

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

АНДИЖАНСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ
ФАКУЛЬТЕТ “ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ”

КАФЕДРА “ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ”

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан факультета «Технология
машиностроения»
Л.Олимов

«___»_____2016 г.

«ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ»

Заведующий кафедрой
«Технология машиностроения»
Х. Акбаров

«___»_____2016 г.

Студент направления “Технология машиностроения, оборудования и
автоматизация машиностроительного производства”

Жобборов Отабек Хусниддин ўғли

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

**Разработка технологического процесса и средств технологического
оснащения операций изготовления детали “Шестерня” в условиях СП
“Ханву инжиниринг”**

Руководитель:

Б.Фазиматов

Андижан-2016 г.

АНДИЖАНСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

ФАКУЛЬТЕТ “ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ”

КАФЕДРА “ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ”

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

К ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТУ

Тема дипломного проекта: Разработка технологического процесса и средств технологического оснащения операций изготовления детали “Шестерня” в условиях СП “Ханву инжиниринг”.

Направление: Технология машиностроения, оборудование и автоматизация машиностроительного производства.

Студент 4-курса группы 022-12:	О.Жобборов
Декан факультета:	Л.Олимов
Заведующий кафедрой:	Х.Акбаров
Руководитель:	Б.Файзиматов
Консультанты:	
Технологическая часть:	Б.Файзиматов
Конструкторская часть:	Б.Файзиматов
Безопасность жизнедеятельности:	А.Рахимов
Экономическая часть:	Г.Саттикулова

АНДИЖАНСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

ФАКУЛЬТЕТ “ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ”

КАФЕДРА “ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ”

ЗАДАНИЕ

НА ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Студент: Жобборов Отабек Хусниддин ўғли

1.Тема дипломного проекта: Разработка технологического процесса и средств технологического оснащения операций изготовления детали “Шестерня” в условиях СП “Ханву инжиниринг”.

Утверждена приказом ректора № 229 от 25 декабря 2015 года.

2. Данные для выполнения дипломного проекта:

Указы, постановления и труды Президента Республики Узбекистан, Постановления Кабинета Министров Р Уз, научно-техническая литература, данные сети интернет, рабочий чертеж детали, объём выпуска.

3. Содержание пояснительной записки:

1) Введение. Приводятся данные о роли машиностроительной промышленности в развитии экономики Республики Узбекистан, цели и задачи дипломного проекта.

2) Общая часть. Описание и назначение детали, определение типа производства и др.

3) Технологическая часть. Выбор типа получения заготовки, разработка маршрута технологического процесса, анализ технологичности конструкции детали, расчёт режимов резания и норм времени.

4) Конструкторская часть. Описание и расчёт станочного приспособления, режущего инструментов и средств измерений.

5) Часть безопасности жизнедеятельности. Описание условий труда проектируемых рабочих мест, выбор метода освещения и вентиляции на производстве, разработка мер электро и пожаробезопасности, вопросы обеспечения безопасности труда.

6) Экономическая часть. Расчёт экономической эффективности технологического процесса.

7) Заключение. Приводятся выводы по проектным решениям и даются предложения по совершенствованию технологического процесса.

8) Список использованной литературы. Приводится список литературы, использованной при выполнении дипломного проекта.

9) Приложения. Спецификации и технологическая документация.

4. Содержание графической части:

1. Чертеж детали
2. Чертеж заготовки.
3. Карты наладок.
4. Чертеж станочного приспособления.
5. Чертеж режущего инструмента.
6. Чертеж средства измерения или план участка.

5.Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы:

№	Разделы выпускной квалификационной работы	Начало	Дата окончания	подпись	Ф.И.О. консультантов
1	Технологическая часть	25.03.16	20.04.16		Б.Файзиматов
2	Конструкторская часть	25.04.16	20.05.16		Б.Файзиматов
3	Часть безопасности жизнедеятельности	20.05.16	25.05.16		А.Рахимов
4	Экономическая часть	25.05.16	30.05.16		Г.Саттикулова

6. Дата получения задания : 11.01.2016 г.

7. Дата сдачи дипломного проекта: 10.06.2016 г.

Руководитель дипломного проекта:

Б.Файзиматов

(подпись)

Задание принято:

О.Жобборов

(подпись)

Заведующий кафедрой:

Х.Акбаров

(подпись)

ВВЕДЕНИЕ

Технология машиностроения – это наука об изготовлении машин требуемого качества в установленном производственной программой количестве и в заданные сроки при наименьших затратах живого и овеществленного труда, т.е. при наименьшей себестоимости.

Машиностроение – важнейшая отрасль промышленности. Совершенствование технологии машиностроения определяется потребностями производства необходимых обществу машин и потребностью потребителей в постоянном совершенствовании продукции. Совершенство конструкции машины характеризуется ее соответствием современному уровню техники, экономичностью в эксплуатации, а также тем, в какой мере учтены возможности использования наиболее экономичных и производительных технологических методов ее изготовления применительно к заданному выпуску и условиям производства.

Поэтому совершенствование технологических методов изготовления машин имеет первостепенное значение. Качество машин, надежность, экономичность и долговечность в эксплуатации зависит не только от совершенствования и конструкции, но и от технологии производства. Применение прогрессивных, высоко производственных методов обработки, обеспечивающих высокую точность и качество поверхностей, повышающих работоспособность деталей и машин в целом.

Сохранены и успешно работают крупнейшие в Центральной Азии градообразующие предприятия Узбекистана такие, как Навоийский и Алмалыкский горно-металлургические комбинаты, Бекабадский металлургический комбинат, а также крупнейшие предприятия сельхозмашиностроения, цементной промышленности и другие.

Наряду с этим, получили развитие и появились новые отрасли - целлюлозно-бумажная, электротехническая, промышленность строительных материалов и другие, освоен выпуск более 900 новых видов продукции. Ярким результатом проводимой политики по структурной перестройке

экономики и диверсификации экспорта является создание практически с нуля новой высокотехнологической отрасли - автомобилестроения. Сегодня современные автомобили, выпущенные в Узбекистане, охотно покупают и в других странах.

Важнейшая для нас, приоритетная задача на ближайшую перспективу – это дальнейшее последовательное углубление структурных реформ, непрерывное технологическое и техническое обновление производства, внедрение современных информационно-коммуникационных систем.

Надо сказать, что в Узбекистане вопросам структурного обновления, опережающему развитию современных и высокотехнологичных производств с первых же дней независимости уделялось серьезное внимание.

Буквально с нуля созданы абсолютно новые отрасли и высокотехнологичные производства, готовая продукция которых занимает сегодня достойное место на мировом рынке.

Речь идет об автомобилестроении, включая производство легковых, грузовых и специализированных машин, производство двигателей и основных комплектующих деталей, а также о современном сельхозмашиностроении на основе освоения новых мировых моделей, нефтехимии и нефтегазовой промышленности, производстве железнодорожных вагонов и бытовой электроники, фармацевтике и микробиологии.

1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ.

1.1. Служебное назначение детали.

Шестерня - предназначен для передачи крутящего момента. Различают два вида передач: силовые и кинематические. Силовые передачи служат для передачи крутящего момента от одного вала к другому при заданном передаточном отношении частоты вращения валов. Такое назначение зубчатые передачи имеют в редукторах, в коробках передач тракторов и автомобилей, в передних бабках металлорежущих станков и др.

Такие зубчатые колеса имеются в деференсальных механизмах, заднем мосте автомобильных транспортов.

Деференсальный механизм служит для передачи крутящего момента на поступавшего от двигателя внутреннего сгорания через карданный вал на колёса автомобиля что приводит в движение в автомобильный транспорт.

Кинематические передачи предназначаются для обеспечения строго заданной кинематической связи между определенными валами, как, например, зубчатые передачи кинематической цепи в зуборезных станках, в часовых механизмах и т. п.

Деталь «шестерня» изготавливается из стали 40ХН ГОСТ 4543-71.

Класс: Сталь конструкционная легированная

Таблица 1.

C, %	Si, %	Mn, %	Cu	Cr, % не более	S, %	P, %
					не более	
0,42-0,50	0,17-0,37	0,50-0,80	До 0.3	0,45-0.75	0,035	0,035

Таблица 2.

Механические свойства

σ_t , МПа	σ_B , МПа	δ , %	ψ , %	НВ не более	
не менее				горячекатан.	отожженной
355	600	6	30	229	197

1.2. Анализ технологичности конструкции детали и её количественные показатели.

Одним из факторов, существенно влияющих на характер технологического процесса, является технологичность конструкции изделия. Деталь считается технологичной, если ее обработка ведется с максимальной производительностью и минимальной себестоимостью. При анализе на технологичность необходимо стремиться к наименьшему числу нетехнологичных элементов. Анализ детали производится для того, чтобы узнать удобна ли деталь в обработке, а также найти менее трудоемкие и менее дорогие экономичные методы получения деталей.

Показатели технологичности делят на качественные и количественные.

Качественная оценка технологичности.

Качественные показатели характеризуют технологичность конструкции обобщенно на основании опыта исполнителя. Качественные показатели: материал, установка (базирование и закрепление), простановка размеров, допуски формы и расположения, геометрическая форма, возможность применения рационального и производительного способа обработки.

Для технолога важно выявить основные поверхности детали, влияние их взаимного расположения, точности, шероховатости на работоспособность изделия.

Точность размеров. Самым точным элементом зубчатого колеса является отверстие Ø22H7, которое выполняется обычно по 7-му качеству, если нет особых требований.

Точность взаимного расположений. Несоосность начальной окружности зубчатого колеса относительно посадочных поверхностей допускается не более 0,05...0,1 мм. Неперпендикулярность торцов к оси отверстия или вала (биение торцов) обычно принимается не более 0,01...0,015 мм на 100 мм диаметра.

В зависимости от условий работы колеса эта величина может быть повышена или несколько уменьшена.

Твердость рабочих поверхностей. В результате термической обработки поверхностная твердость зубьев цементируемых зубчатых колес должна быть в пределах HRC 45...60 при глубине слоя цементации 1...2 мм. При цианировании твердость HRC 42...53, глубина слоя должна быть в пределах 0,5...0,8 мм. Твердость не закаливаемых поверхностей обычно находится в пределах HB 180...270 а закаливаемых 302...301 HB

Для рассматриваемого детали:

- посадочное отверстие выполняется по 7-му качеству;
- точность формы не задается;
- точность взаимного расположения ограничена величиной торцового биения плоских поверхностей относительно оси отверстия не более 0,02 мм.
- шероховатость поверхности зубчатого венца $R_a = 2.5$ мкм, отверстия 1.25 и торцов – 2.5 мкм

Все предъявленные требования и размеры предоставлены в нижеследующие таблице.

Количественная оценка технологичности

Количественная сравнительная оценка технологичности конструкции осуществляется при использовании соответствующих базовых показателей технологичности.

