



Институт: Электронного обучения
Специальность: Технология машиностроения
Кафедра: ТАМП

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА

Тема работы
Совершенствование технологического процесса изготовления детали «Корпус» УДК 621.824.002

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4302/06	Мартемьянов Евгений Владимирович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Бабаев А.С.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Петухов О.Н.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гуляев М.В.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТАМП	Арляпов А.Ю.	К.Т.Н.		

Содержание:

Введение

1 Назначение и конструкция детали.

1.1. Характеристика материала детали.

2 Анализ технологичности конструкции детали.

3 Определение типа производства.

4 Выбор способа исходной заготовки.

5 Разработка маршрутной и операционной технологической карты.

6 Расчет припусков на обработку, операционных и исходных размеров заготовки.

6.1. Расчет припусков и технологических размеров наружной поверхности $\varnothing 110f7_{(-0,071}^{-0,036)}$.

6.2. Расчет припусков и технологических размеров внутренней поверхности $\varnothing 90H7^{(+0,035)}$.

6.3. Расчет припусков и технологических размеров отверстия $\varnothing 10H7^{(+0,015)}$.

7 Размерный анализ техпроцесса.

8 Расчет режимов резания.

8.1. Токарная операция с ЧПУ: обтачивание $\varnothing 111H12$.

8.2. Токарная операция (чистовая): растачивание $\varnothing 90H7$.

8.3. Координатно-расточная операция: сверление отверстия $\varnothing 11$ мм.

9 Расчет норм времени операций техпроцесса.

9.1. Расчет основного времени.

9.2. Определение вспомогательного T_B , штучного $T_{шт}$ и штучно-калькуляционного $T_{шт-к}$ времени.

2. Конструкторский раздел.

2.1. Описание конструкции приспособления

2.2 Точностной расчёт приспособления.

3. Технико-экономическое обоснование

3.1. Себестоимость изготовления корпуса по действующему технологическому процессу

3.2. Себестоимость изготовления корпуса по предлагаемому технологическому процессу

3.3. Экономическая эффективность

3.4. Сроки окупаемости

4. Социальная ответственность

4.1 Производственная безопасность.

4.2. Экологическая безопасность.

4.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

4.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Заключение

Литература

Введение

ООО "Сибирская машиностроительная компания" основана в 1999г. на базе механообрабатывающего подразделения ГП "Технотрон". Начиная свою деятельность с нескольких станков и 20-ти работников, на сегодняшний день это стабильно развивающееся современное предприятие с численностью 140 человек, имеющее в собственности более 140 единиц оборудования, производственные цеха и земельные участки, оборот компании составляет более 190 миллионов рублей в год.

В настоящее время ООО "СМК" является производителем инновационного оборудования и механических приводов для буровых установок, машин связи, бурильно-крановых машин, котельного оборудования, горно-шахтных машин. Практически все разработки защищены патентами и имеют сертификаты и разрешения на применения. Заказчиками продукции предприятия являются ЗАО «НПФ «Микран», ОАО "Томский электромеханический завод", ОАО "Газпром бурение", НК"РОСНЕФТЬ", НК"ТНК-ВР", ОАО "Сургутнефтегаз", НК"ЛУКОЙЛ", ОАО"БАШНЕФТЬ", ОАО "ТАТНЕФТЬ", Буровая компания "WEATHERFORD", Буровая компания "ЕВРАЗИЯ", ОАО "УРАЛМАШ", ООО «Завод БКУ». ОАО "Волгоградский завод буровой техники", ООО "Юргинский машзавод" и др.

Высокий уровень разработок выпускаемой продукции ООО «СМК» подтверждается конкурсными победами компании в борьбе с лучшими иностранными образцами. В частности, перемешиватели буровых и кислотных растворов установленные на морской ледостойкой стационарной платформе (МЛСП) «Приразломная» являются одними из немногих представителей российского оборудования примененного на данном объекте.

Предприятие ведет непрерывную работу по разработке новых изделий и освоении новых рынков сбыта. С 2008г. для ЗАО «НПФ «Микран» на предприятии разработаны и освоен выпуск приводов для машин связи оборонного назначения. В 2011-2013 гг. на предприятии разработана новая серия гидравлических лебедок для применения в составе бурильно-крановых машин, крано-манипуляторных установок, подъемников и др. Проведены положительные испытания на крупных предприятиях- производителях бурильных машин- ОАО "ИВЭНЕРГОМАШ", ОАО "ГЕОМАШ", ЗАО "Машиностроительный завод" (Санкт-Петербург). В настоящее

время данные предприятия начинают закупки лебедок замещающая итальянское оборудование. Данные проекты имеют высокий потенциал развития и существенное социальное и экономическое значение для Томской области.

Также в период реализации проекта в 2011 -2013 годах компания произвела полное обновление машино-станкового парка, приобретя в лизинг свыше 15 станков импортного оборудования таких мировых производителей промышленного оборудования как «Haas», «Sodick» и др.. В настоящий момент компания планирует продолжить осуществлять мероприятия по модернизации и обновлению машиностроительных и обрабатывающих станков.

Практически во всех секторах цикла создания продукции от разработки до производства ООО"СМК" применяет самые современные достижения мировых лидеров как в области программного обеспечения, так и оборудования.

Компания является предприятием "полного цикла" и обладает собственным конструкторским бюро, технологическим бюро, заготовительным производством, сварочным производством, термическим участком, покрасочным участком, производственное подразделение обладает полным набором механообрабатывающего оборудования-координатно-расточными, шлифовальными, токарными, фрезерными, электроискровыми, зубообрабатывающими станками.

1. Назначение и конструкция детали.

Деталь «Корпус» предназначена, для поддержания расположенных на нем деталей и восприятия действующих на них сил в корпусном механизме. По классификационной принадлежности деталь «Корпус» - относится к корпусным имеет вид фланца ступенчатой формы, что способствует равной напряженности отдельных участков и упрощает изготовление и установку деталей на валу. По форме поперечного сечения - полый. Для изготовления детали применяем заготовку сортовой прокат из материала Сталь 20. Данный материал обладает достаточной прочностью и жесткостью, чтобы готовая деталь могла противостоять различным видам нагрузок и деформациям в процессе эксплуатации. Деталь представляет из себя тело вращения. Жесткие требования, предъявляемые к следующим размерам:

- $\varnothing 174H7^{+0,04}$ - для посадки (установки) венца генератора;
- $\varnothing 90H7^{+0,035}$ - для посадки подшипника вала;
- $\varnothing 110f7_{-0,071}^{-0,036}$ - для установки крышки отделяющего механизм поворота.

1.1. Характеристика материала детали

Сталь 20 – конструкционная, углеродистая качественная

Таблица 1. Массовая доля элементов, %

углерод C	0,17– 0,24
кремний Si	0,17 – 0,37
марганец Mn	0,35 – 0,65
хром Cr	0,25
сера S	0,04
фосфор P	0,04
медь Cu	0,25
никель Ni	0,25
мышьяк As	0,08

2. Анализ технологичности конструкции детали.

Технологичность конструкции – это соответствие детали изделия заданным условиям производства, которые обеспечивают изготовление данной детали или изделия с данной трудоемкостью и себестоимостью их изготовления.

Существует два вида показателей технологичности: качественные и количественные. Качественная оценка при сравнении вариантов конструкций в процессе изделия предшествует количественной и определяет целесообразность затрат на определение численных показателей технологичности вариантов. Количественная оценка технологичности конструкции изделия выражается показателем, численное значение которого характеризует степень удовлетворения требований к технологичности конструкции.

Коэффициент точности обработки определяется по формуле:

$$E = 1 - \frac{1}{A_{\text{ср}}}$$

где: $A_{\text{ср}}$ – средний квалитет точности обработки определяется по формуле:

$$A_{\text{ср}} = \frac{\sum A n_1}{\sum A n_2} = \frac{5 * n_5 + 6 * n_7 + \dots 10 * n_{10} + 14 * n_n}{n_1 + n_2 + \dots n_{10} + n_{11} + n_n}$$

где: n_i - число размеров чертежа соответствующих квалитетов точности

Если значение коэффициента точности больше 0,5 деталь считается технологичной, и нетехнологичной если меньше.

$$A_{\text{ср}} = \frac{\sum A n_1}{\sum A n_2} = \frac{4 * 7 + 1 * 11 + 3 * 3 + 20 * 14}{4 + 1 + 3 + 20} = 11,71$$

- четыре размер по 7 кв.(Ø174Н7; Ø90Н7; Ø110f7; Ø10Н7);
- один размер по 11 кв.(Ø140Н11);
- три размера по 13 кв.(Ø147Н13; 2 размера Ø3,2Н13);
- двадцать размеров по свободным размерам примерно 14 квалитет (13 габаритных размера и 7 диаметральных размеров)

Определяем коэффициент точности обработки:

$$E = 1 - \frac{1}{11,71} = 0,91$$

Отсюда следует, что коэффициент точности обработки $0,91 > 0,5$ **деталь считается технологичной.**

Коэффициент унификации конструктивных элементов определяется по формуле:

$$E_y = \frac{Q_{y.э}}{Q_э}$$

где, $Q_{y.э}$ – число унифицированных конструктивных элементов детали (фаски, пазы, радиуса сопряжения, отверстия, шаги резьб).

$Q_э$ – общее число конструктивных элементов;

Если значение коэффициента унификации больше 0,6 деталь считается технологичной.

1. Десять фасок $0,5 \times 45$ град., одна фаска 8×45 град.– все фаски унифицированы
2. R5 – 1 радиус, R0,5 – 1 радиус, все радиуса на корпусе детали - все унифицированы

Итого 5 конструктивных элементов на чертеже детали

Определяем коэффициент унификации конструктивных элементов:

$$E_y = \frac{Q_{y.э}}{Q_э} = \frac{10 + 1}{2} = 5,5$$

Отсюда следует, что коэффициент унификации конструктивных элементов $5,5 > 0,6$ **деталь считается технологичной.**

3. Определение типа производства.

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций, который находим по формуле:

$$K_{30} = t_B / T_{CP},$$

где t_B – такт выпуска детали, (мин.);

T_{CP} – среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, (мин).

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_B = F_r / N_r,$$

где F_r – годовой фонд времени работы оборудования, (мин.);

N_r – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по таблице 2.1 [4,стр.22] при двухсменном режиме работы: $F_r = 4029$ ч.

