в патроне одним режущим инструментом, участвующем в операции, подготовительно-заключительное время на партию деталей равно 20 мин.

Штучно-калькуляционное время определяем по формуле:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{n}, \quad (2.7.2)$$

где n – размер партии деталей.

Табл ица 2.7 –	$T_{шт-к}, \text{МИН}$
	3,5
	5,68
	4,62
	8,87
	15,31
	27,85
	22,97
	12,35
	7,2

$$T_{шт-к} = 5,68 + \frac{20}{20} = 5,68 \text{ мин}$$

Аналогично определяем технические нормы времени на остальные операции технологического процесса. Результаты сводим в таблицу 2.7

№ операции	Наименование операции	T ₀ , МИН	T _в , МИН			t _{обс} , % от T ₀	t _{огл} , % от T ₀	T _{шт} , МИН	T _{п-з} , МИН
			t _{пер}	t _{изм}	t _{уст}				
015	Фрезерно-центровальная	0,56	0,25	0,12	1,8	4	4	2,94	11
020	Токарная	1,19	0,5	0,24	2,8	4	4	5,68	20
025	Токарная	1,075	0,5	0,24	2,8	4	4	4,62	20
030	Токарная	2,27	1,32	0,62	2,8	4	4	7,57	26
040	Круглошлифовальная	7,68	1,04	0,88	3,7	4	4	14,36	19
050	Шлицефрезерная	20,6	0,12	0,2	3,8	4	4	26,7	23
055	Шлицефрезерная	17,0	0,13	0,2	2,8	4	4	21,82	23
060	Сверлильная	7,43	0,13	0,2	2,8	4	4	11,4	19
065	Сверлильная	1,24	0,84	0,42	2,82	4	4	5,75	29

3 Проектирование приспособления

3.1 Конструкция и принцип работы приспособления

Для шлифования цилиндрических поверхностей на операции 040 Круглошлифовальная спроектировано приспособление, конструкция которого приведена на чертеже 151001.К08.229.03 40 00 СБ.

Деталь в приспособлении базируется по наружной цилиндрической поверхности и центрному отверстию.

Мембрана (7) под действием шестеренчатой пары прогибается и секторами центруется и закрепляет обрабатываемую деталь.

Приспособление шлифовальное предназначено для установки заготовок типа вал. Приспособление крепится к фланцу круглошлифовального станка и закрепляется болтами и гайками.

3.2 Расчет приспособления на точность

Для расчета точности приспособления определяем его погрешность по формуле:

$$(\varepsilon^{\perp})_{1,2} = \varepsilon_{дет}$$

где ε^{\perp} – погрешность перпендикулярности оси приспособления к поверхности фланца.

3.3 Расчет усилия зажима

Силу вдавливания болтов в цилиндрическую поверхность обрабатываемой заготовки определяем по формуле:

где P – сила зажима, кг;

α – угол действия сил, $\alpha = 45^\circ$;

η – коэффициент, учитывающий потери от трения поверхности мембраны, $\eta = 0,95$.

где N – эффективная мощность, кВт;

– скорость вращения шлифовального круга,

$= 50\text{мм}$, $= 60\text{мм}$.

Эффективную мощность определяете по формуле:

где v – скорость вращения заготовки, м/мин;

– глубина шлифования, мм;

– продольная подача, мм/мин;

– диаметр шлифования, мм.

Значение коэффициента C_N и показателей степени найдем по таблице 56 [5]:

$$C_N = 1,3$$

$$r = 0,75$$

$$x = 0,85$$

$$y = 0,7.$$

3.4 Расчет на прочность резьбового соединения

Основным критерием работоспособности крепежных резьбовых соединений является прочность. Стандартные крепежные детали сконструированы равнопрочными по следующим параметрам: по напряжениям среза и смятия в резьбе, напряжениям растяжения в нарезанной части стержня и в месте перехода стержня в головку.

Условие прочности резьбы на срез имеет вид:

где Q - осевая сила;

$A_{ср}$ – площадь среза витков нарезки.

$[\tau_{ср}] = 95 \text{ МПа}$

Условие прочности резьбы на смятие имеет вид:

где $A_{см}$ – условная площадь смятия.