Коэффициент унификации

$$K_{y.э.} = \frac{Q_{y.э.}}{Q_э}$$

$$K_{y.э.} = \frac{3}{7} = 0.42$$

Определение коэффициента использования материала на четвёртом переделе

Коэффициент использования материала

$$K_{um} = M_{\partial} / M_3 = 0.33 / 0.46 = 0.72$$

где M_{∂} - масса детали;

M_3 - масса заготовки

Полученное значение коэффициента использования материала говорит о технологичности выбранного способа получения заготовки, так как для серийного производства удовлетворительное значение коэффициента использования материала - не ниже 0.7 ($K_{um} = 0.72 > 0.7$)

Коэффициент точности обработки

$$K_{mч} = 1 - 1 / A_{cp} = 1 - 1 / 5.57 = 0.82$$

где A_{cp} - средний квалитет точности обработки детали по всем поверхностям.

$$A_{cp} = \frac{\sum Ai \cdot ni}{\sum ni}$$

$$A_{cp} = \frac{2 \cdot 6 + 7 + 4 \cdot 5}{7} = 5.57$$

$$K_{mч} = 0.82 > 0.8$$

Коэффициент шероховатости поверхности

$$K_u = 1 / B_{cp} = 1 / 2.72 = 0.36$$

где B_{cp} - среднее числовое значение параметра шероховатости всех поверхностей детали.

$$B_{cp} = \frac{\sum Bi \cdot ni}{\sum ni}$$

$$B_{cp} = \frac{2 \cdot 2.5 + 1.25 + 4 \cdot 3.2}{7} = 2.72$$

$$K_{ui} = 0.36 > 0.32$$

Исходя из описания конструкции, анализа технологичности, материала детали, а также изучив принцип работы детали - деталь "шестерня" является достаточно технологичной и приемлемой для изготовления.

1.3. Определение типа производства.

Тип производства согласно ГОСТ 3.1108-74 характеризуется коэффициентом закрепления операций за одним рабочим местом или единицей оборудования. Тип производства определяется коэффициентом

$$K_{з.о.} = \frac{Q}{P_M},$$

где Q – число различных операций; P_M – число рабочих мест, на которых выполняются данные операции.

Для предварительного определения типа производства можно использовать годовой объем выпуска и массу детали по таблицам.

Зависимость типа производства от объема выпуска (шт) и массы детали

Исходя из масса детали – 0,33 кг и объем выпуска - 50 000 шт. по таблицы определяем тип производства *среднесерийный*.

Определим число детали в партии и периодичность запуска

$$n = \frac{Na}{253}$$

Где $a=3$ дня периодичность запуска

$$n = \frac{50\,000 \cdot 3}{253} = 593 \text{ шт.}$$

Такт производства

$$t_b = \frac{60F_d}{N} = \frac{60 \cdot 4029}{50\,000} = 5$$

Где F_d – фонд времени

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Выбор вида заготовки и способа её получения.

Для изготовления детали большую роль играет выбор рационального вида исходной заготовки и способа её получения. Наиболее широко для получения заготовок применяют следующие методы: литьё, обработка металлов давлением и сварка, а также их комбинации. Наиболее распространенным методом получения стальных заготовок деталей машин является обработка давлением. Выделяют ковку и штамповку.

Вариант 1- получение заготовки поковка.

Определение стоимости заготовки

Масса детали – 0,33 кг

Масса заготовки – 0,58кг

Базовая стоимость одной тонны заготовок – 1 320 000 сум

$$S_{zag} = ((C_i/1000) \cdot M_z \cdot K_m \cdot K_c \cdot K_v \cdot K_n) - (M_z - M_d) \cdot S_{omx}/1000,$$

где C_i - базовая стоимость одной тонны заготовок, сум.

K_m, K_c, K_v, K_n - коэффициенты, зависящие соответственно от класса точности, группы сложности, массы, марки материала и объема производства.

M_z, M_d - соответственно масса заготовки и готовой детали, кг.

S_{omx} - цена одной тонны отходов, р.

$C_i=1320000$; $S_{omx}=800$ сум; $K_m=1$; $K_c=0,88$; $K_v=0,79$; $K_n=1$.

$$S_{zag} = ((1320000/1000) \cdot 0,58 \cdot 1 \cdot 0,88 \cdot 0,79 \cdot 1) - (0,58 - 0,33) \cdot 800/1000 = 643,8$$

сум

Вариант 2- получение заготовки штамповкой.

Область применения штамповки - серийное и массовое производство. Штамповка на кривошипных прессах в 2-3 раза производительнее штамповки на молотах, припуски и допуски уменьшаются на 20-30%, расход металла снижается на 10-15% .

Определение стоимости заготовки

Масса детали – 0,33 кг

Масса заготовки – 0,46 кг

Базовая стоимость одной тонны заготовок – 1 320 000 сум

$$S_{заг} = ((C_i/1000) \cdot M_з \cdot K_m \cdot K_c \cdot K_b \cdot K_n) - (M_з - M_d) \cdot S_{отх}/1000,$$

где C_i - базовая стоимость одной тонны заготовок, сум.

K_m, K_c, K_b, K_n - коэффициенты, зависящие соответственно от класса точности, группы сложности, массы, марки материала и объема производства.

$M_з, M_d$ - соответственно масса заготовки и готовой детали, кг.

$S_{отх}$ - цена одной тонны отходов, р.

$C_i = 1320000$ сум; $S_{отх} = 800$ сум; $K_m = 1$; $K_c = 0,88$; $K_b = 0,79$; $K_n = 1$.

$$S_{заг} = ((1320000/1000) \cdot 0,46 \cdot 1 \cdot 0,88 \cdot 0,79 \cdot 1,21 \cdot 1) - (0,46 - 0,33) \cdot 800/1000 = 510,7$$

сум

Определение стоимости заготовки проводилось по ценам на 2015г.

На основании полученных данных для производства принимается заготовка, полученная на ГКМ.

2.2. Установление плана механической обработки детали.

При проектировании технологического процесса следует руководствоваться следующими соображениями

- В первую очередь обрабатываются поверхности, принятые за чистые технологические базы;
- Последовательность обработки зависит от системы простановки размеров. В начало маршрута выносят обработку той поверхности, относительно которой координировано большее число других поверхностей;

- При невысокой точности сначала следует обрабатывать поверхности, имеющие наибольшую толщину удаляемого материала. Далее последовательность операций устанавливается в зависимости от требуемой точности поверхности,
- Операции обработки поверхностей, имеющих второстепенное значение и не влияющих на точность основных параметров детали, следует выполнять в конце техпроцесса, но до операций окончательной обработки.
- В том случае, когда заготовку подвергают термообработке, для устранения возможных деформаций нужно предусматривать правку заготовки для обеспечения заданной точности и шероховатости.

При разработке маршрута технологического процесса составляется маршрутная карта (таблица 3.), в которую заносят наименование операций, их краткое содержание, тип оборудования и оснастку.

Таблица 3.

№ операции и переход	Наименование и содержание операций	Поверхность базирования	Поверхность закрепления	Модель станка
1	2	3	4	5
005	Токарная			Токарно-винторезный станок 16Д20
	Установ А			
1	Расточит поверхность Ж на черно	А	Б	
2	Расточит поверхность Ж на чисто	А	Б	
3	Подрезать торец Е	А	Ж	
4	Точить поверхность Г	А	Ж	
5	Точить поверхность Д	А	Ж	
	Установ Б			
6	Подрезать торец А на черно	Е	Ж	
7	Подрезать торец А на чисто	Е	Ж	
8	Точить поверхность Б	Е	Ж	
9	Точить поверхность В	Е	Ж	
010	Зубофрезерная			Зубофрезерная
1	Фрезеровать зубья Д	А	Ж	5А312
015	Термическая			

020	Зубошевингования			
1	Шевинговать зубья Д	А	Ж	Зубошевинговальная 5702
025	Шлифовальная			Внутришлифовальная 3А227
1	Шлифовать поверхность Ж	А	Б	
030	Контрольная			

2.3 Расчет припусков на механическую обработку

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

1) Определение припусков на механическую обработку для поверхности Ж в размер Ø 22Н7 на 3 проход расчётно-аналитическим методом.

$$2Z_{min} = 2(R_z + T + (\overline{\rho^2 + \varepsilon^2}))$$

- 1-й проход

качество поверхности заготовки

$$R_z = 200 \text{ мкм}$$

$$T = 250$$

Пространственные отклонения

$$\rho = \overline{\rho_{см}^2 + \rho_{экс}^2}$$

$$\rho_{экс} = 300 \text{ мкм}$$

$$\rho_{см} = 260 \text{ мкм}$$

$$\rho = \overline{300^2 + 260^2} = 397 \text{ мкм}$$

Погрешность установки

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{100^2 + 200^2} = 225 \text{ мкм}$$

- 2-й проход

$$R_z = 40 \text{ мкм}$$

$$T = 20$$

$$\rho = 397 \cdot 0,6 = 238 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon = 225 \cdot 0,6 = 135 \text{ мкм}$$

- 3-й проход

$$R_z = 20 \text{ мкм}$$

$$T = 0$$

$$\rho = 397 \cdot 0,4 = 158,8 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon = 225 \cdot 0,4 = 90 \text{ мкм}$$

Расчет минимального припуска [мкм]

$$2z_{\min 1} = 2 \cdot (200 + 250 + \sqrt{397^2 + 225^2}) = 1812 \text{ мкм.}$$

$$2z_{\min 2} = 2 \cdot (40 + 20 + \sqrt{238^2 + 135^2}) = 667,24 \text{ мкм.}$$

$$2z_{\min 3} = 2 \cdot (20 + 0 + \sqrt{158,8^2 + 90^2}) = 405,06 \text{ мкм.}$$

Промежуточные расчетные размеры по обрабатываемым поверхностям

$$d^{i-1}_{\min 1} = d^i_{\min} - 2Z_{\min} = 22 - 0,405 = 21,595 \text{ мм}$$

$$d^{i-1}_{\min 2} = d^i_{\min} - 2Z_{\min} = 21,595 - 0,667 = 20,928 \text{ мм}$$

$$d^{i-1}_{\min 3} = d^i_{\min} - 2Z_{\min} = 21,595 - 1,812 = 19,783 \text{ мм}$$

$$d^{i-1}_{\max 1} = d^i_{\min} - Td^i = 22,02 - 0,405 = 21,615 \text{ мм}$$

$$d^{i-1}_{\max 2} = d^i_{\min} - T d^i = 21,645 - 0,667 = 20,978 \text{ мм}$$

$$d^{i-1}_{\max 3} = d^i_{\min} - T d^i = 20,978 - 1,812 = 19,166 \text{ мм}$$

Общий номинальный припуск

$$Z_{\text{ном}} = Z_{\min} + B_{\text{д}} - B_{\text{з}} = 1,812 + 22 - 19,783 = 4,029 \text{ мм}$$

$$D_{\text{ном}} = d + Z_{\text{ном}} = 22 - 4,029 = 17,97 \text{ мм}$$

1) Определение припусков на механическую обработку для поверхности Г Ø 61 на 1 проход расчётно-аналитическим методом.

$$2Z_{\min} = 2(R_z + T + (\overline{\rho^2 + \varepsilon^2}))$$

качество поверхности заготовки

$$R_z = 200 \text{ мкм}$$

$$T = 250$$

Пространственные отклонения

$$\rho = \overline{\rho_{\text{см}}^2 + \rho_{\text{экс}}^2}$$

$$\rho_{\text{экс}} = 300 \text{ мкм}$$

$$\rho_{\text{см}} = 260 \text{ мкм}$$

$$\rho = \overline{300^2 + 260^2} = 397 \text{ мкм}$$

Погрешность установки

$$\varepsilon_y = \overline{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}$$

$$\varepsilon_y = \overline{100^2 + 200^2} = 225 \text{ мкм}$$

Расчет минимального припуска [мкм]

$$2z_{\min 1} = 2 \cdot (200 + 250 + \sqrt{397^2 + 225^2}) = 1812 \text{ мкм.}$$

Промежуточные расчетные размеры по обрабатываемым поверхностям

$$d^{i-1}_{\min} = d^i_{\min} + 2Z_{\min} = 61 + 1,812 = 62,812 \text{ мм}$$

$$d^{i-1}_{\max} = d^i_{\min} + Td^i = 61,062 + 1,812 = 62,874 \text{ мм}$$

Общий номинальный припуск

$$Z_{\text{ном}} = Z_{\min} + B_z - B_d = 1,812 + 62,812 - 61 = 3,624 \text{ мм}$$

$$D_{\text{ном}} = d + Z_{\text{ном}} = 61 + 3,624 = 64,624 \text{ мм}$$

Припуск - это слой металла, который будет удаляться при дальнейшей обработке поковки на металлорежущих станках с целью получения из нее готовой детали.