Тогда:

$$t_B = 4029 \times 60 / 1000 = 241,74 \text{ мин};$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{шк} = \sum T_{шк} / n,$$

где $T_{шк}$ – штучно – калькуляционное время i -ой основной операции, мин.;

n – количество основных операций.

На основании рекомендаций [5,стр.146] приближённо определим норму основного технологического времени для основных операций. В качестве основных операций выберем 8 операций ($n=8$): четыре операции токарные с ЧПУ, две операции токарные (чистовые); две операции координатно-расточные (см. операционную карту).

Штучно – калькуляционное время i -ой основной операции определяем по рекомендациям приложения 1 [4,стр.146]:

$$T_{шкi} = \varphi_{ki} * T_{oi},$$

Где φ_{ki} – коэффициент i -ой основной операции, зависящий от вида станка и типа предполагаемого производства, мин.;

T_{oi} – основное технологическое время i -ой операции, мин.

Для операций токарных с ЧПУ: $\varphi_{к.1} = 2,14$;

Для операций токарных (чистовых): $\varphi_{к.2} = 2,14$;

Для операций координатно-расточных с ЧПУ: $\varphi_{к.3} = 1,72$;

Основное технологическое время определяем по рекомендациям приложения 1 [4,стр.146], где время зависит от длины и диаметра обрабатываемой поверхности, а также от вида обработки.

Основное технологическое время и штучно-калькуляционное время операций, определяем только для наиболее продолжительных по времени переходов (см. операционную карту):

010 Токарная с ЧПУ:

$$T_{O.1} = ((0,037 \times (D^2 - d^2) + 0,037 \times (D^2 - d^2) + (0,17 \times d \times 1)) \times 10^{-3} = ((0,037 \times (190^2 - 185^2) + 0,037 \times (89^2 - 50^2) + (0,17 \times 50 \times 90)) \times 10^{-3} = 7190 \times 10^{-3} \text{ мин}$$

$$T_{Ш.К.1} = \varphi_{к.1} * T_{O.1} = 2,14 \times 7,19 = 15,387 \text{ мин.}$$

015 Токарная с ЧПУ:

$$T_{O.2} = ((0,037 \times (D^2 - d^2) + 0,037 \times (D^2 - d^2) + (0,17 \times d \times 1)) \times 10^{-3} = ((0,037 \times (190^2 - 180^2) + 0,037 \times (136^2 - 50^2) + (0,17 \times 50 \times 70)) \times 10^{-3} = 13230 \times 10^{-3} \text{ мин,}$$

$$T_{Ш.К.2} = \varphi_{к.1} * T_{O.2} = 2,14 \times 13,23 = 28,31 \text{ мин.}$$

020 Токарная с ЧПУ:

$$T_{O.3} = 0,037 \times (D^2 - d^2) \times 10^{-3} = 0,037 \times (185^2 - 125^2) \times 10^{-3} = 6880 \times 10^{-3} \text{ мин.}$$

$$T_{Ш.К.3} = \varphi_{к.1} * T_{O.3} = 2,14 \times 6,88 = 14,7 \text{ мин.}$$

025 Токарная с ЧПУ:

$$T_{O.4} = 0,037 \times (D^2 - d^2) \times 10^{-3} = 0,037 \times (180^2 - 111^2) \times 10^{-3} = 742 \times 10^{-3} \text{ мин.}$$

$$T_{Ш.К.4} = \varphi_{к.1} * T_{O.4} = 2,14 \times 0,742 = 1,59 \text{ мин.}$$

030 Токарная (чистовая):

$$T_{O.5} = 0,21 \times d \times l \times 10^{-3} = 0,21 \times 174 \times 29 \times 10^{-3} = 1059 \times 10^{-3} \text{ мин.}$$

$$T_{Ш.К.5} = \varphi_{к.2} * T_{O.5} = 2,14 \times 1,059 = 2,27 \text{ мин.}$$

035 Токарная (чистовая):

$$T_{O.6} = ((0,21 \times d \times l) + (0,21 \times d \times l)) \times 10^{-3} = ((0,21 \times 110 \times 27) + (0,21 \times 90 \times 112)) \times 10^{-3} = 274 \times 10^{-3} \text{ мин.}$$

$$T_{Ш.К.6} = \varphi_{к.2} * T_{O.6} = 2,14 \times 0,274 = 0,586 \text{ мин.}$$

045 Координатно-расточная:

$$T_{0.7} = 12 \times 0,17 \times d \times 1 \times 10^{-3} = 12 \times 0,17 \times 8,5 \times 28,5 \times 10^{-3} = 4940 \times 10^{-3} \text{ мин.}$$

$$T_{ш.к.7} = \varphi_{к.3} * T_{0.7} = 1,72 \times 4,94 = 8,5 \text{ мин.}$$

050 Координатно-расточная:

$$T_{0.8} = 8 \times 0,17 \times d \times 1 \times 10^{-3} = 8 \times 0,17 \times 5,2 \times 16 \times 10^{-3} = 3130 \times 10^{-3} \text{ мин.}$$

$$T_{ш.к.8} = \varphi_{к.3} * T_{0.8} = 1,72 \times 3,13 = 5,38 \text{ мин.}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем по формуле (2):

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к. i}}{n} = \frac{15,4 + 28,3 + 14,7 + 1,6 + 2,3 + 0,6 + 8,5 + 5,4}{8} = 9,6 \text{ мин.}$$

Тип производства определяем по формуле(1):

$$K_{3.0} = \frac{t_6}{T_{cp}} = \frac{241,74}{9,6} = 25,18$$

Так как $20 < K_{3.0} = 25,18 < 40$, то тип производства мелкосерийный.

4. Выбор способа исходной заготовки

Выбор заготовки осуществляется исходя из назначения и конструкции детали, материала, технических требований, масштаба и серийности выпуска, а также экономичности изготовления. Выбрать заготовку - значит установить способ ее получения, наметить припуски на обработку каждой поверхности, рассчитать размеры и указать допуски на неточность изготовления.

С учетом технологических свойств материала детали, ее габаритов и массы, требований к механическим свойствам (особых требований нет) выбираем в качестве исходной заготовки – сортовой прокат, пруток (обычной точности) В-190 ГОСТ 2590-2006. Исходя из точности получаемой заготовки и типа производства – мелкосерийный, данный тип заготовки наиболее приемлем.

После отрезной операции заготовка принимает форму, представленную на рисунке 1.

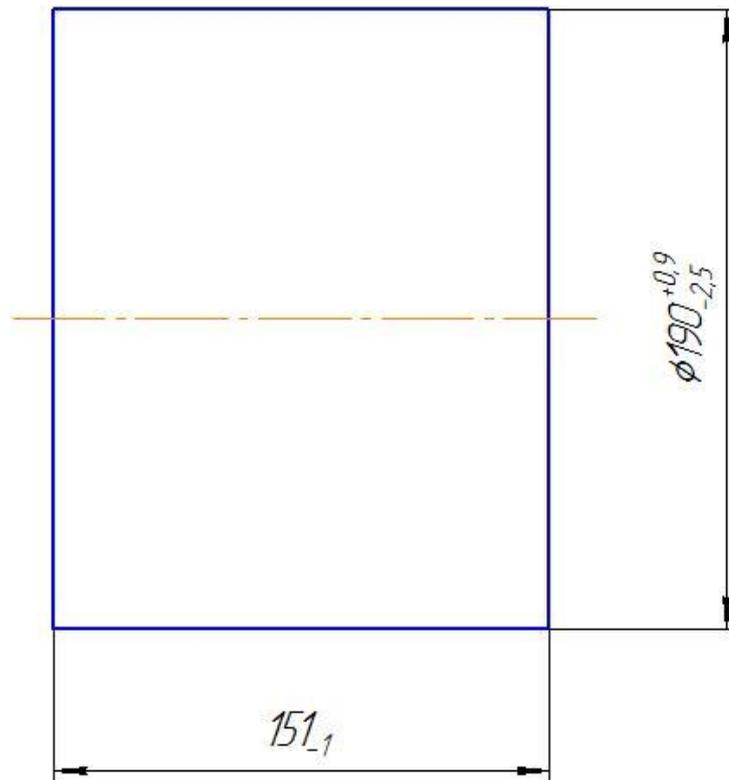


Рисунок 1. Заготовка – круг.

5. Разработка маршрутной и операционной технологической карты.

Проектирование технологических процессов (ТП) механической обработки начинается с изучения служебного назначения детали, технических требований к ней, норм точности и программы выпуска, анализа возможности предприятия по обработке данной детали.

Проектирование ТП представляет собой многовариантную задачу, правильное решение которой требует проведения ряда расчетов. В начале проектирования предварительно устанавливаются виды обработки отдельных поверхностей заготовки и методы достижения их точности, соответствующие требованиям чертежа, серийности производства и существующего на предприятии оборудования.

При низкой точности исходных заготовок ТП начинается с черновой обработки поверхности, имеющей наибольшие припуски. При этом в самую первую очередь снимается припуск с тех поверхностей, на которых возможны дефекты с целью скорейшего отсеивания брака.

Дальнейший маршрут строится по принципу обработки сначала грубых, а затем более точных поверхностей. Наиболее точные поверхности обрабатываются в последнюю очередь.

Маршрут технологии изготовления Корпуса представлен в виде таблицы 5.1, где также обозначены технологические базы.