$[\sigma_{см}] = 350 \text{ МПа}$

4 Разработка плана механического цеха

4.1 Расчет потребного количества оборудования

Количество потребного оборудования определяется следующим образом:

$$C_p = \frac{TN}{\Phi_o K_{ср.н.}}, \text{ ст}; \quad (4.1.1)$$

мұндағы $K_{о.ж.}$ - средне-нагрузочный коэффициент оборудования цеха,
 $K_{ср.н.}=0.8$;

$\Phi_o=4015$ часов;

N – годовая программа , $N=499$ штук.

$$C_p = \frac{6 \cdot 499}{4015 \cdot 0.8} = 9 \text{ ст.} \quad (4.1.2)$$

Определение количества дополнительного оборудования
4 процента металлорежущих станков составляет станки точения,
универсальный станок - 1

$$n = 12 \cdot \frac{4}{100} = 0.48 \approx 1. \quad (4.1.3)$$

Определение количества и состава работников цеха

Общий состав всех работников цеха:

а) производственные работники, работники станка;

б) вспомогательный сотрудники;

в) младшие сотрудники;

Количество работающих на станке определяется формулой, которая
указана ниже:

$$R = \frac{\Phi_o \cdot C_o \cdot K_{ср} \cdot K_p}{\Phi_p \cdot K_m}; \quad (4.1.4)$$

$$R = \frac{4015 \cdot 9 \cdot 0.8 \cdot 1.05}{1840 \cdot 1.3} = 13.$$

Φ_o - годовой точный фонд одного оборудвания, $\Phi_o= 4015$ часов;

C_o - число оборудований принятых на производстве, $C_o= 9$ станок;

$K_{ср}$ –средний коэффициент работы станка , $K_{ср}=0.8$;

Φ_p – точный годовой фонд работы слесаря, $\Phi_p=1840$ часов;

K_m - коэффициент работы на многих станках , $K_m=1.3$;

K_p - коэффициент определения не оплачиваемой работы, $K_p=1.05$;

Количество работников механического цеха составляет 2-5 процентов
всех работников станка, поэтому:

$$R_{мц} = \frac{R[2 \div 5]}{100}; \quad (4.1.5)$$

$$R_{мц} = \frac{13 \cdot 5}{100} = 0,65 \approx 1.$$

Общее количество работников механического цеха:

$$R_o = 13 + 1 = 14 \text{ человек.}$$

4.2 Определение площади отделений цеха

Общая площадь : 224 м². Для расточного станка: 10-12 м². У меня равен к 1 : поэтому 12 м². Площадь изготовительно-слесарной комнаты 4-5 м², поэтому у меня 28 м². Чтобы найти общую площадь, я добавляю все площади, получается 265 м².

Определение площади дополнительных комнат механического цеха

а) Площадь комнаты контроля

Площадь контрольной комнаты составляет 3-5 процентов площади станков.

$$S_{к.к.} = \frac{S_o \cdot 5}{100}; \quad (4.2.1)$$

$$S_{к.к.} = \frac{5 \cdot 265}{100} = 13,25 \text{ м}^2.$$

б) Площадь ремонтного отделения

Определяем площадь ремонтного отделения по количеству основного оборудования, определяем 28 м².

Количество оборудования ремонтно-механического отделения:

$$C_{рем} = \frac{T \cdot N}{\Phi_o \cdot K_a \cdot m}, \quad (4.2.2)$$

T- время для ремонта всего оборудования цеха, часы;

Φ_о-2030 часов;

m-число смен, m=2;

K_а- коэффициент чистой работы станка, K_а=0,75-0,8;

T= 73,8 аус/саг;

N_{ст}- число станков для ремонта, N_{ст}=9;

$$C_{рем} = \frac{664,2}{2030 \cdot 2 \cdot 0,75} = 0,218 \approx 1.$$

Определение площади склада для хранения материалов и заготовок цеха.

Площадь складов цеха определяется по количеству хранимого металла, полуфабрикатов и по числу деталей :

$$S_{\text{заг.ск.}} = \frac{A \cdot Q}{h \cdot M \cdot K}; \quad (3.8)$$

A-время хранения деталей в складе, A=5 дней;
Q-количество перерабатываемого металла в год, т;
P-расход материал адля одной детали, т;
h-средняя грузовместимость склада, h=2 т/м²;
K-коэффициент ипользования площади склада, K=0,35-0,4;
M-количество рабочих дней в году, M=252 дней.

$$P=0,46 \text{ т};$$
$$Q=0,46 \cdot 5000=2300 \text{ т};$$

$$S_{\text{заг.ск.}} = \frac{5 \cdot 2300}{2 \cdot 0,35 \cdot 252 \cdot 2} = 33 \text{ м}^2.$$

Площадь склада заготовок при установлении прокатного станка составляет 25-30 м². Общая площадь заготовительного склада :

$$S_{\text{заг.скл.}}=33+30=63 \text{ м}^2.$$

Определение площади склада для раздачи инструментов.