При статистическом (табличном) методе определения промежуточных припусков на обработку поверхностей заготовок пользуются таблицами соответствующих стандартов, нормативными материалами и данными технических справочников.

Статистический метод определения промежуточных припусков сравнительно прост, однако практическое применение его вызывает некоторое затруднение, которое объясняется тем, что таблицы находятся в разных справочных изданиях, стандартах отраслей и предприятий, различных по содержанию и по системе их построения.

Промежуточные припуски и допуски для каждой операции определяют, начиная от финишной операции к начальной, т.е. в направлении, обратном ходу технологического процесса обработки заготовки.

Таблица 4.

Размеры заготовки – штамповки

Размер детали	Припуск	Допуск	Размер заготовки
26	2,5	± 2	30
Ø44	2	$\pm 2,5$	49

2.4. Расчет режимов резания сокращенно аналитическим методом и определение основного времени.

Операция 005

Переход – 1: Расточит поверхность Ж в размер Ø 22Н7х26 на черنو

Станок - Токарно-винторезный станок 16Д20

Режущий инструмент - Резец расточной Р6М5 ГОСТ 10044-73

Глубина резания:

$t=2$ мм

Подача:

$S=0,175$ мм/об

Определение скорости резания

Скорость резания рассчитывают по эмпирическим формулам, установленных для каждого вида обработки:

$$V_T = \frac{C_V}{T^m \times t_{\text{черн}}^x \times S_{\text{черн}}^y} \times K_V = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,175^{0,2}} \cdot 0,85 = 162,74 \text{ м / мин},$$

Где:

T - стойкость инструмента, мин;

t - глубина резания, мм;

S - подача, мм/об;

C_V - коэффициент, учитывающий условие обработки;

K_V - общий поправочный коэффициент;

m - показатель относительной стойкости;

x, y - показатель степени.

$C_v = 420, x = 0,15, y = 0,2, m = 0,2$

$T = 60$ мин.

$$K_V = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{rv},$$

$$K_{mv} = K_r \cdot \frac{750}{\sigma_B}^{n_v} = 0,7 \cdot \frac{750}{520}^1 = 1$$

где $K_{mv} = 1$ - коэффициент, учитывающий влияние материала детали,
 $K_{pv} = 0,85$ - коэффициент, учитывающий состояние поверхности,
 $K_{iv} = 1$ - коэффициент, учитывающий материал инструмента,
 $K_{tv} = 1$ - коэффициент, учитывающий стойкость инструмента,
 $K_{uv} = 1$ - коэффициент, учитывающий угол в плане резца,
 $K_{rv} = 1$ - коэффициент, учитывающий радиус при вершине резца,

$$K_v = 1 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,85$$

Число оборотов вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 162,74}{3,14 \cdot 22} = 2355 \text{ об/мин}$$

Принимается число оборотов шпинделя $n = 2000$ об/мин.

Фактическая скорость резания определяется по формуле:

$$V_\phi = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 22 \cdot 2000}{1000} = 138,16 \text{ м/мин}$$

Норма времени:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S} = \frac{32}{2000 \cdot 0,175} = 0,16 \text{ мин}$$

где $S = 0,1$ мм/об - рабочая подача инструмента;

$n = 2000$ об/мин - частота вращения шпинделя;

L - длина пути обработки, мм:

Переход – 2: Расточит поверхность Ж в размер $\varnothing 22H7 \times 26$ на чисто

Станок - Токарно-винторезный станок 16Д20

Режущий инструмент - Резец расточной Р6М5 ГОСТ 10044-73

Глубина резания:

$$t = 0,5 \text{ мм}$$

Подача:

$$S = 0,175 \text{ мм/об}$$

Определение скорости резания

Скорость резания рассчитывают по эмпирическим формулам, установленных

для каждого вида обработки:

$$V_T = \frac{C_V}{T^m \times t_{\text{черн}}^x \times S_{\text{черн}}^y} \times K_V = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,175^{0,45}} \cdot 0,85 = 309,78 \text{ м / мин},$$

Где:

T - стойкость инструмента, мин;

t - глубина резания, мм;

S - подача, мм/об;

C_V - коэффициент, учитывающий условие обработки;

K_V - общий поправочный коэффициент;

m - показатель относительной стойкости;

x, y - показатель степени.

$C_v = 420, x = 0,15, y = 0,45, m = 0,2$

$T = 60$ мин.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{tv} \cdot K_{rv},$$

$$K_{mv} = K_r \frac{750}{\sigma_B}^{n_v} = 0,7 \frac{750}{520}^1 = 1$$

где $K_{mv} = 1$ - коэффициент, учитывающий влияние материала детали,

$K_{nv} = 0,85$ - коэффициент, учитывающий состояние поверхности,

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

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

$K_{uv} = 1$ - коэффициент, учитывающий угол в плане резца,

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

$$K_v = 1 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,85$$

Число оборотов вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 309,78}{3,14 \cdot 22} = 4484 \text{ об/мин}$$

Принимается число оборотов шпинделя $n = 2000$ об/мин.

Фактическая скорость резания определяется по формуле:

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 22 \cdot 2000}{1000} = 138,16 \text{ м/мин}$$

Норма времени:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S} = \frac{32}{2000 \cdot 0,1} = 0,16 \text{ мин}$$

где $S = 0,1$ мм/об - рабочая подача инструмента;

$n = 2000$ об/мин - частота вращения шпинделя;

L - длина пути обработки, мм:

Переход – 3: Подрезать торец Е выдерживая размер 26 мм

Станок - Токарно-винторезный станок 16Д20

Режущий инструмент - Резец Подрезной Р6М5 ГОСТ 18874-73

Глубина резания:

$t = 2$ мм

Подача:

$S = 0,6$ мм/об

Определение скорости резания

Скорость резания рассчитывают по эмпирическим формулам, установленных для каждого вида обработки:

$$V_T = \frac{C_V}{T^m \times t_{\text{черн}}^x \times S_{\text{черн}}^y} \times K_V = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,6^{0,45}} \cdot 0,85 = 141,38 \text{ м / мин},$$

Где:

T - стойкость инструмента, мин;

t - глубина резания, мм;

S - подача, мм/об;

C_V - коэффициент, учитывающий условие обработки;

K_V - общий поправочный коэффициент;

m - показатель относительной стойкости;

x, y - показатель степени.

$$C_v = 420, \quad x = 0,15, \quad y = 0,45, \quad m = 0,2$$

$$T = 60 \text{ мин.}$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{rv},$$

$$K_{mv} = K_r \frac{750}{\sigma_b}^{n_v} = 0,7 \frac{750}{520}^1 = 1$$

где $K_{mv} = 1$ - коэффициент, учитывающий влияние материала детали,

$K_{nv} = 0,85$ - коэффициент, учитывающий состояние поверхности,

$K_{uv} = 1$ - коэффициент, учитывающий материал инструмента,

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

$K_{uv} = 1$ - коэффициент, учитывающий угол в плане резца,

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

$$K_v = 1 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,85$$

Число оборотов вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 141,38}{3,14 \cdot 44} = 1022,83 \text{ об/мин}$$

Принимается число оборотов шпинделя $n = 800 \text{ об/мин}$.

Фактическая скорость резания определяется по формуле:

$$V_\phi = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 44 \cdot 800}{1000} = 110,58 \text{ м/мин}$$

Норма времени:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S} = \frac{17}{800 \cdot 0,6} = 0,03 \text{ мин}$$

где $S = 0,6 \text{ мм/об}$ - рабочая подача инструмента;

$n = 800 \text{ об/мин}$ - частота вращения шпинделя;

L - длина пути обработки, 17 мм:

Переход – 4: Точить поверхность Г $\varnothing 61 \times 2,5$

Станок - Токарно-винторезный станок 16Д20

Режущий инструмент - Резец проходной Р6М5 ГОСТ 18868-73

Глубина резания:

$$t=2 \text{ мм}$$

Подача:

$$S= 0,8 \text{ мм/об}$$

Определение скорости резания

Скорость резания рассчитывают по эмпирическим формулам, установленных для каждого вида обработки:

$$V_T = \frac{C_V}{T^m \times t_{\text{черн}}^x \times S_{\text{черн}}^y} \times K_V = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,85 = 124,21 \text{ м / мин} ,$$

Где:

T - стойкость инструмента, *мин*;

t - глубина резания, *мм*;

S - подача, *мм/об*;

C_V - коэффициент, учитывающий условие обработки;

K_V - общий поправочный коэффициент;

m - показатель относительной стойкости;

x, y - показатель степени.

$$C_v = 420, \quad x = 0,15, \quad y = 0,45, \quad m = 0,2$$

$$T = 60 \text{ мин.}$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{tv} \cdot K_{rv},$$

$$K_{mv} = K_r \cdot \frac{750}{\sigma_b}^{n_v} = 0,7 \cdot \frac{750}{520}^1 = 1$$

где $K_{mv} = 1$ - коэффициент, учитывающий влияние материала детали,

$K_{nv} = 0,85$ - коэффициент, учитывающий состояние поверхности,

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

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

$K_{uv} = 1$ - коэффициент, учитывающий угол в плане резца,

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

$$K_v = 1 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,85$$

Число оборотов вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 124,21}{3,14 \cdot 61} = 648,19 \text{ об/мин}$$

Принимается число оборотов шпинделя $n = 630$ об/мин.

Фактическая скорость резания определяется по формуле:

$$V_\phi = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 61 \cdot 630}{1000} = 120,67 \text{ м/мин}$$

Норма времени:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S} = \frac{8,5}{630 \cdot 0,8} = 0,015 \text{ мин}$$

где $S = 0,8$ мм/об - рабочая подача инструмента;

$n = 630$ об/мин - частота вращения шпинделя;

L - длина пути обработки, 8,5 мм:

Переход – 5: Точить поверхность Д Ø61х14

Станок - Токарно-винторезный станок 16Д20

Резущий инструмент - Резец проходной Р6М5 ГОСТ 18868-73

Глубина резания:

$t = 2$ мм

Подача:

$S = 0,8$ мм/об

Определение скорости резания

Скорость резания рассчитывают по эмпирическим формулам, установленных для каждого вида обработки:

$$V_T = \frac{C_V}{T^m \times t_{черн}^x \times S_{черн}^y} \times K_V = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,85 = 124,21 \text{ м / мин} ,$$

Где:

T - стойкость инструмента, мин;

t - глубина резания, мм;

S - подача, мм/об;

C_v - коэффициент, учитывающий условие обработки;

K_v - общий поправочный коэффициент;

m - показатель относительной стойкости;

x, y - показатель степени.

$C_v = 420, x = 0,15, y = 0,45, m = 0,2$

$T = 60$ мин.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{tv} \cdot K_{rv},$$

$$K_{mv} = K_r \frac{750}{\sigma_b}^{n_v} = 0.7 \frac{750}{520}^1 = 1$$

где $K_{mv} = 1$ - коэффициент, учитывающий влияние материала детали,

$K_{nv} = 0,85$ - коэффициент, учитывающий состояние поверхности,

$K_{uv} = 1$ - коэффициент, учитывающий материал инструмента,

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

$K_{uv} = 1$ - коэффициент, учитывающий угол в плане резца,

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

$$K_v = 1 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,85$$

Число оборотов вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 124,21}{3,14 \cdot 61} = 648,19 \text{ об/мин}$$

Принимается число оборотов шпинделя $n = 630$ об/мин.