Таблица 5.1 – Маршрут изготовления детали

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операции	перехода		
1	2	3	4
005	1	<p>Заготовительная. Отрезать заготовку круг d_1 в размер l_1.</p>	
010	1 2 3 4	<p>Токарная с ЧПУ 1 Сверлить d_2 на глубину l_2 мм. 2 Подрезать торец в размер l_3 мм. 3 Точить D_4 на длину l_4 мм. 4 Расточить отв. d_5 на глубину l_5 мм.</p>	
015	1 2 3 4 5 6 7	<p>Токарная с ЧПУ 1 Подрезать торец в размер l_6 мм. 2 Сверлить d_7 на проход. 3 Точить D_8 на длину l_8 мм. 4 Расточить отв. d_9 на проход. 5 Расточить отв. d_{10} в размер l_{10}. 6 Расточить отв. d_{11} в размер l_{11}. 7 Расточить конус 45° в размер l_{12}.</p>	
020	1	<p>Токарная с ЧПУ 1 Точить канавку D_{13}, выдерживая размер l_{13} мм, размер l_{14} мм и 45°.</p>	
025	1	<p>Токарная с ЧПУ 1 Точить D_{15} с подрезкой торца в пазмер l_{15} мм.</p>	

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операции	перехода		
1	2	3	4
030	1 2 3 4	<p>Токарная.</p> <p>1 Точить D_{15} на проход.</p> <p>2 Точить D_{16} на проход с подрезкой торца в размер l_{16}.</p> <p>3 Расточить отв. d_{17} с подрезкой торца в r-р l_{17} мм.</p> <p>4 Точить торцевую канавку $d_{18} \times d_{19}$ выдерживая r-р l_{18}.</p>	
035	1 2 3 4 5	<p>Токарная</p> <p>1 Подрезать торец в размер l_{19} мм.</p> <p>2 Точить ϕD_{20} с подрезкой торца в r-р l_{20}.</p> <p>3 Расточить отв. d_{21} на проход.</p> <p>4 Точить ϕD_{22} на длину l_{22} мм.</p> <p>5 Расточить 2 канавки d_{23} шириной l_{23}, выдерживая размер l_{24} и r-р l_{25} по чертежу.</p>	
040	1 2	<p>Контрольная.</p> <p>1 Контролировать размеры согласно оп. 015-035.</p> <p>2 Контролировать радиальное и торцевое биение по чертежу.</p>	
045	1 2	<p>Координатно-расточная.</p> <p>1 Центровать, сверлить, расточить отв. d_{26} на глубину l_{26}, выдерживая R_{26}.</p> <p>2 Центровать, сверлить 12 отв. d_{27} под резьбу М10-7Н выдерживая r-ры l_{27} и R_{26}.</p>	
050	1 2 3 4 5	<p>Координатно-расточная.</p> <p>1 Центровать, сверлить 8 отв. d_{28} на проход, выдерживая R_{28}.</p> <p>2 Центровать, сверлить 8 отв. d_{29} (под резьбу М6-7Н) на глубину l_{29} выдерживая R_{29}.</p> <p>3 Повернуть стол на 90 град.</p> <p>4 Центровать, сверлить отв. d_{30} под резьбу М16х1,5-7Н на проход, выдерживая размер l_{30}.</p> <p>5 Цековать d_{31} выдерживая l_{31} и l_{30} по чертежу.</p>	

6. Расчет припусков на обработку

6.1. Расчет припусков и технологических размеров поверхности Ø110f7.

Расчет припусков на обработку поверхности Ø110f7_(-0,071/-0,036) ведем путем составления *табл.6.1*, в которую последовательно записываем технологический маршрут обработки поверхности и все значения элементов припуска.

Таблица 6.1.

Технологические переходы обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2z_{\min}$, мкм	Принятый размер d_p , мм	Допуск Т, мкм	Предельный расчетный размер, мм	
	R_z	T	ρ	ε				d_{\min}	d_{\max}
Поверхность Ø110f7_(-0,071/-0,036)									
Заготовка – прокат сортовой (h16)	150	150	252			Не требуется определ.			
Обтачивание:									
Черновое (h12)	50	50	15	0	2·922	110,8h12	350	110,5	111,38
Чистовое (f7)	6,4	15	10	0	2·275	110f7	35	109,92	109,96
Поверхность Ø90H7^(+0,035)									
Сверление (H14)	40	60	13	0	-	50H14			
Растачивание:									
Черновое (H11)	20	25	1	0	2·326	89,46H11	220	89,46	89,68
Чистовое (H7)	3,2	2,5	10	0	2·160	90H7	35	90	90,035
Поверхность Ø10H7^(+0,015)									
Сверление (H14)	40	60	13	0	-	8H14	430	8,91	9,34
Растачивание:									
Черновое (H11)	20	25	1	0	2·326	9,6H11	90	9,6	9,69
Чистовое (H7)	3,2	2,5	10	0	2·160	10H7	15	10	10,015

Расчет минимальных значений припусков для поверхностей типа «тело вращения» производим, пользуясь основной формулой (учитывая малую вероятность совпадения направлений погрешности заготовки из-за коробления ρ_{i-1} и погрешности установки ε_i):

$$2z_{\min i} = 2 \cdot \left(R_{zi-1} + T_{\partial i-1} + \sqrt{(\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2)} \right), \quad (6.1)$$

где: $2z_{\min i}$ – минимальный припуск на диаметр для рассматриваемой обработки, мкм; R_{zi-1} – шероховатость поверхности после предыдущей обработки, мкм; $T_{\partial i-1}$ – толщина дефектного слоя после предыдущей обработки, мкм; ρ_{i-1} – погрешность заготовки из-за коробления после предыдущей обработки, мкм; ε_i – погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки).

Расчет минимальных значений припусков для тел вращения можно производить и с учетом совпадения направлений ρ_{i-1} и ε_i :

$$2z_{\min i} = 2 \cdot (R_{zi-1} + T_{\partial i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i), \quad (6.2)$$

Суммарное значение R_z и T_{∂} характеризующее качество поверхности заготовок из проката определяем по табл.27 [4, стр. 66]. Для каждого последующего технологического перехода эти значения определяем по табл.29 [4, стр. 67].

Суммарное отклонение пространственных отклонений ρ определяем по формуле:

$$\rho = \sqrt{(\rho_v^2 + \rho_k^2)}, \quad (6.3)$$

где: ρ_k – погрешность зацентровки заготовки; ρ_v – погрешность заготовки по кривизне.

Погрешность заготовки по смещению определяется из табл.31 [4, стр.69]:
 $\rho_k = 0,25 \text{ мм} = 250 \text{ мкм}$

Погрешность заготовки по кривизне определяется произведением длины заготовки ℓ на удельную кривизну $\Delta_{к,к}$ зависящую от метода получения заготовки на предыдущей операции. Удельная кривизна Δ_k определяется из табл.32 [4, стр.72].

$$\rho_k = \Delta_k \times \ell = 0,50 \cdot 68 = 34 \text{ мкм.}$$

Суммарное отклонение погрешности по кривизне и зацентровке:

$$\rho = \sqrt{(250^2 + 34^2)} = 252,3 \text{ мкм} \approx 252 \text{ мкм}$$

Остаточное пространственное отклонение заготовки после проката $\rho_{\text{ост}} = 252 \text{ мкм}$.

После этого находим величину остаточного пространственного отклонения после обтачивания через коэффициент остаточного коробления по эмпирической зависимости [4, стр.74]:

$$\text{черновое точение: } \rho_{\text{ост}} = 0,06 \times 252 = 15 \text{ мкм};$$

$$\text{чистовое точение: } \rho_{\text{ост}} = 0,04 \times 252 = 10 \text{ мкм}.$$

Погрешность установки заготовки на выполняемом переходе зависит только от погрешности закрепления (погрешности базирования нет). Погрешность закрепления определяем по таблице 4.10 [1, с.76]:

$$\text{черновое точение: } \varepsilon = 370 \text{ мкм};$$

$$\text{черновое точение: } \varepsilon = 160 \text{ мкм};$$

Для детали «Корпус» определяем минимальный припуск по уравнению (6.1) для обработки поверхности $\varnothing 110f7_{(-0,071/-0,036)}$:

Черновое:

$$2 \times z_{i \min} = 2 \cdot (R_{z_{i-1}} + T_{z_{i-1}} + \sqrt{(\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2)}) = 2 \times (150 + 150 + \sqrt{252^2 + 370}) = 1105 \text{ мкм},$$

Чистовое:

$$2 \times z_{i \min} = 2 \cdot (R_{z_{i-1}} + T_{z_{i-1}} + \sqrt{(\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2)}) = 2 \times (50 + 50 + \sqrt{15^2 + 160}) = 239 \text{ мкм},$$

Для увеличения надежности обработки поверхностей для детали «Корпус» определяем минимальный припуск по уравнению (6.2) при обработке поверхности $\varnothing 110f7_{(-0,071/-0,036)}$:

Черновое:

$$2 \times z_{i \min} = 2(R_{z_{i-1}} + T_{\text{def } i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i) = 2 \times (150 + 150 + 252 + 370) = 2 \times 922 = 1844 \text{ мкм},$$

Чистовое:

$$2 \times z_{i \min} = 2(R_{z_{i-1}} + T_{\text{def } i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i) = 2 \times (50 + 50 + 15 + 160) = 2 \times 275 = 550 \text{ мкм},$$

Результаты расчетов по уравнению (6.2) заносим в табл. 6.1.

Расчет технологических размеров определяем из размерного анализа технологического процесса обработки, для чего составляем размерные цепи.

Расчетная схема для определения диаметральных технологических размеров представлена на рисунке 6.1:

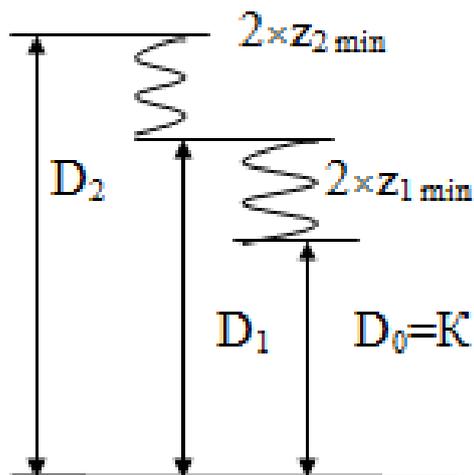


Рис. 6.1. Размерные цепи для расчета технологических размеров при обработке *наружной* поверхности $\text{Ø}110\text{f}7_{(-0,071/-0,036)}$.

Технологический размер A_1 должен быть равен конструкторскому K , т.е.:

$D_0 = K = \text{Ø}110\text{f}7_{(-0,071/-0,036)}$ мм – *принятый технологический размер*, получаемый после шлифования наружной поверхности (по 7 качеству).