Площадь склада для раздачи инструментов, определяется по количеству рабочих мест. Чтобы определить площадь нужно просчитать по каждому металорежущему станку на две смены по 0,4 м² :

$$S=0,4 \cdot 9=3,6 \text{ м}^2.$$

Площадь для хранения инструментов для одного слесаря 0,15 м² :

$$S_{\text{инстр}} = 0,15 \cdot 21=0,3 \text{ м}^2.$$

Склад для дополнительного оборудования, для одного станка 0,3м²:

$$S=0,3 \cdot 9=2,7 \text{ м}^2 \text{ болады.}$$

Общая площадь для раздаточного склада :

$$S_{\text{об}}=3,6+0,3+2,7=6,6 \text{ м}^2$$

Определение количества сборочного станков и число рабочих мест

а) Стационарный сбор

Чтобы определить количество нужных станков сборочного цеха используем следующую формулу:

$$M_{сб} = \frac{T_{сб} \cdot N_{сб}}{\Phi_p \cdot P_{ср}}; \quad (4.2.3)$$

$T_{сб}$ – трудоемкость сбора оборудования на станок, чел-час;

$N_{сб}$ – годовой объем готовых деталей ;

$\Phi_{р.м} = 4015$ часов;

$P_{ср}$ – плотность работы : $P_{ср} = 1,2$;

Нужная трудоемкость для слесарно-сборочную работы, объем работы равен 30%. В таком случае:

$$T_{сл.сб} = 2,595 \cdot 0,4 = 1,038 \text{ часы.}$$

Трудоемкость конвейерно- сборочной работы составляет 40% слесарно-сборочной работы.

$$T_{к.ж.} = \frac{1,038 \cdot 40}{100} = 0,42 \text{ час.}$$

Сбор станка:

$$T_{ст.сбор} = T_{сл.сбор} - T_{к.ж.} = 1,038 - 0,42 = 0,618 \text{ час.} \quad (4.2.4)$$

Сбор стационарного число работников определяется следующей формулой :

$$R_{сб} = \frac{T_{сб} \cdot N_{сб}}{\Phi_p}, \quad (4.2.5)$$

Φ_p – определенный годовой фонд работника , $\Phi_p = 1840$ часов;

$$R_{сб} = \frac{0,618 \cdot 5000}{1840} = 1,6 \approx 2 \text{ адам;}$$

б) сбор конвейерный

Определяем количество оборудования по такту производства:

$$i = \frac{T_{кон} \cdot 60}{\tau_{в} \cdot R_{сб}}; \quad (4.2.6)$$

Определяем такт следующей формулой:

$$\tau = \frac{60 \cdot \Phi_k \cdot m}{N} \quad (4.2.7)$$

$\Phi_k = 4015$ часы;

m – число смены, равно 2 –ум;

N – число производимых деталей, $N=499$;

$T_{\text{кон сб}}$ – трудоемкость на производство одной деталей на сборочном конвейере, часы;

$R_{\text{сб}}$ – плотность числа работников приходящееся на одно рабочее место, $R_{\text{сб}}=1,2$.

$$\tau = \frac{60 \cdot 4015 \cdot 2}{5000} = 96,36 \text{ мин.}$$

Количество мест на сборочном конвейере:

$$i = \frac{0,42 \cdot 60}{96,36 \cdot 1,2} = 0,218 \approx 1.$$

Количество работников на сборочном конвейере :

$$R_{\text{кон.сб}} = \frac{t_{\text{штук}}}{t_{\text{вых}}}, \quad (4.2.8)$$

$t_{\text{вых}}$ – время для сборочных операций, $t_{\text{вых}} = 48$ мин.

$$T_{\text{шт}} = 0,42 \cdot 60 = 25,2 \text{ мин};$$

$$R_{\text{кон.жин}} = \frac{504}{96} = 5 \text{ работников.}$$

Количество работников сборочного: $R_{\text{сб}} = 2 + 5 = 7$ человек.

Определение площади сборочного участка

Площадь для одного работника 32-35 м².

На сборочном цеху в две смены работают два работника. Поэтому площадь слесарно-сборочного цеха:

$$S_{\text{сб}} = 3 \cdot 35 = 105 \text{ м}^2,$$

Площадь склада готовых деталей серийного производства составляет 25 процентов всего цеха.

$$S=105 \cdot 0,25= 26,25 \text{ м}^2.$$

Склад для хранения инструментов составляет всего 0,4 процента.

$$S=105 \cdot 0,4=42 \text{ м}^2$$

Площадь слесарно-сборочного цеха :

$$S_{\text{сл.жин.}}=105+26,25+42=132,3 \text{ м}^2.$$

Определение количества работников механо ремонтно-сборочного цеха
Количество работников цеха:

$$P_c=R_{c_0}+P_{c_0}=14+3=17 \text{ человек.}$$

Категория и количество указано в таблице 4.2

4.2 кесте – Цех жұмыскерлерінің категориясы мен саны

	Категория работников	Кол-во
	Работники производства	7
	Помогающие сотрудники	2
	Помогающие работники	2
	Младший персонал	2
	Ведущие расчет	2
	Инженеры-сотрудники	2
	Всего	17