Фактическая скорость резания определяется по формуле:

$$V_\phi = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 61 \cdot 630}{1000} = 120,67 \text{ м/мин}$$

Норма времени:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S} = \frac{20}{630 \cdot 0,88} = 0,04 \text{ мин}$$

где $S = 0,8$ мм/об - рабочая подача инструмента;

$n = 630$ об/мин - частота вращения шпинделя;

L - длина пути обработки, мм:

Переход – 6: Подрезать торец А выдерживая размер 26 мм на черно

Станок - Токарно-винторезный станок 16Д20

Режущий инструмент - Резец подрезной Р6М5 ГОСТ 18874-73

Глубина резания:

$t=2$ мм

Подача:

$S= 0,6$ мм/об

Определение скорости резания

Скорость резания рассчитывают по эмпирическим формулам, установленных для каждого вида обработки:

$$V_T = \frac{C_V}{T^m \times t_{\text{черн}}^x \times S_{\text{черн}}^y} \times K_V = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,6^{0,45}} \cdot 0,85 = 141,38 \text{ м / мин} ,$$

Где:

T - стойкость инструмента, мин;

t - глубина резания, мм;

S - подача, мм/об;

C_V - коэффициент, учитывающий условие обработки;

K_V - общий поправочный коэффициент;

m - показатель относительной стойкости;

x, y - показатель степени.

$C_v = 420, x = 0,15, y = 0,45, m = 0,2$

$T = 60$ мин.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{rv},$$

$$K_{mv} = K_r \cdot \frac{750}{\sigma_B}^{n_v} = 0.7 \cdot \frac{750}{520}^1 = 1$$

где $K_{mv} = 1$ - коэффициент, учитывающий влияние материала детали,

$K_{nv} = 0,85$ - коэффициент, учитывающий состояние поверхности,

$K_{uv} = 1$ - коэффициент, учитывающий материал инструмента,

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

$K_{uv} = 1$ - коэффициент, учитывающий угол в плане резца,

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

$$K_v = 1 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,85$$

Число оборотов вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 141,38}{3,14 \cdot 44} = 1022,83 \text{ об/мин}$$

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

Фактическая скорость резания определяется по формуле:

$$V_\phi = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 44 \cdot 800}{1000} = 110,58 \text{ м/мин}$$

Норма времени:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S} = \frac{17}{800 \cdot 0,6} = 0,03 \text{ мин}$$

где $S = 0,6$ мм/об - рабочая подача инструмента;

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

L - длина пути обработки, 17 мм:

Переход – 7: Подрезать торец А выдерживая размер 26 мм на чисто

Станок - Токарно-винторезный станок 16Д20

Режущий инструмент - Резец подрезной Р6М5 ГОСТ 18874-73

Глубина резания:

$$t = 1 \text{ мм}$$

Подача:

$$S = 0,175 \text{ мм/об}$$

Определение скорости резания

Скорость резания рассчитывают по эмпирическим формулам, установленных для каждого вида обработки:

$$V_T = \frac{C_V}{T^m \times t_{\text{черн}}^x \times S_{\text{черн}}^y} \times K_V = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,175^{0,45}} \cdot 0,85 = 309,78 \text{ м / мин},$$

Где:

T - стойкость инструмента, *мин*;

t - глубина резания, *мм*;

S - подача, *мм/об*;

C_V - коэффициент, учитывающий условие обработки;

K_V - общий поправочный коэффициент;

m - показатель относительной стойкости;

x, y - показатель степени.

$$C_v = 420, \quad x = 0,15, \quad y = 0,45, \quad m = 0,2$$

$$T = 60 \text{ мин.}$$

$$K_V = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{tv} \cdot K_{rv},$$

$$K_{mv} = K_r \cdot \frac{750}{\sigma_b}^{n_v} = 0,7 \cdot \frac{750}{520}^1 = 1$$

где $K_{mv} = 1$ - коэффициент, учитывающий влияние материала детали,

$K_{nv} = 0,85$ - коэффициент, учитывающий состояние поверхности,

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

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

$K_{uv} = 1$ - коэффициент, учитывающий угол в плане резца,

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

$$K_V = 1 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,85$$

Число оборотов вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 309,78}{3,14 \cdot 44} = 2241,05 \text{ об/мин}$$

Принимается число оборотов шпинделя $n = 2000$ об/мин.

Фактическая скорость резания определяется по формуле:

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 44 \cdot 2000}{1000} = 276,46 \text{ м/мин}$$

Норма времени:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S} = \frac{17}{2000 \cdot 0,175} = 0,05 \text{ мин}$$

где $S = 0,175$ мм/об - рабочая подача инструмента;

$n = 2000$ об/мин - частота вращения шпинделя;

L - длина пути обработки, 17 мм:

Переход – 8: Точить поверхность Б Ø44х4

Станок - Токарно-винторезный станок 16Д20

Резущий инструмент - Резец проходной Р6М5 ГОСТ 18868-73

Глубина резания:

$t = 2$ мм

Подача:

$S = 0,8$ мм/об

Определение скорости резания

Скорость резания рассчитывают по эмпирическим формулам, установленных для каждого вида обработки:

$$V_T = \frac{C_V}{T^m \times t_{\text{черн}}^x \times S_{\text{черн}}^y} \times K_V = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,85 = 124,21 \text{ м / мин} ,$$

Где:

T - стойкость инструмента, мин;

t - глубина резания, мм;

S - подача, мм/об;

C_v - коэффициент, учитывающий условие обработки;

K_v - общий поправочный коэффициент;

m - показатель относительной стойкости;

x, y - показатель степени.

$C_v = 420, x = 0,15, y = 0,45, m = 0,2$

$T = 60$ мин.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{tv} \cdot K_{rv},$$

$$K_{mv} = K_r \frac{750}{\sigma_B}^{n_v} = 0,7 \frac{750}{520}^1 = 1$$

где $K_{mv} = 1$ - коэффициент, учитывающий влияние материала детали,

$K_{nv} = 0,85$ - коэффициент, учитывающий состояние поверхности,

$K_{uv} = 1$ - коэффициент, учитывающий материал инструмента,

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

$K_{uv} = 1$ - коэффициент, учитывающий угол в плане резца,

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

$$K_v = 1 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,85$$

Число оборотов вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 124,21}{3,14 \cdot 44} = 899,03 \text{ об/мин}$$

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

Фактическая скорость резания определяется по формуле:

$$V_\phi = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 44 \cdot 800}{1000} = 110,52 \text{ м/мин}$$

Норма времени:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S} = \frac{10}{800 \cdot 0,84} = 0,014 \text{ мин}$$

где $S = 0,8$ мм/об - рабочая подача инструмента;

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

L - длина пути обработки, 10 мм:

Переход – 9: Точить поверхность В Ø61х10

Станок - Токарно-винторезный станок 16Д20

Резущий инструмент - Резец проходной Р6М5 ГОСТ 18868-73

Глубина резания:

t=2 мм

Подача:

S= 0,8 мм/об

Определение скорости резания

Скорость резания рассчитывают по эмпирическим формулам, установленных для каждого вида обработки:

$$V_T = \frac{C_V}{T^m \times t_{\text{черн}}^x \times S_{\text{черн}}^y} \times K_V = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,85 = 124,21 \text{ м / мин},$$

Где:

T - стойкость инструмента, мин;

t - глубина резания, мм;

S - подача, мм/об;

C_V - коэффициент, учитывающий условие обработки;

K_V - общий поправочный коэффициент;

m - показатель относительной стойкости;

x, y - показатель степени.

C_v = 420, x = 0,15, y = 0,45, m = 0,2

T = 60 мин.

$$K_V = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{rv},$$

$$K_{mv} = K_r \cdot \frac{750}{\sigma_B}^{n_v} = 0,7 \cdot \frac{750}{520}^1 = 1$$

где K_{mv} = 1 - коэффициент, учитывающий влияние материала детали,

K_{nv} = 0,85 - коэффициент, учитывающий состояние поверхности,

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

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

$K_{uv} = 1$ - коэффициент, учитывающий угол в плане резца,

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

$$K_v = 1 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,85$$

Число оборотов вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 124,21}{3,14 \cdot 61} = 648,19 \text{ об/мин}$$

Принимается число оборотов шпинделя $n = 630$ об/мин.

Фактическая скорость резания определяется по формуле:

$$V_\phi = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 61 \cdot 630}{1000} = 120,67 \text{ м/мин}$$

Норма времени:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S} = \frac{16}{630 \cdot 0,8} = 0,03 \text{ мин}$$

где $S = 0,8$ мм/об - рабочая подача инструмента;

$n = 630$ об/мин - частота вращения шпинделя;

L - длина пути обработки, 16 мм:

2.5. Расчет режимов резания табличным методом и определение основного времени.

Операция 010

Переход – 1: Фрезеровать зубья Д

Станок - Зубофрезерная АВС-02-7018

Режущий инструмент - Фреза дисковая зуборезная 9ХС ГОСТ 13838-68

Глубина резания

$$t=h=2.2m=2.2 \cdot m=3.3 \text{ мм}$$

Подача

$$S=2.6 \text{ мм/об}$$

Скорость резания

$$V_p = 35 \text{ м/мин}$$

Определение частоты вращения шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 20} = 557,32 \text{ об/мин}$$

Корректировка $n=640$ об/мин

Фактическая скорость резания определяется по формуле:

$$V_\phi = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 640}{1000} = 401 \text{ м/мин}$$

Скорости подачи

$$V_s = s \cdot n \cdot z = 2,6 \cdot 640 \cdot 12 = 19968 \text{ мм/мин}$$

Определение основного (машинного) времени:

$$T_o = \frac{L}{sn} = \frac{220}{2,6 \cdot 640} = 0,13 \text{ мин}$$

Операция 010

Переход – 1: Шевинговать зубья Д

Станок - Зубошевинговальная АВС-2В-1556

Режущий инструмент - Шевер дисковая ГОСТ 8570-80

Глубина резания

$$t=h=2,2m=2,2 \cdot m=3,3 \text{ мм}$$

Подача

$$S=1 \text{ мм/об}$$

Скорость резания

$$V_p = 50 \text{ м/мин}$$

Определение частоты вращения шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 50}{3,14 \cdot 20} = 796,17 \text{ об/мин}$$

Корректировка $n=800$ об/мин

Фактическая скорость резания определяется по формуле:

$$V_\phi = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 800}{1000} = 50,24 \text{ м/мин}$$

Скорости подачи

$$V_s = s \cdot n \cdot z = 1 \cdot 800 \cdot 12 = 9600 \text{ мм/мин}$$

Определение основного (машинного) времени:

$$T_o = \frac{L}{sn} = \frac{220}{1 \cdot 800} = 0,275 \text{ мин}$$

2.6.Определение технической нормы времени

Техническая норма времени на обработку заготовки является одной из основных параметров для расчета стоимости изготавливаемой детали, числа производственного оборудования, заработной платы рабочих и планирования производства.

Техническую норму времени определяют на основе технических возможностей технологической оснастки, режущего инструмента, станочного оборудования и правильной организации рабочего места.

Норма времени является одним из основных факторов для оценки совершенства технологического процесса и выбора наиболее прогрессивного варианта обработки заготовки.