1. Находим технологический размер D_1 (диаметр заготовки под чистовое точение), используя размерную цепь:

$$2z_{1\min} = D_{1\min} - D_{0\max};$$

$$D_{1\min} = D_{0\max} + 2z_{1\min} = 109,96 + 0,55 = 110,514 \text{ мм};$$

$$D_{1\max} = D_{1\min} + T D_1 = 110,514 + 0,35 = 110,86 \text{ мм};$$

$$D_{1\text{расч}} = 110,86_{-0,35} \text{ мм}$$

Считаем величину наибольшего припуска при чистовом точении:

$$2z_{1\max} = D_{1\max} - D_{0\min} = 111,86 - 110,514 = 0,35 \text{ мм}.$$

2. Находим технологический размер D_2 (диаметр заготовки под черновое точение), используя размерную цепь:

$$2z_{2\min} = D_{2\min} - D_{1\max};$$

$$D_{2\min} = D_{1\max} + 2z_{2\min} = 110,86 + 1,84 = 112,7 \text{ мм};$$

$$D_{2\max} = D_{2\min} + T D_2 = 112,7 + 0,87 = 113,57 \text{ мм};$$

$$D_{2\text{расч}} = 113,57_{-0,87} \text{ мм}$$

Считаем величину наибольшего припуска при черновом точении:

$$2z_{2\max} = D_{2\max} - D_{1\min} = 113,57 - 110,514 = 3,056 \text{ мм.}$$

Глубину резания рассчитываем по формуле: $t = 2z/2$.

Тогда наибольшая возможная глубина резания t_{\max} (необходима для расчета наибольшей возможной силы резания):

$$t_{\max} = 2z_{\max}/2 = 3,056/2 = 1,528 \text{ мм.}$$

Наименьшая глубина резания:

$$t_{\min} = 2z_{\min}/2 = 1,84/2 = 0,92 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания $t_{\text{ср}}$ (необходима для расчета скорости резания):

$$t_{\text{ср}} = (t_{\max} + t_{\min})/2 = (1,528 + 0,92)/2 = 1,224 \text{ мм.}$$

6.2. Расчет припусков и технологических размеров поверхности Ø90Н7.

Расчет припусков на обработку поверхности Ø90Н7^(+0,035) ведем путем составления табл. 6.1, в которую последовательно записываем технологический маршрут обработки поверхности и все значения элементов припуска.

Находим величину остаточного пространственного отклонения после сверления заготовки [4, стр. 70]:

$$\rho_{\text{ост}} = \sqrt{C_0^2 + (\Delta_y \times \ell)^2} = \sqrt{15^2 + (1,7 \times 68)^2} = 116 \text{ мкм}$$

Величина остаточного пространственного отклонения *после растачивания*:

$$\rho_{\text{ост}} = 0,04 \times 116 = 5 \text{ мкм.}$$

Так как заготовка крепится в универсальном трёхкулачковом самоцентрирующем патроне, то определяем погрешность установки по формуле:

$$\varepsilon_i = \sqrt{(\varepsilon_{\theta}^2 + \varepsilon_s^2)} = \varepsilon_s = 110 \text{ мкм,}$$

где погрешность базирования $\varepsilon_{\theta} \rightarrow 0$ (т.к. при установке заготовки в приспособление технологическая база совпадает с конструкторской); погрешность закрепления в универсальном трёхкулачковом самоцентрирующем патроне $\varepsilon_s = 110$ мкм.

Расчет минимальных значений припусков производим, пользуясь основной формулой (4.2).

Растачивание черновое:

$$2 \times z_{i\min} = 2(Rz_{i-1} + T_{\text{def},i+1} + \rho_{i+1} + \varepsilon_i) = 2 \times (40 + 60 + 116 + 110) = 2 \times 326 = 652 \text{ мкм,}$$

Растачивание чистовое:

$$2 \times z_{i\min} = 2(Rz_{i-1} + T_{\text{def},i+1} + \rho_{i+1} + \varepsilon_i) = 2 \times (20 + 25 + 5 + 110) = 2 \times 160 = 320 \text{ мкм.}$$

Результаты расчетов по уравнению заносим в табл. 6.1.

Расчет технологических размеров определяем из размерного анализа технологического процесса обработки, для чего составляем размерные цепи.

Расчетная схема для определения диаметральных технологических размеров представлена на рисунке 6.2:

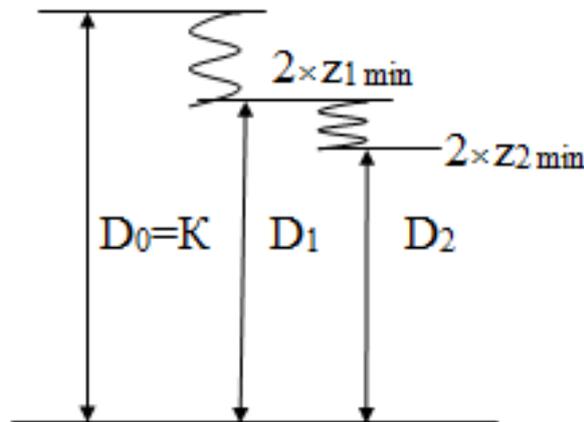


Рис. 6.2. Размерные цепи для расчета технологических размеров при обработке *внутренней* поверхности $\text{Ø}90\text{H}7^{(+0,035)}$.

Технологический размер A_1 должен быть равен конструкторскому K , т.е.:

$$D_0 = K = \text{Ø}90\text{H}7^{(+0,035)} \text{ мм} - \text{принятый технологический размер,}$$

получаемый после растачивания внутренней поверхности.

1. Находим технологический размер D_1 (диаметр отверстия перед чистовым растачиванием), используя размерную цепь:

$$D_{1\max} = D_{0\min} - 2z_{1\min} = 90 - 0,32 = 89,68 \text{ мм};$$

$$D_{1\min} = D_{1\max} - T_{D_1} = 89,68 - 0,22 = 89,46 \text{ мм};$$

$$D_{1\text{ расч}} = 89,46^{+0,22} \text{ мм.}$$

Считаем величину наибольшего припуска при чистовом точении:

$$2z_{1\max} = D_{0\max} - D_{1\min} = 90,035 - 89,46 = 0,575 \text{ мм.}$$

Глубину резания рассчитываем по формуле: $t = 2z/2$.

Тогда наибольшая возможная глубина резания t_{\max} (необходима для расчета наибольшей возможной силы резания):

$$t_{\max} = 2z_{\max}/2 = 0,575/2 = 0,29 \text{ мм.}$$

Наименьшая глубина резания:

$$t_{\min} = 2z_{\min}/2 = 0,32/2 = 0,16 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания t_{cp} (необходима для расчета скорости резания):

$$t_{cp} = (t_{max} + t_{min}) / 2 = (0,29 + 0,16) / 2 = 0,23 \text{ мм.}$$

2. Находим технологический размер D_2 (диаметр отверстия перед черновым растачиванием), используя размерную цепь:

$$D_{2max} = D_{1min} - 2z_{2min} = 89,46 - 0,652 = 88,81 \text{ мм;}$$

$$D_{2min} = D_{2max} - T D_2 = 88,81 - 0,87 = 87,94 \text{ мм;}$$

$$D_{2расч} = 87,94^{(+0,87)} \text{ мм.}$$

Пересчитываем величину наибольшего припуска при черновом растачивании:

$$2z_{2max} = D_{1max} - D_{2min} = 89,68 - 87,94 = 1,74 \text{ мм.}$$

Глубину резания рассчитываем по формуле: $t = 2z/2$.

Тогда наибольшая возможная глубина резания t_{max} (необходима для расчета наибольшей возможной силы резания):

$$t_{max} = 2z_{max}/2 = 1,74 / 2 = 0,87 \text{ мм.}$$

Наименьшая глубина резания:

$$t_{min} = 2z_{min}/2 = 0,652 / 2 = 0,326 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания t_{cp} (необходима для расчета скорости резания):

$$t_{cp} = (t_{max} + t_{min}) / 2 = (0,87 + 0,33) / 2 = 0,6 \text{ мм.}$$

6.3. Расчет припусков и технологических размеров поверхности $\text{Ø}10\text{H}7$.

Расчет припусков на обработку поверхности $\text{Ø}10\text{H}7^{(+0,015)}$ ведем путем составления табл. 6.1, в которую последовательно записываем технологический маршрут обработки поверхности и все значения элементов припуска.

Находим величину остаточного пространственного отклонения после сверления заготовки [4, стр 70]:

$$\rho_{ост} = \sqrt{(C_0^2 + (\Delta_y \times \ell)^2)} = \sqrt{(15^2 + (1,7 \times 68)^2)} = 116 \text{ мкм}$$

Величина остаточного пространственного отклонения **после растачивания**:

$$\rho_{ост} = 0,04 \times 116 = 5 \text{ мкм.}$$

Так как заготовка крепится в универсальном трёхкулачковом самоцентрирующем патроне, то определяем погрешность установки по формуле:

$$\varepsilon_i = \sqrt{(\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2)} = \varepsilon_3 = 110 \text{ мкм,}$$

где погрешность базирования $\varepsilon_b \rightarrow 0$ (т.к. при установки заготовки в приспособление технологическая база совпадает с конструкторской); погрешность закрепления в универсальном трёхкулачковом самоцентрирующем патроне $\varepsilon_3 = 110$ мкм.

Расчет минимальных значений припусков производим, пользуясь основной формулой (6.2).

Растачивание черновое:

$$2 \times z_{i \min} = 2(Rz_{i-1} + T_{\text{def } i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i) = 2 \times (40 + 60 + 116 + 110) = 2 \times 326 = 652 \text{ мкм},$$

Растачивание чистовое:

$$2 \times z_{i \min} = 2(Rz_{i-1} + T_{\text{def } i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i) = 2 \times (20 + 25 + 5 + 110) = 2 \times 160 = 320 \text{ мкм}.$$

Результаты расчетов по уравнению заносим в табл. 6.1.

Расчет технологических размеров определяем из размерного анализа технологического процесса обработки, для чего составляем размерные цепи.

Расчетная схема для определения диаметральных технологических размеров представлена на рисунке 6.3:

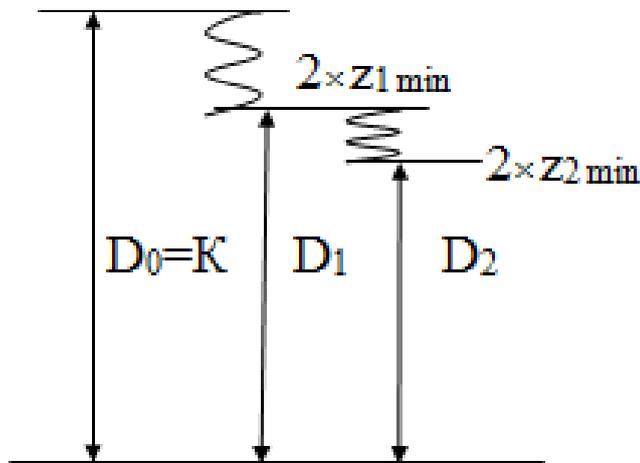


Рис. 6.3. Размерные цепи для расчета технологических размеров при обработке *внутренней* поверхности $\text{Ø}10\text{H}7^{(+0,015)}$.

Технологический размер A_1 должен быть равен конструкторскому K , т.е.:
 $D_0 = K = \text{Ø}10\text{H}7^{(+0,015)}$. мм – *принятый технологический размер*, получаемый после растачивания внутренней поверхности.

1. Находим технологический размер D_1 (диаметр отверстия перед чистовым растачиванием), используя размерную цепь:

$$D_{1\max} = D_{0\min} - 2z_{1\min} = 10,015 - 0,32 = 9,69 \text{ мм};$$

$$D_{1\min} = D_{1\max} - T D_1 = 9,69 - 0,09 = 9,6 \text{ мм};$$

$$D_{1\text{ расч}} = 9,6^{(+0,09)} \text{ мм.}$$

Считаем величину наибольшего припуска при чистовом точении:

$$2z_{1\max} = D_{0\max} - D_{1\min} = 10,015 - 9,6 = 0,415 \text{ мм.}$$

Глубину резания рассчитываем по формуле: $t = 2z/2$.

Тогда наибольшая возможная глубина резания t_{\max} (необходима для расчета наибольшей возможной силе резания):

$$t_{\max} = 2z_{\max}/2 = 0,415 / 2 = 0,21 \text{ мм.}$$

Наименьшая глубина резания:

$$t_{\min} = 2z_{\min}/2 = 0,32 / 2 = 0,16 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания t_{cp} (необходима для расчета скорости резания):

$$t_{cp} = (t_{\max} + t_{\min}) / 2 = (0,21 + 0,16) / 2 = 0,19 \text{ мм.}$$

2. Находим технологический размер D_2 (диаметр отверстия перед черновым растачиванием), используя размерную цепь:

$$D_{2\max} = D_{1\min} - 2z_{2\min} = 9,6 - 0,652 = 8,948 \text{ мм};$$

$$D_{2\min} = D_{2\max} - T D_2 = 8,948 - 0,36 = 8,33 \text{ мм};$$

$$D_{2\text{ расч}} = 8,58^{(+0,36)} \text{ мм.}$$

Т.к. D_2 обеспечивается сверлением, то исходя из номенклатуры выпускаемых диаметров сверл, **принимаем диаметр** : $D_2 = 8^{(+0,43)} \text{ мм.}$

Пересчитываем величины наименьшего и наибольшего припуска при черновом растачивании:

$$2z_{2\min} = D_{1\min} - D_{2\max} = 9,6 - 8,948 = 0,65 \text{ мм};$$

$$2z_{2\max} = D_{1\max} - D_{2\min} = 9,69 - 8,33 = 1,36 \text{ мм.}$$

Глубину резания рассчитываем по формуле: $t = 2z/2$.

Тогда наибольшая возможная глубина резания t_{\max} (необходима для расчета наибольшей возможной силе резания):

$$t_{\max} = 2z_{\max}/2 = 1,36 / 2 = 0,68 \text{ мм.}$$

Наименьшая глубина резания:

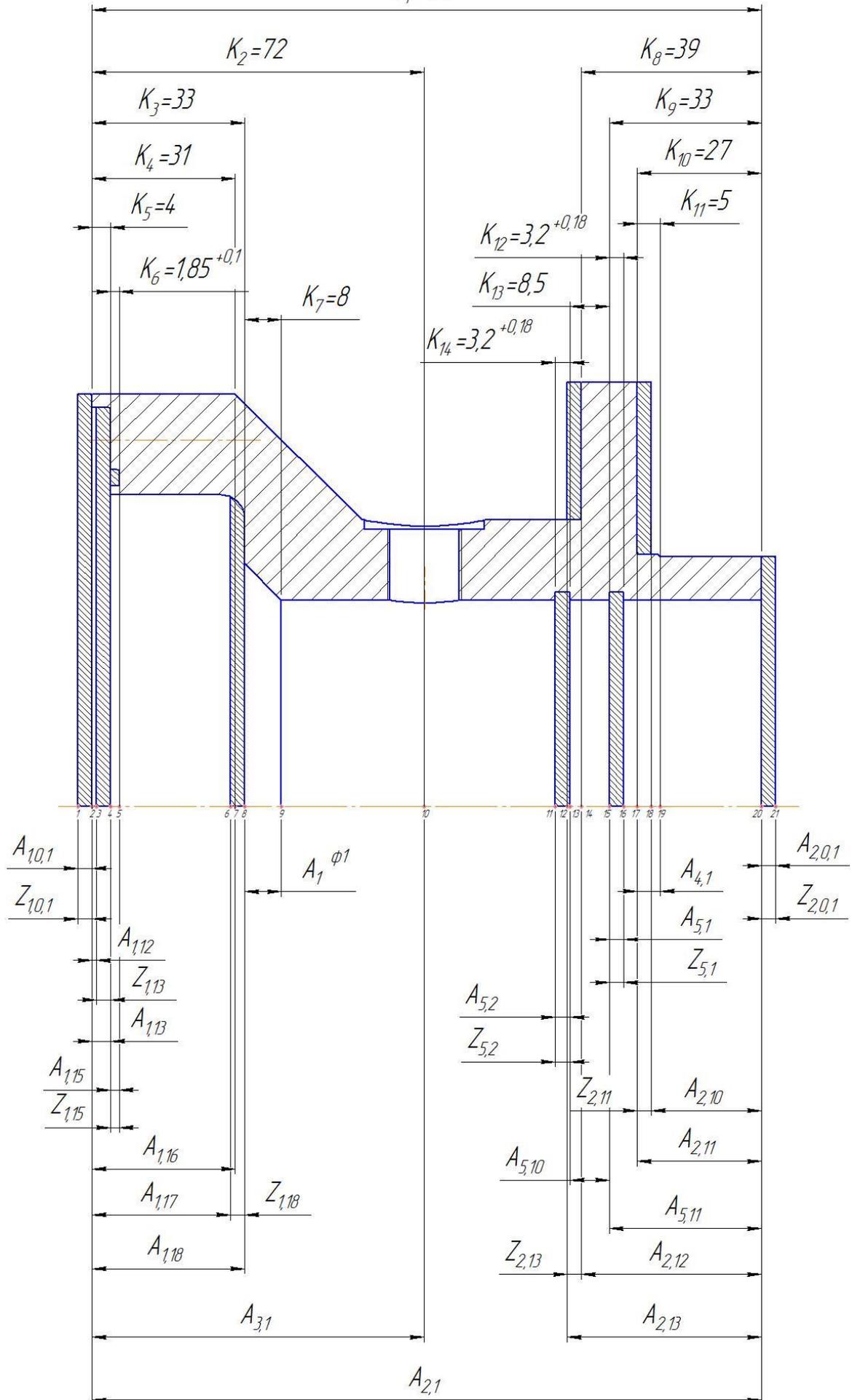
$$t_{\min} = 2z_{\min}/2 = 0,652 / 2 = 0,326 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания t_{cp} (необходима для расчета скорости резания):

$$t_{cp} = (t_{\max} + t_{\min}) / 2 = (0,68 + 0,326) / 2 = 0,5 \text{ мм.}$$

7 Размерный анализ техпроцесса.

$$K_1 = 145$$



8 Расчет режимов резания.

При назначении элементов режимов резания учитывают характер обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования.

Рассчитаем режимы резания для обработки детали «Корпус». Элементы режима резания обычно устанавливают в порядке, указанном ниже.

Расчет режимов резания по эмпирическим зависимостям проводим для токарных с ЧПУ, токарной (чистовой) и координатно-расточной (сверление отверстия) операций.

8.1. Выполняем расчёт для 025 операции и первого перехода (точение наружной поверхности Ø11Н12 начерно) последовательно по пунктам:

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 116] – Т15К6.

1. Глубина резания: $t = z_{1.1} = 2,5$ мм.

2. Подача по табл. 11 [2, Т.2, стр.266] для данной глубины резания 0,2 мм/об, с учётом имеющихся подач на станке принимаем:

$$S_{1.1} = 0,2 \text{ мм/об.}$$

3. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 60$ мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ – определены по табл. 17 [2, Т.2, стр.269].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{Mv} * K_{Пv} * K_{Иv},$$

где K_{Mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{Пv}$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{Иv}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл. 1,5,6 [2, Т.2, стр.261]:

$$K_{Mv} = 1,0; K_{Пv} = 0,9; K_{Иv} = 1.$$

$$K_v = K_{Mv} * K_{Пv} * K_{Иv} = 1 * 0,9 * 1 = 0,9.$$

Скорость резания, формула (6):

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v = \frac{350}{60^{0,2} * 2,5^{0,15} * 0,2^{0,35}} * 0,9 = 240 \text{ м / мин.}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 * V / (\pi * d) = 1000 * 240 / (3,14 * 111) = 688 \text{ об/мин.}$$

5. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{ф} = 800 \text{ об/мин.}$$

6. Фактическая скорость резания:

$$V = \pi * d * n_{ф} / 1000 = 3,14 * 111 * 800 / 1000 = 278,832 \text{ м/мин.}$$

7. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_x = 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p.$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$ – определены по табл. 22 [2, Т.2, стр.273].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} * K_{\varphi P} * K_{\gamma P} * K_{\lambda P} * K_{r P},$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По табл. 9 [2, Т.2, стр.264], 23 [2, Т.2, стр.275]:

$$K_{MP} = 0,845; K_{\varphi P} = 1,0; K_{\gamma P} = 1,0; K_{\lambda P} = 1,0; K_{r P} = 1,0$$

$$K_p = K_{MP} * K_{\varphi P} * K_{\gamma P} * K_{\lambda P} * K_{r P} = 0,845 * 1,0 * 1,0 * 1,0 * 1,0 = 0,845$$

Главная составляющая силы резания, форм:

$$P_x = 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p = 10 * 300 * 1,06^1 * 0,5^{0,75} * 130,6^{-0,15} * 0,845 = 769,34 \text{ Н.}$$

8. Мощность резания:

$$N = P_x * V / (1000 * 60) = 769,34 * 278,8 / (1000 * 60) = 3,57 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка СKE6180Z – 15 кВт, она достаточна для выполнения операции.