В крупносерийном и среднесерийном производстве общая норма времени (мин) на механическую обработку одной заготовки.

$$T_{ш} = T_o + T_{\epsilon} + T_{m.o} + T_{o.n}$$

где T_o - технологическое (основное) время, мин; T_{ϵ} - вспомогательное время, мин; $T_{m.o}$ - время на обслуживание рабочего места, мин; $T_{o.n}$ - время на отдых и естественные надобности, мин.

Операция 005

Переход – 1: Расточит поверхность Ж на черно

Переход – 2: Расточит поверхность Ж на чисто

Переход – 3: Подрезать торец Е

Переход – 4: Точить поверхность Г

Переход – 5: Точить поверхность Д

Переход – 6: Подрезать торец А на черно

Переход – 7: Подрезать торец А на чисто

Переход – 8: Точить поверхность Б

Переход – 9: Точить поверхность В

Основное (технологическое) время на обработку

$T_0 = 0,529$ мин

Вспомогательное время на операцию T_e определяют по нормативным таблицам.

Вспомогательное время на установку детали $T_{уст} = 0,7$ мин.

Добавочное вспомогательное время на каждую последующую установку детали $T_{доб} = 0,26$ мин.

Время на включение и выключение станка $T_{вкл.} = 0,06$ мин.

Поправочный коэффициент на вспомогательное время при крупносерийном производстве $k = 1,5$

$$T_e = (T_{уст} + T_{доб} + T_{вкл.}) \cdot k = (0,7 + 0,26 + 0,06) \cdot 1,5 = 1,53$$

Время на обслуживание рабочего места определяются (в %) от основного времени, где $a_{m.o} = 3$ %:

$$T_{m.o.} = T_o \cdot a_{m.o.} / 100 = 0,529 \cdot 3 / 100 = 0,016 \text{ мин.}$$

Время на отдых и естественные надобности рабочего определяют (в %) от оперативного времени, где $a_{он} = 1,7$ % :

$$T_{он} = \frac{(T_o + T_e) a_{он}}{100} = \frac{(0,529 + 1,53) \cdot 1,7}{100} = 0,06 \text{ мин.}$$

Штучное время

$$T_{шт} = T_o + T_e + T_{m.o.} + T_{он} = 0,529 + 1,53 + 0,016 + 0,06 = 2,135 \text{ мин.}$$

Операция 010

Переход – 1: Фрезеровать зубья Д

Основное (технологическое) время на обработку

$T_0=0,13$ мин

Вспомогательное время на операцию T_{ϵ} определяют по нормативным таблицам.

Вспомогательное время на установку детали $T_{уст} = 1$ мин.

Добавочное вспомогательное время на каждую последующую установку детали $T_{доб} = 0,26$ мин.

Время на включение и выключение станка $T_{вкл.}=0.06$ мин.

Поправочный коэффициент на вспомогательное время при крупносерийном производстве $k = 1,5$

$$T_{\epsilon} = (T_{уст} + T_{доб} + T_{вкл.}) \cdot k = (1 + 0,26 + 0,06) \cdot 1,5 = 1,98$$

Время на обслуживание рабочего места определяются (в %) от основного времени, где $a_{m.o} = 3$ %:

$$T_{m.o.} = T_o \cdot a_{m.o.} / 100 = 0,13 \cdot 3 / 100 = 0,0039 \text{ мин.}$$

Время на отдых и естественные надобности рабочего определяют (в %) от оперативного времени, где $a_{on} = 1,7$ % :

$$T_{on} = \frac{(T_o + T_{\epsilon}) a_{on}}{100} = \frac{(0,13 + 1,98) \cdot 1,7}{100} = 0,036 \text{ мин.}$$

Штучное время

$$T_{шт} = T_o + T_{\epsilon} + T_{m.o.} + T_{on} = 0,13 + 1,98 + 0,0039 + 0,036 = 2,15 \text{ мин.}$$

Операция 020

Переход – 1: Шевинговать зубья Д

Основное (технологическое) время на обработку

$T_0=0,275$ мин

Вспомогательное время на операцию T_e определяют по нормативным таблицам.

Вспомогательное время на установку детали $T_{уст} = 1$ мин.

Добавочное вспомогательное время на каждую последующую установку детали $T_{доб} = 0,26$ мин.

Время на включение и выключение станка $T_{вкл.}=0.06$ мин.

Поправочный коэффициент на вспомогательное время при крупносерийном производстве $k = 1,5$

$$T_e = (T_{уст} + T_{доб} + T_{вкл.}) \cdot k = (1 + 0,26 + 0,06) \cdot 1,5 = 1,98$$

Время на обслуживание рабочего места определяются (в %) от основного времени, где $a_{m.o} = 3$ %:

$$T_{m.o.} = T_o \cdot a_{m.o.} / 100 = 0,275 \cdot 3 / 100 = 0,0083 \text{ мин.}$$

Время на отдых и естественные надобности рабочего определяют (в %) от оперативного времени, где $a_{on} = 1,7$ % :

$$T_{on} = \frac{(T_o + T_e) a_{on}}{100} = \frac{(0,275 + 1,98) \cdot 1,7}{100} = 0,038 \text{ мин.}$$

Штучное время

$$T_{шт} = T_o + T_e + T_{m.o.} + T_{on} = 0,275 + 1,98 + 0,0083 + 0,038 = 2,3 \text{ мин.}$$

Операция 025

Переход – 1: Шлифовать поверхность Ж

Основное (технологическое) время на обработку

$T_0=0,11$ мин

Вспомогательное время на операцию T_e определяют по нормативным таблицам.

Вспомогательное время на установку детали $T_{уст} = 0,7$ мин.

Добавочное вспомогательное время на каждую последующую установку детали $T_{доб} = 0,26$ мин.

Время на включение и выключение станка $T_{вкл.} = 0.06$ мин.

Поправочный коэффициент на вспомогательное время при крупносерийном производстве $k = 1,5$

$$T_{\epsilon} = (T_{уст} + T_{доб} + T_{вкл.}) \cdot k = (0,7 + 0,26 + 0,06) \cdot 1,5 = 1,53$$

Время на обслуживание рабочего места определяются (в %) от основного времени, где $a_{m.o} = 3$ %:

$$T_{m.o.} = T_o \cdot a_{m.o.} / 100 = 0,11 \cdot 3 / 100 = 0,0033 \text{ мин.}$$

Время на отдых и естественные надобности рабочего определяют (в %) от оперативного времени, где $a_{on} = 1,7$ % :

$$T_{on} = \frac{(T_o + T_{\epsilon}) a_{on}}{100} = \frac{(0,11 + 1,53) \cdot 1,7}{100} = 0,028 \text{ мин.}$$

Штучное время

$$T_{шт} = T_o + T_{\epsilon} + T_{m.o.} + T_{on} = 0,11 + 1,53 + 0,0033 + 0,028 = 1,67 \text{ мин.}$$

Сводная таблица технических норм времени по операциям

Таблица 5.

Номер и наименование операций	T_o	T_{ϵ}	$T_{m.o.}$	T_{on}	$T_{шт}$
005	0,529	1,53	0,016	0,06	2,135
010	0,13	1,98	0,0039	0,036	2,15
020	0,275	1,98	0,0083	0,038	2,3
025	0,11	1,53	0,0033	0,028	1,67

3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.

3.1. Расчет и проектирование станочного приспособления.

Специальное приспособление для обработки зубьев

Выбор схемы базирования

Технологическая база – поверхность детали, используемая для определения положения заготовки или изделия в процессе изготовления или ремонта.

Технологическая установка – процесс базирования и закрепления заготовки или изделия в приспособлении.

Обрабатываемая деталь базируется по плоскости и центральному отверстию.

Расчёт на точность приспособления

Погрешность установки ε_y заготовки или детали (узла) в приспособлении суммируется из погрешностей базирования ε_6 , закрепления ε_3 и положения заготовки детали (узла) в приспособлении $\varepsilon_{пр}$, вызываемой неточностью его изготовления и установки на станке или сборочной позиции.

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{пр}^2}$$

Произведём расчёт на точность размера Ø22H7.

$\varepsilon_6 = 0$, т.к. конструкторская и технологическая базы совпадают.

$\varepsilon_3 = 0$, т.к. используется механизированный привод с постоянной силой зажима.

$$\varepsilon_{пр} = \frac{1}{4} \cdot \delta_{22} = \frac{1}{4} \cdot 0,22 = 0,055$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{0^2 + 0^2 + 0,055^2} = 0,055$$

Схема базирования выбрана правильно, так как $\varepsilon_y = 0,055 < \delta_{22} = 0,22$.

Силовой расчет приспособления

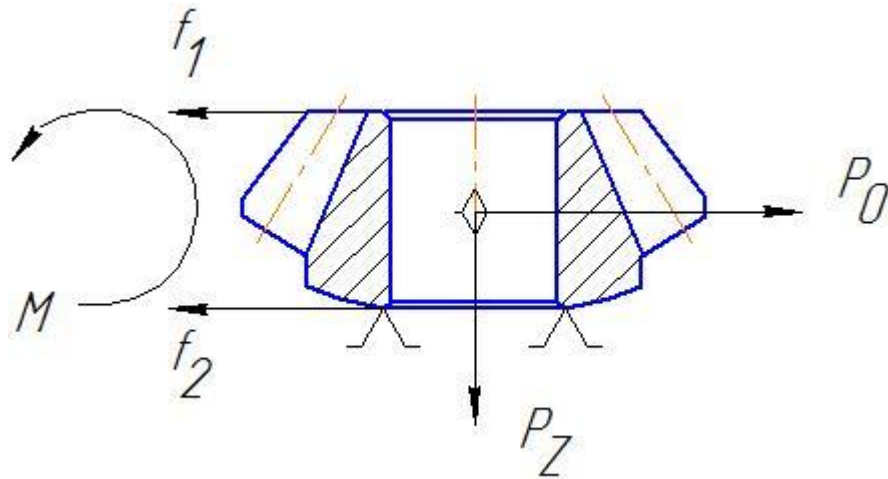


Рис. 4. Схема действующих сил

$$K \cdot P_0 = Q \cdot f_1 + Q \cdot f_2$$

$$Q = \frac{K \cdot P_0}{f_1 + f_2}$$

K - коэффициента надежности. Значение коэффициента K следует выбирать дифференцированно в зависимости от конкретных условий выполнения операции и способа закрепления заготовки.

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

K_0 - гарантированный коэффициент запаса надежности закрепления

$$K_0 = 1.5$$

K_1 - коэффициент, учитывающий увеличение сил резания из-за случайных неровностей на поверхности заготовки

$$K_1 = 1.2$$

K_2 - коэффициент, учитывающий затупление режущего инструмента в зависимости от метода обработки

$$K_2 = 1$$

K_3 - коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при прерывистом резании

$$K_3 = 1$$

K_4 - коэффициент, учитывающий непостоянство зажимного усилия

$$K_4 = 1$$

K_5 - коэффициент, учитывающий степень удобства расположения рукояток в ручных зажимах

$$K_5 = 1$$

K_6 - коэффициент, учитывающий неопределенность положения

$$K_6 = 1$$

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,8$$

$$f_1 = 0,15$$

$$f_2 = 0,15$$

$$Q = \frac{1,8 \cdot 1555}{0,15 + 0,15} = 9330 \text{ Н}$$

Прочностной расчет приспособления

Допускаемое напряжение среза:

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d_0^2 \cdot i \cdot z} \leq \tau_{\text{ср}}$$

F – срезающая сила

d_0 – диаметр пальца

i - число стыков (число плоскостей среза) в соединении

z – число пальцев

Для стали 35 $\tau_{\text{ср}} = 145 \text{ МПа}$

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{4 \cdot 1555}{3,14 \cdot 22^2 \cdot 1 \cdot 1} = 4,09 \text{ МПа} < 145 \text{ МПа}$$

Коэффициент запаса прочности:

$$n = \frac{\tau_{\text{ср}}}{\tau_{\text{ср}}}$$

$$n = \frac{145}{4,09} = 35,45$$

Описание конструкции приспособления

Приспособления для обработки зубчатых передач. Состоит из корпуса, который устанавливается на стол станка. Деталь устанавливается на приспособления по центральному отверстию на палец, и зажимается с помощью пневмопривода.