8.2. Выполняем расчёт для 035 операции и третьего перехода (расточивание поверхности Ø90Н7 начисто) последовательно по пунктам:

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 116] – Т15К6.

1. Глубина резания: $t=0,5$ мм.

2. Подача по табл. 12 [2, Т.2, стр.267] для данной глубины резания $0,12$ мм/об, с учётом имеющихся подач на станке принимаем:

$$S_{1.1} = 0,12 \text{ мм/об.}$$

3. Скорость резания определяется по формуле:

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

Где $K=0,9$ – поправочный коэффициент.

Период стойкости инструмента принимаем: $T=60$ мин.

Значения коэффициентов: $C_v=420$; $m=0,2$; $x=0,15$; $y=0,20$ – определены по табл. 17 [2, Т.2, стр.269].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{Mv} * K_{Пv} * K_{Иv},$$

где K_{Mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{Пv}$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{Иv}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл. 1,5,6 [2, Т.2, стр.261]:

$K_{Mv} = 0,9$; $K_{Пv} = 1$; $K_{Иv} = 1$.

$$K_v = K_{Mv} * K_{Пv} * K_{Иv} = 0,9 * 1 * 1 = 0,9$$

Скорость резания, формула (6):

$$V = \frac{C_v}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_v = \frac{420}{60^{0,2} \times 0,5^{0,15} \times 0,12^{0,20}} \times 0,9 \times 0,9 = 250 \text{ м/мин.}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 * V / (\pi * d) = 1000 * 250 / (3,14 * 90) = 884,6 \text{ об/мин.}$$

5. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{ф} = 1000 \text{ об/мин.}$$

6. Фактическая скорость резания:

$$V = \pi * d * n_{\phi} / 1000 = 3,14 * 90 * 1000 / 1000 = 282,6 \text{ м/мин.}$$

7. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_x = 10 * C_p * t^x * S_y * V^n * K_p,$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$ – определены по табл. 22 [2, Т.2, стр.273].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} * K_{\phi P} * K_{\gamma P} * K_{\lambda P} * K_{r P},$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По табл. 9 [2, Т.2, стр.264], 23 [2, Т.2, стр.275]:

$$K_{MP} = 0,845; K_{\phi P} = 1,0; K_{\gamma P} = 1,0; K_{\lambda P} = 1,0; K_{r P} = 1,0$$

$$K_p = K_{MP} * K_{\phi P} * K_{\gamma P} * K_{\lambda P} * K_{r P} = 0,845 * 1,0 * 1,0 * 1,0 * 1,0 = 0,845$$

Главная составляющая силы резания, форм. (7):

$$P_x = 10 * C_p * t^x * S_y * V^n * K_p = 10 * 300 * 0,938^1 * 0,08^{0,75} * 50,24^{-0,15} * 0,845 = 198,77 \text{ Н.}$$

8. Мощность резания:

$$N = P_x * V / (1000 * 60) = 198,77 * 282,6 / (1000 * 60) = 0,93 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка СУ580 – 7,5 кВт, она достаточна для выполнения операции.

8.2. Выполняем расчёт для 050 операции и первого перехода (сверление отверстия Ø11) последовательно по пунктам:

Материал сверла – быстрорежущая сталь Р6М5.

1. Глубина резания: $t = 0,5 * D = 0,5 * 11 = 5,5 \text{ мм.}$

2. Подача по табл. 25 [2, Т.2, стр.277]: $0,16 \text{ мм/об.}$, но с учётом имеющихся подач на станке принимаем:

$$S = 0,18 \text{ мм/об.}$$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v * D^q}{T^m * S^y} * K_v,$$

Период стойкости инструмента принимаем по табл. 30 [2, Т.2, стр.279]: $T = 25 \text{ мин.}$

Значения коэффициентов: $C_v = 7,0$; $q = 0,4$; $m = 0,2$; $y = 0,7$ – определены по табл. 28 [2, Т.2, стр.278].

Коэффициент K_v :

$$K_V = K_{M_V} * K_{M_V} * K_{M_V},$$

где K_{M_V} - коэффициент, учитывающий глубину сверления;

$$K_{M_V} = 1, \quad K_{M_V} = 1;$$

По табл. 31 [2, Т.2, стр. 280]: $K_{M_V} = 0,6$.

$$K_V = K_{M_V} * K_{M_V} * K_{M_V} = 1 * 1 * 0,6 = 0,6.$$

Скорость резания, формула. (8):

$$V = \frac{C_V * D^q}{T^m * S^y} * K_V = \frac{7,0 * 11^{0,4}}{25^{0,2} * 0,18^{0,7}} * 0,6 = 19,5 \text{ м/мин.}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 * V / (\pi * D) = 1000 * 19,5 / (3,14 * 8) = 776 \text{ об/мин.}$$

5. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ф}} = 600 \text{ об/мин.}$$

6. Фактическая скорость резания:

$$V = \pi * D * n_{\text{ф}} / 1000 = 3,14 * 8 * 600 / 1000 = 20,72 \text{ м/мин.}$$

7. Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{\text{кр}} = 10 * C_M * D^q * S^y * K_{\text{ф}}$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ – определены по табл. 32 [2, Т.2, стр. 281].

Коэффициент $K_{\text{ф}}$: $K_{\text{ф}} = K_{M_V} = 1,0$

Крутящий момент, форм. (9):

$$M_{\text{кр}} = 10 * C_M * D^q * S^y * K_{\text{ф}} = 10 * 0,0345 * 8^2 * 0,14^{0,8} * 1 = 4,5 \text{ Н*м.}$$

8. Определяем осевую силу по формуле:

$$P_{\text{о}} = 10 * C_P * D^q * S^y * K_{\text{ф}}$$

Значения коэффициентов: $C_P = 68$; $q = 1$; $y = 0,7$ – определены по табл. 32 [2, Т.2, стр. 281].

Осевая сила:

$$P_{\text{о}} = 10 * C_P * D^q * S^y * K_{\text{ф}} = 10 * 68 * 8^1 * 0,14^{0,7} * 1,0 = 1372 \text{ Н.}$$

9. Мощность резания:

$$N = M_{\text{кр}} * n_{\text{ф}} / 9750 = 4,5 * 600 / 9750 = 0,28 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка 2Е450 – 4,5 кВт, она достаточна для выполнения операции.

9. Расчет норм времени.

9.1. Расчет основного времени.

Основное время определяем по формуле:

$$t_0 = L \times i / (n \times S), \text{ мин} \quad (9.1)$$

где L – расчётная длина обработки, мм;

i – число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_B + l_{CX} + l_{ПД}, \quad (9.2)$$

где l – размер детали на данном переходе, мм;

l_B – величина врезания инструмента, мм;

l_{CX} – величина схода инструмента, мм;

$l_{ПД}$ – величина подвода инструмента, мм.

Принимаем: $l_{CX} = l_{ПД} = 1$ мм.

Величина врезания инструмента:

$$l_B = t / \operatorname{tg} \varphi, \quad (9.3)$$

где t – глубина резания, мм;

φ – угол в плане.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$t_0 = (l + t / \operatorname{tg} \varphi + l_{CX} + l_{ПД}) \times i / (n \times S), \quad (9.4)$$

010 Токарная с ЧПУ:

Переход 1:

$$t_0 = (l + l_{ПД}) \times i / (n \times S) = (90 + 1) \times 1 / (200 \times 0,12) = 3,79 \text{ мин.}$$

Переход 2:

$$t_0 = (l + t / \operatorname{tg} \varphi + l_{CX} + l_{ПД}) \times i / (n \times S) = (3 + 1,5 / \operatorname{tg} 60^\circ + 2) \times 1 / (800 \times 0,2) = 0,08 \text{ мин.}$$

Переход 3:

$$t_0 = (l + t / \operatorname{tg} \varphi + l_{CX} + l_{ПД}) \times i / (n \times S) = (40 + 2 / \operatorname{tg} 60^\circ + 2) \times 1 / (800 \times 0,2) = 0,7 \text{ мин.}$$

Переход 4:

$$t_0 = (1 + t/tg \varphi + l_{СХ} + l_{ПД}) \times i / (n \times S) = (75 + 2/tg 60^0 + 2) \times 9 / (800 \times 0,2) = 4,33 \text{ мин.}$$

Основное время данной операции $t_0 = 8,9$ мин.

015 Токарная с ЧПУ:

Переход 1:

$$t_0 = (l + l_{ПД}) \times i / (n \times S) = (1,5 + 1) \times 1 / (800 \times 0,2) = 0,016 \text{ мин.}$$

Переход 2:

$$t_0 = (l + l_{ПД}) \times i / (n \times S) = (45 + 1) \times 1 / (200 \times 0,12) = 1,91 \text{ мин.}$$

Переход 3:

$$t_0 = (1 + t/tg \varphi + l_{СХ} + l_{ПД}) \times i / (n \times S) = (106 + 2/tg 60^0 + 2) \times 3 / (800 \times 0,2) = 2,025 \text{ мин.}$$

Переход 4:

$$t_0 = (l + l_{ПД}) \times i / (n \times S) = (105 + 1) \times 9 / (800 \times 0,2) = 5,96 \text{ мин.}$$

Переход 5:

$$t_0 = (l + l_{ПД}) \times i / (n \times S) = (33 + 1) \times 12 / (800 \times 0,08) = 2,55 \text{ мин.}$$

Переход 6:

$$t_0 = (l + l_{ПД}) \times i / (n \times S) = (3,8 + 2) \times 9 / (800 \times 0,2) = 0,327 \text{ мин.}$$

Основное время данной операции $t_0 = 12,788$ мин.

020 Токарная с ЧПУ:

Переход 1:

$$t_0 = (l + l_{ПД}) \times i / (n \times S) = (106 + 1) \times 14 / (800 \times 0,02) = 9,36 \text{ мин.}$$

Основное время данной операции $t_0 = 9,36$ мин.