3.2.Расчет приспособления на точность

Обрабатываемая деталь базируется по плоскости и центральному отверстию.

Расчёт на точность приспособления

Погрешность установки ε_y заготовки или детали (узла) в приспособлении суммируется из погрешностей базирования ε_6 , закрепления ε_3 и положения заготовки детали (узла) в приспособлении $\varepsilon_{\text{пр}}$, вызываемой неточностью его изготовления и установки на станке или сборочной позиции.

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{пр}}^2}$$

Произведём расчёт на точность размера Ø22H7.

$\varepsilon_6 = 0$, т.к. конструкторская и технологическая базы совпадают.

$\varepsilon_3 = 0$, т.к. используется механизированный привод с постоянной силой зажима.

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \frac{1}{4} \cdot \delta_{22} = \frac{1}{4} \cdot 0,22 = 0,055$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{0^2 + 0^2 + 0,055^2} = 0,055$$

Схема базирования выбрана правильно, так как $\varepsilon_y = 0,055 < \delta_{22} = 0,22$.

3.3. Расчет и проектирование контрольного приспособления.

Контрольные приспособления - специальные производственные средства измерения, представляющие собой конструктивное сочетание базирующих, зажимных и измерительных устройств. Контрольные приспособления предназначены для проверки точности выполнения размеров и технических требований на изготовление деталей и узлов машин.

Специальное приспособление для измерения шестерни

Выбор схемы базирования

Обрабатываемая деталь базируется по плоскости и центральному отверстию.

Конструктивные элементы контрольных приспособлений

Контрольное приспособление состоит из установочных, зажимных, измерительных и вспомогательных элементов, установленных в корпусе приспособления.

Погрешности измерения в контрольных приспособлениях

Основными факторами, оказывающими влияние на точность контрольного приспособления, являются:

- принятая схема приспособления;
- точность изготовления элементов приспособления;
- метод измерения.

Допустимую погрешность измерения можно определить

$$\varepsilon_{\text{изм}} = \frac{1}{3} + \frac{1}{5} T_k$$

Так же определить допустимую погрешность измерения можно на основе справочных данных, например, в таблицы 4.2.1. приводятся допустимые погрешности измерений в соответствии с ГОСТ 8.051-81 для разных размеров и допусков на них.

Погрешность измерения

Погрешность установки $\varepsilon_{\text{изм}}$ заготовки или детали (узла) в приспособлении

суммируется из погрешностей базирования ε_6 , закрепления ε_3 и положения заготовки детали (узла) в приспособлении $\varepsilon_{\text{пр}}$, вызываемой неточностью его изготовления и установки на станке или сборочной позиции.

$$\varepsilon_{\text{изм}} = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{пр}}^2}$$

Произведём расчёт на точность размера Ø22H7.

$\varepsilon_6 = 0$, $\varepsilon_3 = 0,05$ т.к.

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \frac{1}{4} \cdot \delta_{22} = \frac{1}{4} \cdot 0,22 = 0,055$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{0^2 + 0,05^2 + 0,055^2} = 0,07$$

Схема базирования выбрана правильно, так как $\varepsilon_y = 0,07 < \delta_{22} = 0,22$.

3.4.Расчет и проектирование режущего инструмента.

Расчет дисковой зуборезной модульной фрезы.

Профилирование зубьев фрезы

Так как дисковая зуборезная модульная фреза имеет нулевой передний угол и при нарезании цилиндрического прямозубого колеса работает методом

копирования, то профилирование ее режущих кромок сводится к определению формы впадин зубьев обрабатываемого изделия. Согласно ГОСТ 10996-64 профиль зуба фрезы состоит из эвольвентного, неэвольвентного участков и прямой.

Определение профиля эвольвентного участка

Радиус основной окружности

$$r_b = 0.5 \cdot m \cdot z \cdot \cos \alpha_\beta = 0.5 \cdot 4 \cdot 11 \cdot \cos 10^\circ = 21,66 \text{ мм}$$

Радиус вершины зубьев колеса

$$r_a = 0.5 \cdot m \cdot (z + 2) = 0.5 \cdot 4 \cdot 22 = 44 \text{ мм}$$

Радиус делительной окружности

$$r = 0.5 \cdot m \cdot z = 0.5 \cdot 4 \cdot 11 = 22 \text{ мм}$$

Радиус окружности впадин колеса

$$r_f = r - 1.25m = 22 - 1.25 \cdot 4 = 17 \text{ мм}$$

На эвольвентном участке профиля условно отмечаем точку так, чтобы выполнялось условие:

$$(r_a + 0.5m) > r_y > r_b$$

где r_y - радиус произвольных окружностей, проведенных через выбранные точки.

$$r_1 = r_a + 0.5m = 44 + 0.5 \cdot 4 = 46 \text{ мм}$$

Угол профиля зубчатого колеса на окружности r_1 :

$$\alpha_1 = \arccos r_b/r_1 = 21,66/46 = 12,53^\circ$$

$$\text{inv } \alpha_1 = 0.14$$

$$\text{inv } \alpha = 0.07$$

где $\alpha=20^\circ$ - угол профиля исходного контура.

Угол n_1 определяем по формуле:

$$n_y = (\pi/2z - \text{inv}\alpha + \text{inv}\alpha_y) / 0.017453$$

$$n_1 = (\pi/8 - 0.07 + 0.14) / 0.017453 = 2,72$$

Найдем координаты точки 1:

$$x_{u1} = r_1 \cdot \sin n_1 = 46 \cdot \sin 2,72 = 2,18 \text{ мм}$$

$$y_{u1} = r_1 \cdot \cos n_1 = 46 \cdot \cos 2,72 = 45,94 \text{ мм}$$

$$y_{01} = y_{u1} - r_f = 45,94 - 17 = 28,94 \text{ мм}$$

Выбор геометрических параметров зубьев фрезы.

Задача выбора - назначить такую геометрию режущей кромки, при которой неблагоприятные участки профиля находились бы в возможно лучших условиях работы.

Значения текущих нормальных задних углов зуба дисковой зуборезной модульной фрезы по высоте профиля переменны и для любой точки профиля фрезы могут быть определены по формуле:

$$\alpha_{nu0} = \arctg (r_{a0} / r_{y0} \cdot \tg \alpha_{a0} \cdot \sin \varphi_{y0})$$

где r_{a0} - радиус вершин зубьев фрезы;

r_{y0} - текущий радиус зуба фрезы;

α_{a0} - задний угол на вершине зуба фрезы;

φ_{y0} - передний угол профиля зуба фрезы;

Зная что $\alpha_{a0} = 90$, $r_{y0} = r_{a0} - y_B = 90 - 6.8 = 83.2$, $\varphi_{y0} = 12^\circ$ найдем α_{a0}

$$\alpha_{a0} = \arctg (\tg \alpha_{nu0} \cdot r_{y0} / r_{a0} \cdot \sin \varphi_{y0}) = \arctg(\tg 3 \cdot 83.2 / 90 \cdot \sin 12) = 13^\circ$$

Найдем величину затылования:

$$K_0 = \tg \alpha_{a0} \cdot 2\pi \cdot r_{a0} / z_0 = \tg 13 \cdot 2\pi \cdot 90 / 10 = 13.05$$

где z_0 - число зубьев фрезы.

Таблица 6.

Определение конструктивных элементов фрезы

Диаметр фрезы наружный	D_{A0}	мм	20
Диаметр отверстия фрезы	d_0	мм	8
Число зубьев фрезы	z_0		12
Радиус закругления дна стружечной канавки	r_1	мм	2
Угол впадины стружечной канавки	β	°	22
Ширина фрезы	B_0	мм	3,2

4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.

Количественная оценка экономических результатов улучшения условий и повышения безопасности труда при расчёте величины годовой экономии может быть дана путём следующих экономических показателей: экономии затрат за счёт сокращения численности работающих; экономии затрат за счёт повышения работоспособности, достигаемой в результате улучшения условий труда; экономии затрат на социальное страхование, получаемой в результате снижения травматизма на производстве.

Основные фонды — это часть производственных фондов, которая участвует в процессе производства длительное время, сохраняя при этом свою натуральную форму, а их стоимость переносится на продукцию постепенно, по частям, по мере использования.

Амортизация — это процесс периодического переноса начальной стоимости основного средства или нематериального актива на производственные, коммерческие или общехозяйственные расходы — в зависимости от того, как этот актив используется.

Капитальные вложения

Расчет вложения на здания и сооружения

$$S_{зс} = 1,3Q_{об}h_{зс}q_{сз},$$

Где 1,3-дополнительный коэффициент

$Q_{об}$ - площадь участка 300 м²

$h_{зс}$ -высота здания

$q_{сз}$ -9610 сум стоимость 1м² здания

$$S_{зс} = 1,3 \cdot 300 \cdot 7.2 \cdot 9610 = 26\,984\,880 \text{ сўм.}$$

Таблица 7.

Расчет вложения на производственное оборудование

№	Наименование	Модел	Стоимость	Кол-во	Сумма
1	Токарно-винторезный	16Д20	30 000 000	1	30 000 000
2	Зубофрезерная	5А312	25 000 000	1	25 000 000
3	Зубошевинговальная	5702	23 000 000	1	23 000 000
4	Внутришлифовальная	3А227	15 000 000	1	15 000 000
Итого					93 000 000

Расчет вложения на приспособления и инструменты

Стоимость приспособления и инструменты составляет 15% от стоимости производственных оборудование.

$$S_{\text{пи}} = 15\% \cdot S_{\text{об}} = 0,15 \cdot 93\,000\,000 = 13\,950\,000 \text{ с\у м.}$$

Расчет вложения на инвентарь

Стоимость инвентарей составляет 1,5% от стоимости производственных оборудование.

$$S_{\text{пи}} = 1,5\% \cdot S_{\text{об}} = 0,015 \cdot 93\,000\,000 = 1\,395\,000 \text{ с\у м.}$$

Таблица 8.

Структура капитальных вложений

Наименование	Баланс начального выложенные , с\у м	Амортизация, %	Годовой амортизация, с\у м
Здания и сооружения	26 984 880	3,3%	10 686 012,48
Производственное оборудование	93 000 000	10,0%	111 600 000
Приспособления и инструменты	13 950 000	20,0%	33 480 000
Инвентари	1 395 000	8,3%	1 389 420
Итого	135 329 880	9,0%	146 156 270,4

Расчет расходов на сыре и материал

Расходы на основной сыре

$$S_C = N \cdot S_{\text{заг}} = 50\,000 \cdot 510.7 = 25\,535\,000 \text{ сўм.}$$

Расходы на материал

$$S_{\text{вс}} = 0,02 \cdot S_C = 0,02 \cdot 25\,535\,000 = 510\,700 \text{ сўм.}$$

Расчет заработной платы

Премия работников составляет 35-25% от заработной платы работников.