025 Токарная с ЧПУ:

Переход 1:

$$t_0 = (l + l_{ПД}) \times i / (n \times S) = (27 + 1) \times 18 / (800 \times 0,02) = 3,15 \text{ мин.}$$

Основное время данной операции $t_0 = 3,15$ мин.

030 Токарная (чистовая):

Переход 1:

$$t_0 = (l+l_{\text{ПД}}) \cdot i / (n \cdot S) = (31 + 1) \cdot 1 / (1000 \cdot 0,15) = 0,21 \text{ мин.}$$

Переход 2:

$$t_0 = (l+l_{\text{ПД}}) \cdot i / (n \cdot S) = (10 + 1) \cdot 1 / (1000 \cdot 0,15) = 0,07 \text{ мин.}$$

Переход 3:

$$t_0 = (l+l_{\text{ПД}}) \cdot i / (n \cdot S) = (180 + 1) \cdot 1 / (1000 \cdot 0,12) = 1,508 \text{ мин.}$$

Переход 4:

$$t_0 = (l+l_{\text{ПД}}) \cdot i / (n \cdot S) = (4 + 1) \cdot 1 / (1000 \cdot 0,15) = 0,033 \text{ мин.}$$

Переход 5:

$$t_0 = (l+l_{\text{ПД}}) \cdot i / (n \cdot S) = (1,85 + 1) \cdot 1 / (600 \cdot 0,1) = 0,05 \text{ мин.}$$

Основное время данной операции $t_0 = 1,871$ мин.

035 Токарная (чистовая):

Переход 1:

$$t_0 = (l+l_{\text{ПД}}) \cdot i / (n \cdot S) = (1 + 1) \cdot 1 / (1000 \cdot 0,15) = 0,013 \text{ мин.}$$

Переход 2:

$$t_0 = (l+l_{\text{ПД}}) \cdot i / (n \cdot S) = (27 + 1) \cdot 1 / (1000 \cdot 0,15) = 0,187 \text{ мин.}$$

Переход 3:

$$t_0 = (l+l_{\text{ПД}}) \cdot i / (n \cdot S) = (105 + 1) \cdot 1 / (1000 \cdot 0,15) = 0,71 \text{ мин.}$$

Переход 4:

$$t_0 = (l+l_{\text{ПД}}) \cdot i / (n \cdot S) = (22 + 1) \cdot 1 / (1000 \cdot 0,15) = 0,153 \text{ мин.}$$

Переход 5:

$$t_0 = (l+l_{\text{ПД}}) \cdot i / (n \cdot S) = (3,2 + 1) \cdot 2 / (600 \cdot 0,1) = 0,14 \text{ мин.}$$

Основное время данной операции $t_0 = 1,203$ мин.

045 Координатно-расточная:

Переход 1:

$$t_0 = (1 + l_{\text{ПД}}) \times i / (n \times S) = (15 + 1) \times 1 / (600 \times 0,18) = 0,15 \text{ мин.}$$

Переход 2:

$$t_0 = (1 + l_{\text{ПД}}) \times i / (n \times S) = (28,5 + 1) \times 12 / (600 \times 0,18) = 3,23 \text{ мин.}$$

Основное время данной операции $t_0 = 3,43$ мин.

050 Координатно-расточная:

Переход 1:

$$t_0 = (1 + I_{ПД}) \times i / (n \times S) = (12 + 1) \times 8 / (600 \times 0,18) = 0,96 \text{ мин.}$$

Переход 2:

$$t_0 = (1 + I_{ПД}) \times i / (n \times S) = (12 + 1) \times 8 / (600 \times 0,18) = 0,96 \text{ мин.}$$

Основное время данной операции $t_0 = 1,92$ мин.

9.2.Определение вспомогательного T_B , штучного $T_{шт}$ и штучно-калькуляционного $T_{шт-к}$ времени.

$$T_B = T_{У.С.} + T_{З.О} + T_{УП} + T_{ИЗ}$$

где $T_{У.С.}$ - время установки и снятия детали;

$T_{З.О}$ - время закрепления и открепление детали;

$T_{УП}$ - время на управления станком;

$T_{ИЗ}$ - время на измерение.

$$T_{ШТ} = T_O + T_B + T_{Тех} + T_{Орг} + T_{Ом}$$

где T_O - основное время;

$T_{Тех}$ - время на техническое обслуживание рабочего места;

$T_{Орг}$ - время на организационное обслуживание рабочего места;

$T_{Ом}$ - время на отдых.

$$T_{ШТ-к} = T_{ШТ} + T_{П-з}/n$$

где $T_{П-з}$ - подготовительно-заключительное время;

n – число деталей в пробной партии;

$$n = N / 12 = \frac{360}{12} = 30.$$

Нормативы времени для мелкосерийного производства. По табл. 5 [1,стр.197].

Операция 010.

$$T_B = T_{У.С.} + T_{З.О} + T_{УП} + T_{ИЗ} = 0,38 + 0,188 + 0,34 + 0,64 = 1,548 \text{ мин.}$$

$$T_{ШТ} = T_O + T_B + T_{Тех} + T_{Орг} + T_{Ом} = 4,33 + 1,548 + 3,7 + 0,06 + 0,35 = 9,99 \text{ мин.}$$

$$T_{ШТ-к} = T_{ШТ} + T_{П-з}/n = 9,99 + 25/30 = 10,82 \text{ мин.}$$

Операция 015.

$$T_B = T_{У.С.} + T_{3.0} + T_{УП} + T_{ИЗ} = 0,38 + 0,188 + 0,34 + 0,64 = 1,548 \text{ мин.}$$

$$T_{ШТ} = T_O + T_B + T_{Тех} + T_{Орг} + T_{Ом} = 12,788 + 1,548 + 3,7 + 0,06 + 0,35 = 18,45 \text{ мин.}$$

$$T_{ШТ-К} = T_{ШТ} + T_{П-з}/n = 18,45 + 25/30 = 19,29 \text{ мин.}$$

Операция 020.

$$T_B = T_{У.С.} + T_{3.0} + T_{УП} + T_{ИЗ} = 0,38 + 0,188 + 0,34 + 0,2 = 1,148 \text{ мин.}$$

$$T_{ШТ} = T_O + T_B + T_{Тех} + T_{Орг} + T_{Ом} = 9,36 + 1,148 + 3,7 + 0,06 + 0,35 = 14,62 \text{ мин.}$$

$$T_{ШТ-К} = T_{ШТ} + T_{П-з}/n = 14,62 + 25/30 = 15,46 \text{ мин.}$$

Операция 025.

$$T_B = T_{У.С.} + T_{3.0} + T_{УП} + T_{ИЗ} = 0,38 + 0,188 + 0,34 + 0,2 = 1,148 \text{ мин.}$$

$$T_{ШТ} = T_O + T_B + T_{Тех} + T_{Орг} + T_{Ом} = 3,15 + 1,148 + 3,7 + 0,06 + 0,35 = 8,41 \text{ мин.}$$

$$T_{ШТ-К} = T_{ШТ} + T_{П-з}/n = 8,41 + 25/30 = 9,25 \text{ мин.}$$

Операция 030.

$$T_B = T_{У.С.} + T_{3.0} + T_{УП} + T_{ИЗ} = 0,12 + 0,188 + 5,21 + 0,64 = 6,158 \text{ мин.}$$

$$T_{ШТ} = T_O + T_B + T_{Тех} + T_{Орг} + T_{Ом} = 1,871 + 6,158 + 3,7 + 0,06 + 0,35 = 12,14 \text{ мин.}$$

$$T_{ШТ-К} = T_{ШТ} + T_{П-з}/n = 12,14 + 8/30 = 12,41 \text{ мин.}$$

Операция 035.

$$T_B = T_{У.С.} + T_{3.0} + T_{УП} + T_{ИЗ} = 0,12 + 0,188 + 5,21 + 0,64 = 6,158 \text{ мин.}$$

$$T_{ШТ} = T_O + T_B + T_{Тех} + T_{Орг} + T_{Ом} = 1,203 + 6,158 + 3,7 + 0,06 + 0,35 = 11,47 \text{ мин.}$$

$$T_{ШТ-К} = T_{ШТ} + T_{П-з}/n = 11,47 + 8/30 = 11,71 \text{ мин.}$$

Операция 045.

$$T_B = T_{У.С.} + T_{3.0} + T_{УП} + T_{ИЗ} = 0,98 + 0,87 + 4,32 + 0,42 = 6,59 \text{ мин.}$$

$$T_{ШТ} = T_O + T_B + T_{Тех} + T_{Орг} + T_{Ом} = 3,43 + 6,59 + 2,6 + 0,12 + 0,35 = 13,09 \text{ мин.}$$

$$T_{ШТ-К} = T_{ШТ} + T_{П-з}/n = 13,09 + 8/30 = 13,36 \text{ мин.}$$

Операция 050.

$$T_B = T_{У.С.} + T_{3.0} + T_{УП} + T_{ИЗ} = 0,98 + 0,87 + 4,32 + 0,42 = 6,59 \text{ мин.}$$

$$T_{ШТ} = T_O + T_B + T_{Тех} + T_{Орг} + T_{Ом} = 1,92 + 6,59 + 2,6 + 0,12 + 0,35 = 11,58 \text{ мин.}$$

$$T_{ШТ-К} = T_{ШТ} + T_{П-з}/n = 11,58 + 8/30 = 11,85 \text{ мин.}$$

2. Конструкторский раздел.

2.1. Описание конструкции приспособления

Приспособление рис 2. предназначено для базирования и закрепления детали «Корпус» на координатно-расточной операции (050).

Приспособление состоит из оправки поз.1. Оправка крепится на глобусном столе через 2 винта М16. Оправку выставляют относительно лыски до 0,01 мм. На оправку устанавливают деталь «Корпус». База – $\text{Ø}174\text{H}7$ и отв. $\text{Ø}10\text{H}7$ (под фиксатор поз.3.). Деталь поджимают шайбой поз.2 и затягивают гайкой поз.4, через шпильку поз 5.