Социальный налог 25% от заработной платы работников.

$$S_{\text{зп}} = \sum N \cdot T_c,$$

Где T_c - тариф заработной платы для пятого разряда 2860,27 сум/час

$$1. S_{\text{зп}} = 50000 \cdot \frac{2,135}{60} \cdot 2860,27 = 5088897,04 \text{ сўм;}$$

$$2. S_{\text{зп}} = 50000 \cdot \frac{2,15}{60} \cdot 2860,27 = 5124650,4 \text{ сўм;}$$

$$3. S_{\text{зп}} = 50000 \cdot \frac{2,3}{60} \cdot 2860,27 = 5482184,16 \text{ сўм;}$$

$$4. S_{\text{зп}} = 50000 \cdot \frac{1,67}{60} \cdot 2860,27 = 3980542,4 \text{ сўм;}$$

Заработная плата основных работников 19 676 274 сум

Премия основных работников 5902882,2 сум

Социальный налог 4919068,5 сум

Итого фонд заработной платы основных работников 30 498 224,7

Таблица 9.

Заработная плата вспомогательных работников

№	Должность	Кол-во	Заработная плата, сум	Годовая заработная плата, сум	Социальный налог, сум	Премия, сум
1	Начальник участка	1	1249365	14992380	4497714	3748095
2	Мастер	1	864945	10379340	3113802	2594835
3	Механик	1	672735	8072820	2421846	2018205
4	Слесарь	1	672735	8072820	2421846	2018205
5	Зав. склад	1	672735	8072820	2421846	2018205
6	Работники	4	1800000	21600000	6480000	5400000
Итого		9	5932515	71190180	21357054	17797545
		110 344 779				

Расходы на эксплуатацию оборудование

Расходы на эксплуатацию оборудование составляет 150% от заработной платы основных работников.

$$S_{\text{экс}} = 1,5S_{\text{зп}} = 1,5 \cdot 30\,498\,224,7 = 45\,747\,337,05 \text{ сўм.}$$

Расходы участка(цеха)

Расходы участка составляет 120% от заработной платы основных работников.

$$S_{\text{уч}} = 1,2 \cdot S_{\text{зп}} = 1,2 \cdot 30\,498\,224,7 = 36\,597\,869,64 \text{ сўм.}$$

Расходы предприятие

Расходы предприятию составляет 90% от заработной работников.

$$S_{\text{пр}} = 0,9\Sigma S = 0,9 \cdot 30\,498\,224,7 + 110\,344\,779 = 126\,758\,703,33 \text{ сўм.}$$

Калькуляция

Таблица 10.

№	Расходы	За единицу детали, сўм	За годовой объём, сўм
1	Сыре	510,7	25 535 000
2	Материал	10,214	510 700
3	Заработная плата основных работников	609,9	30 498 224,7
4	Заработная плата вспомогательных работников	2 206,89	110 344 779
5	Эксплуатация оборудования	914,94	45 747 337,05
6	Участка(цеха)	731,95	36 597 869,64
7	Предприятия	2 535,17	126 758 703,33
8	Не производственные (от расходов предприятия 0,5%)	12,67	633 793,51
9	Расходы на изготовления детали	7 532,52	376 626 407
10	Цена детали	11 000	550 000 000

Производительность труда

$$ПТ = \frac{P}{R} = \frac{376\,626\,407}{19} = 19\,822\,442,47 \frac{\text{сўм}}{\text{работник}}.$$

Где Р – расход

R – количество работников

Экономическое эффективность

Определяется по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{эф}} = \text{Пр} - \text{Кэф} \cdot \text{Р} = 550\,000\,000 - 0,1 \cdot 376\,626\,407 = 512\,337\,359,3 \text{ с\у м.}$$

где Пр – приход

Кэф – коэффициент эффективности – 0,1

Р – расход

Срок оправдания капитальных вложение

$$T_{\text{оп}} = \frac{\text{КР}}{\text{Пр}} = \frac{376\,626\,407}{550\,000\,000} = 0.7 \text{ год.}$$

Чистый прибыл

Чистая прибыль — часть балансовой прибыли предприятия, остающаяся в его распоряжении после уплаты налогов, сборов, отчислений и других обязательных платежей в бюджет.

$$\begin{aligned} \text{ЧП} &= \text{Дв} - \text{Р} - \text{Н} = 550\,000\,000 - 376\,626\,407 - 13\,869\,887,44 = \\ &= 159\,503\,705,56 \end{aligned}$$

Рентабельность производства рассчитывается как отношение прибыли от реализации к сумме затрат на производство и реализацию продукции. Коэффициент показывает, сколько прибыли предприятие имеет с каждого рубля, затраченного на производство и реализацию продукции. Этот показатель может рассчитываться как в целом по предприятию, так и по его отдельным подразделениям или видам продукции.

$$R_{\text{п}} = (\text{чистый прибыль} / \text{Себестоимость}) \cdot 100 \%$$

$$R_{\text{п}} = (159\,503\,705,56 / 376\,626\,407) \cdot 100 \% = 42,3 \%$$

5. ОХРАНА ТРУДА.

Охрана труда – система законодательных актов, систему социально-экономических, организационных и лечебно профилактических мероприятий и средств направленности на обеспечения безопасности, сохранения здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

5.1.1. Характеристика и анализ условий труда на участке.

Участок предназначен для изготовления деталей – шестерня. Участок оснащен оборудованием для металлообработки, а именно:

- токарный станок,
- зубафрезерный станок,
- зубашевинговальный станок,
- шлифовальный станок,
- места контроля,
- системы обеспечения функционирования.

Операции заготовительные производятся вне участка во вспомогательных производствах.

Другие цеховые объекты производства опасности для труда рабочих на участке не представляют. Рабочие места возле металлорежущего оборудования организованы с учетом охраны труда и техники безопасности.

5.1.2. Наиболее опасные и вредные места на участке и их характеристика.

Физически вредными производственными факторами являются повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны, высокий уровень шума и вибрации, недостаточная освещенность рабочей зоны и т.д.

Оборудование на проектируемом участке должно регулярно проходить технический осмотр, в ходе которого определяется его безопасность и соответствие требованиям норм экологической безопасности.

Оборудование, применяемое на участке, должно быть снабжено специальными защитными и оградительными устройствами, которые уменьшают риск травмирования рабочих.

Микроклимат на рабочем месте в производственных помещениях определяется температурой воздуха, относительной влажностью, скоростью движения воздуха, барометрическим давлением и интенсивностью теплового излучения от нагретых поверхностей.

Производственные помещения должны соответствовать требованиям СНиП 11-2-80, СНиП 11-89-80, санитарных норм проектирования промышленных предприятий СН 245-71. Бытовые помещения должны соответствовать требованиям СНиП 11-92-76.

Естественное и искусственное освещение производственных помещений должно соответствовать требованиям СНиП 11-4-79.

Уровень шума не должен превышать 80 дБА.

На случай пожара в цехе должны быть предусмотрены средства пожаротушения и эвакуационные выходы.

На участке должна быть естественная и обще обменная вентиляция.

Местная вентиляция должна обеспечивать удаление пыли, мелкой стружки и аэрозолей СОЖ из рабочей зоны станков.

5.1.3. Выбор системы освещения производственной участка.

При выборе системы освещения (естественное, искусственное, смешанное) необходимо определить разряд зрительных условий труда. После этого осуществляется выбор системы освещения определение коэффициента

естественного освещения (к.е.о.) в соответствии с требованиями строительных норм и правил проектирования промышленных зданий.

$$F_{\text{л}} = \frac{E_{\text{н}} \times K \times S \times Z}{N \times h} = \frac{200 \cdot 2 \cdot 300 \cdot 1,2}{2 \cdot 6} = 12000$$

где:

$F_{\text{л}}$ - световой поток каждой лампы а лм

$E_{\text{н}}$ - нормируемая освещенность в лк

K - коэффициент запаса

S -площадь помещения, м²,

N -число светильников;

h - коэффициент использования светового потока

Z - отношение средней освещенности к минимальной $Z=1.2$

1. Определение величины показателя помещения (индекс помещения)

$$I = \frac{s}{h \cdot A + B} = \frac{300}{5.9 \cdot 12 + 25} = 1.37$$

где: S - площадь помещения, м²;

A - ширина помещения, м;

B - длина помещения, м;

h - расчетная высота (расстояние от светильника до рабочей поверхности м.

2. Определим расчетную высоту

$$h = H - h_{\text{с}} - h_{\text{р}} = 7.2 - 0.5 - 0.8 = 5.9 \text{ м}$$

где: H - высота помещения. м:

$h_{\text{с}}$ - высота подвеса светильника, $h_{\text{с}}=0,5$ м;

$h_{\text{р}}$ - высота рабочего места, $h_{\text{р}}=0.8$ м,

3. Для определения количества светильников, необходимо найти расстояние между светильниками – L . При многорядном расположении светильников на выгоднейшее отношение.

$$L = 1.5h = 1.5 \cdot 5.9 = 8.85$$

4. Определение количества ламп по ширине и длине помещения

$$N_A = \frac{A}{L} = \frac{25}{8.85} = 2.82 = 3 \quad N_B = \frac{B}{L} = \frac{12}{8.85} = 1.35 = 2$$

5. Общее количество светильника определяется:

$$N = N_A \times N_B = 3 \cdot 2 = 6$$

6. Определяем световой поток каждой лампы

В случае, если расчётное значение светового потока каждой лампы $F_{\text{л}}$ превышает заданное F необходимо пересчитать количество светильников.

5.1.4. Выбор системы вентиляции.

Основная задача промышленной вентиляции - обеспечение оптимального воздухообмена при учете постоянно изменяющегося микроклимата, удаление вредных веществ (углекислый газ, пыль, химические вещества, водяной пар и т.д.) Кроме этого, современная промышленная вентиляция зачастую становится незаменимой частью технологического процесса, составной частью структуры производства. Выбор промышленной системы вентиляции определяется спецификой производства. На предприятие применяют вентиляционные системы: местные, общеобменные, вытяжные, приточные и комбинированные.

Основная задача, которых является промышленная вентиляция участков – максимальное удаление вредных примесей из воздуха посредством вентиляции и разбавление остаточных явлений при помощи общеобменной вентиляции. Как правило, при вентиляции цехов приток воздуха подается в рабочую зону снизу, а общеобменная вентиляция монтируется под кровлей. Главное правило: избегание попадания вытягиваемых вредных веществ к человеку (через дыхательные пути, открытые кожные покровы и др.)

Зачастую образование излишнего тепла связано с выделением вредных веществ–стружка, тепло выделяемое при обработки деталей (типа дисков). Для борьбы с выделениями тепла используют местную и общеобменную вентиляцию.

Проблема образования пыли решается увлажнением, использованием кожухов или применением системы пылеотсасывающей вентиляции (аспирация). Образование излишней влаги неизбежно практически на всех производствах. Для ее удаления используют местные отсосы или возможности общеобменной вентиляции.

Все работы по проектированию и монтажу вентиляции производятся в соответствии с требованиями СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» (изд. 2003 г.), СНиП 2.08.01-89, СНиП 2.09.02-85, а также отраслевыми требованиями применяемыми к данному производству.

5.1.5. Производственный шум и вибрация

Методы и средства защиты от шума

При разработке технологических процессов, проектировании, изготовлении и эксплуатации машин, производственных зданий и сооружений, а также при организации рабочего места на предприятии приняты все **меры по снижению шума**, а именно:

- снижение шума в источнике;
- звукоизоляция помещений, оборудования, др.;
- звукопоглощение за счет применения архитектурно-планировочных решений;
- обязательная гигиеническая оценка приборов, оборудования, устройств (их сертификация);
- специальные глушители;
- антифоны, беруши, противοшумные шлемы;
- проведение предварительных (при поступлении на работу) и периодических осмотров.

Зоны с уровнем звука или эквивалентным уровнем звука выше 80 дБА должны быть обозначены **знаками безопасности**.

Вибрация на производстве исходить от работы технологических оборудования и машин таких как металлорежущие станки электро тали.

К техническим мерам защиты относятся:

- снижение вибрации в источнике возникновения точной балансировкой вращающихся частей и изменением резонансной частоты системы;
- виброгашение путем установления механизмов на самостоятельные фундаменты и применение динамических виброгасителей;
- виброизоляция, препятствующая передаче вибрации от источника (механизма) к защищаемому объекту;
- использование СИЗ и спецодежды.

8.2. Мероприятия по охране труда и ТБ на участке.

8.2.1. Электробезопасность на участке.

В целях обеспечения безопасности действия электрического тока на человека все оборудования на участке заземлены.

Расчет устройства защитного заземления

1. Определяем сопротивление стержневого электрода

$$R_{\text{э}} = \frac{0,366 \cdot \rho \cdot K_{\text{в}}}{l_{\text{э}}} \left(\lg \frac{2 \cdot l_{\text{э}}}{d_{\text{э}}} + \frac{1}{2} \cdot \lg \frac{4 \cdot h_{\text{э}} + l_{\text{э}}}{4 \cdot h_{\text{э}} - l_{\text{э}}} \right), \text{ Ом}$$

$$\text{либо } R_{\text{э}} = \frac{\rho \cdot K_{\text{в}}}{2 \cdot \pi \cdot l_{\text{э}}} \left(\ln \frac{2 \cdot l_{\text{э}}}{d_{\text{э}}} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot h_{\text{э}} + l_{\text{э}}}{4 \cdot h_{\text{э}} - l_{\text{э}}} \right)$$

Примечание: если электрод из уголкового стали, то $d_{\text{э}} = 0,95 \cdot b$.

где b – ширина полки уголка.

2. Определяем предварительно количество электродов – n'

$$n' = \frac{R_{\text{э}}}{R_{\text{и}}}$$

3. Зная расположение электродов (в ряд или по контуру), отношение расстояния между электродами к их длине и предварительное количество электродов, определяем коэффициент использования электродов (таблица 4).

4. Определяем окончательно потребное количество электродов - n ,

$$n' = \frac{R_{\text{э}}}{R_u \cdot \eta_{\text{э}}}$$

5. Определяем длину соединительной полосы, l_n

если электроды расположены ряд: $l_n = a \cdot (n-1)$, м

если электроды расположены по контуру: $l_n = a \cdot n$, м

Предпочтительно длину соединительной полосы определять согласно ее с размерами помещения, где установлено оборудование

6. Определяем сопротивление соединительной полосы:

$$R_n = \frac{0,366 \cdot \rho \cdot K_{\text{в}}}{l_n} \cdot \lg \frac{2 \cdot l_n^2}{h_n \cdot b}, \text{ либо } R_n = \frac{\rho \cdot K_{\text{в}}}{2 \cdot \pi \cdot l_n} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_n^2}{h_n \cdot b}$$

7. Определяем общее сопротивление контура защитного заземления

$$R_{\Sigma} = \frac{R_{\text{э}} \cdot R_n}{R_{\text{э}} \cdot \eta_n + R_n \cdot \eta_{\text{э}} \cdot n}$$

где η_n , $\eta_{\text{э}}$ коэффициент использования полосы (таблица 3).

8. Производим проверку выполнения условия

$$R_{\Sigma} \leq R_u$$

Расчет сопротивление контурного заземлителя, состоящего только из горизонтальных электродов (решетка), в однородной земле может быть определено по приближенной формуле Оллендорфа — Лорана, Ом,

$$R_{\Sigma} = \frac{\rho}{2\pi L_{\Gamma}} * \left(\ln \frac{L_{\Gamma}^2}{d} + m \right)$$

где, L — суммарная длина всех проводников, образующих решетку, м;

d — диаметр прутков круглого сечения, из которых выполнена решетка, м;

t – глубина размещения решетки, м;

m – коэффициент, зависящий от конфигурации решетки.

Исканные данные

длина вертикального заземлителя L , м = 1

диаметр вертикального заземлителя d , мм = 12

заглубление вертикального заземлителя t , м = 0,7

толщина верхнего слоя грунта H , м = 1

ширина(диаметр) горизонтального заземлителя B , мм = 12

сезонный климатический коэффициент-вертикальный заземлитель, $C_v=1,6$

сезонный климатический коэффициент-горизонтальный заземлитель, $C_d=1,6$

удельное сопротивление верхнего слоя грунта ρ_1 , Ом $\cdot$ м = 100

удельное сопротивление нижнего слоя грунта ρ_2 , Ом $\cdot$ м = 200

нормируемое значение заземления, R_n , Ом = 4

коэффициент использования заземлителей = 0,62

Расчет

эквивалентное удельное сопротивление, Ом $\cdot$ м = 246,1538 сопротивление вертикального заземлителя. Ом = 208,8162 сопротивление контура. Ом = 8,8462

предварительное количество вертикальных заземлителей, шт = 21,2078

длина горизонтального заземлителя, м = 10,6038

сопротивление горизонтального заземлителя. Ом = 24,4854

суммарное сопротивление верт. и гор.заземлителей. Ом = 16,464

расстояние между вертикальными заземлителями K , м = 0,4 • 1

расстояние от центра вертикального заземлителя до поверхности земли T , м = 1

количество вертикальных заземлителей, шт = 21

5.2.2. Опасность воздействия на работающего движущихся и вращающихся машин, механизмов и их частей.

Основные опасности, возникающие при эксплуатации подъемно-транспортных машин и устройств:

- падение груза с высоты вследствие разрыва грузового каната или неисправности грузозахватного устройства (ГЗУ);
- самопроизвольное опускание груза при использовании ручных лебедок, при этом может иметь место травмирование как самим грузом, так и приводными рукоятками;
- ручные безрельсовые тележки могут являться источником травм при погрузке и разгрузке крупногабаритного груза.

Подъемно-транспортные машины содержат большое количество разнообразных механизмов, обладающих комплексом механических опасностей, перечисленных выше.

Опасная зона подъемно-транспортной машины не является постоянной и перемещается в пространстве при перемещении всей машины или ее отдельных частей.

Защита от механического травмирования: предохранительные тормозные и оградительные устройства.

Для защиты применяют два основных способа:

- 1) обеспечение недоступности человека в опасные зоны;
- 2) применение устройств, защищающих человека от опасного фактора.

Средства защиты от механического травмирования подразделяются на:

коллективные (СКЗ); индивидуальные (СИЗ).

СКЗ делятся на: оградительные; предохранительные; тормозные устройства; устройства автоматического контроля и сигнализации; дистанционного управления; знаки безопасности.

5.2.3. Пожарная безопасность

Противопожарный режим — правила поведения людей, порядок организации производства, порядок содержания помещений и территорий, обеспечивающие предупреждение нарушений требований пожарной безопасности и тушение пожаров.

Меры пожарной безопасности — действия по обеспечению пожарной безопасности, в том числе по выполнению требований пожарной безопасности.

Защитные действия

Защита непосредственно от пожара делится на защиту человека от высокой температуры, и, что зачастую более опасно — отравляющих веществ, выделяемых при пожаре в воздух. Используют термо-изолирующую одежду БОП (боевую одежду пожарного), изолирующие противогазы и аппараты на сжатом воздухе, фильтрующие воздух капюшоны по типу противогазов.

Борьба с пожаром

Активная борьба с пожаром(тушение пожара) производится огнетушителями различного наполнения, песком и другими негорючими материалами, мешающими огню распространяться и гореть. Также иногда огонь сбивают взрывной волной.

Для эвакуации людей из горящих применяется лебедка, закрепленная с внешней стороны окна, по которой проживающие на высоких этажах люди могут спуститься на землю. Для защиты ценных вещей и документов от огня применяются негорючие сейфы.

Для обеспечения пожарной безопасности – в территории предприятия имеется пожарный бассейн, в участке установлены пожарные гидранты а

также огнетушители ОУ-2 предназначены для тушения горючих жидкостей, ОХП-10 химический пенный огнетушитель.

Пожарная сигнализация и связь предназначены для быстрого сообщения о пожаре и месте его возникновения в ближайшую пожарную команду. Пожарная сигнализация и связь включает в себя сигнализацию автоматического действия и телефонную связь. Электрическая пожарная сигнализация (ЭПС) состоит из извещателей (датчиков), системы проводов и приёмной станции. Приёмная станция обычно устанавливается в пожарной части.

В предприятии принята способу соединения извещателей -лучевые системы (ЭПС).

По принципу-действия извещатели тепловые.

В организации разработано инструкция по пожарной безопасности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате разработки данной дипломной работой было проведено полное исследование технологического процесса получения заготовки в готовую деталь “Шестерня”. Важнейшим этапом проектирования технологии является назначение маршрутного техпроцесса обработки, выбор оборудования, режущего инструмента и станочных приспособлений.

Рассчитаны припуски аналитическим способом на поверхность детали.

В ВКР отражены два метода назначений режимов резания – аналитический и по нормативам. Расчет режимов резания позволяет не только установить оптимальные параметры процесса резания, но и определить основное время на каждую операцию.

Рассчитаны нормы времени и произведен расчет точности токарной чистовой операции.

В результате изменений и последующих экономических расчетов определен положительный экономический эффект принятого технологического процесса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ДОКЛАД ПРЕЗИДЕНТА ИСЛАМА КАРИМОВА НА ТОРЖЕСТВЕННОМ СОБРАНИИ, ПОСВЯЩЕННОМ 24-Й ГОДОВЩИНЕ ПРИНЯТИЯ КОНСТИТУЦИИ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
2. Выбор способа изготовления заготовок. Методические указания. -Курган: КМИ, 1995.-42 с.
3. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения-Мн: Выш. школа,1983.-256 с.
4. Гжиров Р.К., Серебrenицкий П.П. Программирование обработки на станках с ЧПУ: справочник. - Л: Машиностроение,1990.
5. Технология машиностроения Методические указания к выполнению курсового проекта для студентов направления 552900.-Курган: КМИ, 1995.-42 с.
6. Справочник технолога-машиностроителя В 2-х т. Т1/ Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещеркова, - М: Машиностроение, 1986.-496 с.
7. Кузнецов Ю.И. Маслов А.Р. Байков А.Н. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник, - М: Машиностроение, 1990.-512 с
8. Краткий справочник металлиста/под ред. Орлова П.Н., Скороходова Е.А. – М: Машиностроение,1987.-960 с.
9. Справочник технолога-машиностроителя В 2-х т. Т2/ под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещеркова, - М: Машиностроение, 1986.-496 с.
- 10.Мосталыгин Г.П., Толмачевский Н.Н. Технология машиностроения, - М: Машиностроение, 1990.-288 с
- 11.Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ. В 2-х ч. Ч.1. , - М: Экономика, 1990.-206 с
- 12.Мельников Г.Н., Вороненко В.П. Проектирование механосборочных цехов. - М: Машиностроение,1990.-351 с.
- 13.Технология машиностроения (специальная часть): учебник для машиностроительных специальностей вузов/ А.А.Гусев и др. – М: Машиностроение, 1986.–480 с.
- 14.Инструмент для станков с ЧПУ: Справочник/ под ред. Ординарцева. – М: Машиностроение,1987.
- 15.Мельников Г.Н., Вороненко В.П. Проектирование механосборочных цехов. - М: Машиностроение,1990.-351 с.