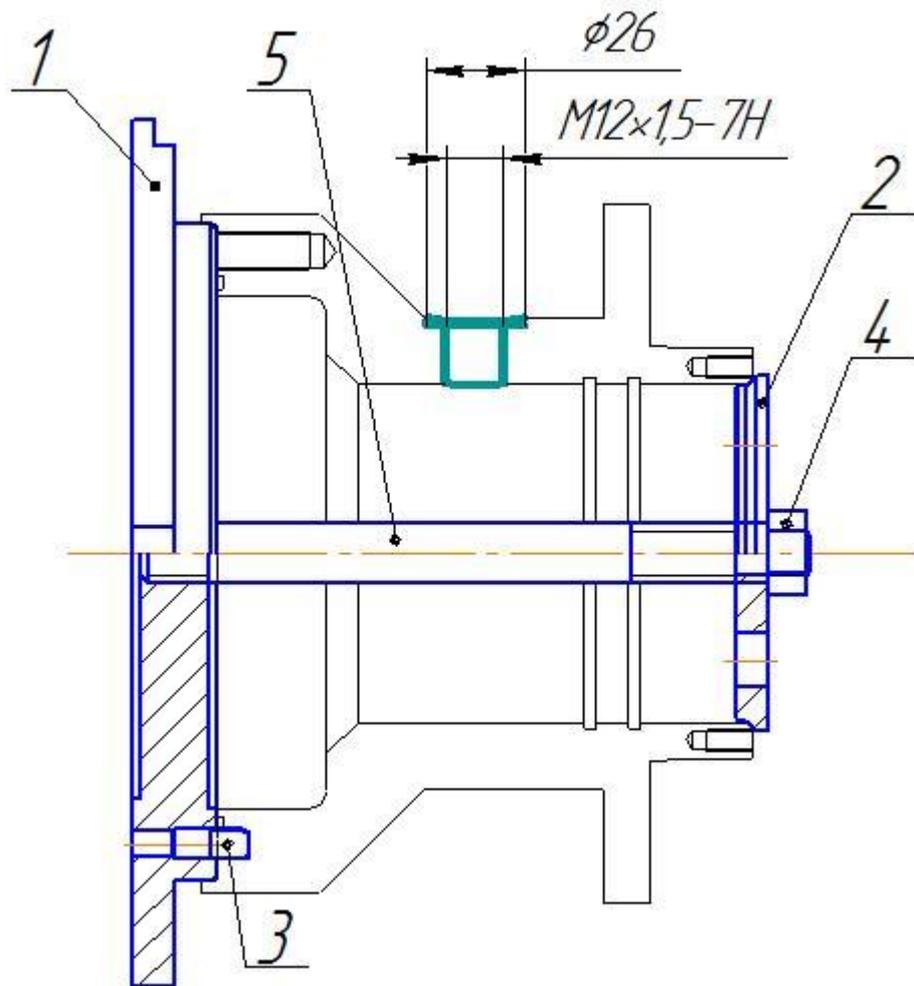


Рисунок 2. Приспособление на координатно-расточную операцию.

2.2 Точностной расчёт приспособления.

На точность обработки влияет ряд технологических факторов, вызывающих общую погрешность обработки, которая не должна превышать допуск δ выполняемого размера при обработке заготовок, т.е. $\varepsilon \leq \delta$

Погрешность изготовления приспособления

$$\varepsilon_{IP} = K_T \sqrt{((K_1 \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_u^2 + \varepsilon_n^2 + (K_2 \omega)^2)}$$

K_T – коэффициент учитывающий отклонения составляющей этой от нормального распределения 1,1;

K_1 – коэффициент учитывающий уменьшение погрешности базирования при работе на настроенном станке; $K_1=0,8-0,85$ станок настроенный;

ε_{δ} – погрешность базирования 0,032 мм;

ε_3 – погрешность закрепления учитывается только в условиях прецизионной обработки 0;

ε_y – погрешность установки приспособления на станке

$$\varepsilon_y = ms/L = 0,03 \cdot 9 / 430 = 0,0006 \text{ мм}$$

$$D = 37 \text{ мм};$$

S – зазор между шпонкой и пазом стола 0,03 мм;

L – расстояние между шпонками 430 мм;

m – обрабатываемый размер $\varnothing 9$ мм;

ε_u – износ установочных элементов приспособления 0;

ε_n – погрешность связанная с перекосом инструмента (кондуктор) 0;

K_2 – коэффициент учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемая факторами независимыми от приспособления 0,6-0,8;

ω – экономическая точность обработки, точность затрат для обеспечения которой для данного способа обработки будут меньше чем при других 0,16.

$$\varepsilon_{ip} = 1,1 \cdot \sqrt{(0,85 \cdot 0,032)^2 + 0 + 0,0006^2 + 0 + 0 + (0,8 \cdot 0,16)^2} = 0,07 = 0,1 \text{ мм}$$

Допуск на заданный диаметр $9^{+0,1}$ составляет 0,1 мм, т.е. выполняется требование $\delta \geq \varepsilon_{ip}$

3. Техничко-экономическое обоснование

Вводная часть.

Целью выполнения данного исследования является оценка экономической эффективности модернизации технологического процесса изготовления детали «Корпус» – путем внедрения более технологического приспособления. Проектирование и изготовление требует привлечения финансовых затрат и трудовых ресурсов, которые должны быть экономически оправданы. Это значит, что экономический эффект от внедрения технологичного приспособления и оборудования на предприятии должен оправдывать затраты на создание и внедрение на предприятии.

Таблица №6

Технологический процесс							
Существующий				Предлагаемый			
№	операция	Разряд рабочег о	T_o мин	№	операция	Разряд рабочего	T_o мин
005	Заготовительная	2	4,6	005	Отрезная	2	4,6
010	Токарная с ЧПУ	5	8,9	010	Токарная с ЧПУ	5	8,9
015	Токарная с ЧПУ	5	12,8	015	Токарная с ЧПУ	5	12,8
020	Токарная	5	10,2	020	Токарная с ЧПУ	5	9,36
025	Токарная		5,6	025	Токарная с ЧПУ		3,15
030	Токарная	4	1,8	030	Токарная	4	1,8
035	Токарная		1,2	035	Токарная		1,2
045	Координатно- сверлильная	2	5,6	045	Координатно- расточная	3	3,4
050	Координатно- сверлильная	2	3,1	050	Координатно- расточная		1,92
ИТОГО			53,8	ИТОГО			47,13

Критерием выбора лучшего варианта технологического процесса являются минимальные суммарные затраты на основную и дополнительную зарплаты, социальные отчисления.

Калькуляция на существующий тех. процесс.

1 Расчет стоимости материала.

Цена материала одного изделия составляет:

$$1) C_m = g_n \cdot Ц_m \text{ руб.};$$

где

g_n – норма расхода материала, кг;

$Ц_m$ – стоимость материала, руб/кг.

$$\tilde{N}_i = 0,7 \cdot 35 = 24,5 \text{ руб.}$$

2) Реализуемые отходы.

Реализуемые отходы определяются зависимостью:

$$C_{отхQ} = (g_n - g) \cdot Ц_{отх};$$

где,

g – вес изделия;

$Ц_{отх}$ – цена отходов;

Цена отходов на одно изделие:

$$\tilde{N}_{i\dot{\delta}\delta} = (g_i - g) \cdot \ddot{O}_{i\dot{\delta}\delta} \cdot Q = (0,7 - 2,85) \cdot 5,32 = 11,5 \text{ руб.}$$

3) Затраты на основные материалы за вычетом отходов.

Затраты на основные материалы за вычетом отходов на единицу изделия составят:

$$\tilde{N}_i^l = C_i - C_{i\dot{\delta}\delta} = 24,5 - 11,5 = 13 \text{ руб.}$$

2. Основная заработная плата производственных рабочих на изделие.

Основная заработная плата производственных рабочих на изделие определится зависимостью:

$$C_z = \sum_{i=1}^m \frac{t_{ni} \cdot C_{\text{ч}}}{60} \cdot K_{\text{TK}} \cdot K_{\text{np}} \cdot K_p;$$

где,

m – количество операций;

$C_{\text{ч}}$ – часовая ставка для первого разряда;

K_{TK} – тарифный коэффициент соответствующего разряда, показывающий во сколько раз оплата труда соответствующего разряда, превосходит оплату труда первого разряда;

K_{np} – коэффициент, учитывающий доплаты ($K_{\text{np}}=1,4$);

K_p – коэффициент, учитывающий районные выплаты ($K_p=1,3$);

$$\tilde{N}_{\xi} = \frac{42,82 \times 8,75}{60} \times 8,62 \cdot 1,4 \cdot 1,3 = 98 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата производственных рабочих на весь объем выпуска составит:

$$\tilde{N}_{\xi Q} = Q \cdot C_{\xi} = 1000 \times 98 = 98000 \text{ тыс. руб.}$$

3. Дополнительная заработная плата.

Дополнительная заработная плата, не связанная с производством.

- оплата труда полагающаяся по закону за не проработанное время, составляет 9% от основной заработной платы.

Дополнительная заработная плата на единицу изделия составит:

$$\tilde{N}_{\text{дир}} = \tilde{N}_{\xi} \cdot \hat{E}_{\text{дир}} = 98 \cdot 0,09 = 8,82 \text{ руб.}$$

4. Отчисления на социальные цели.

Отчисления на социальные цели на одно изделие определяются следующей зависимостью:

$$C_{\text{соц}} = (C_z + C_{\text{дон}}) \cdot K_{\text{соц}};$$

где

$K_{\text{соц}}$ – коэффициент единого социального налога ($K_{\text{соц}}=28,5\%$);

Отчисления на социальные цели на одно изделие составят:

$$\tilde{N}_{\tilde{m}\tilde{o}} = (\tilde{N}_{\zeta} + \tilde{N}_{\tilde{a}\tilde{i}\tilde{i}}) \cdot \hat{E}_{\tilde{m}\tilde{o}} = (98 + 8,82) \cdot 0,285 = 30,44 \text{ руб.}$$

5. Прямые затраты.

Прямые затраты составят:

$$C_{\pi} = C_{\text{м}} + C_{\text{з}} + C_{\text{доп}} + C_{\text{соц}} = 24,5 + 98 + 8,82 + 30,44 = 161,76 \text{ руб.}$$

6. Общепроизводственные расходы.

Общепроизводственные расходы составляют 300% от основной заработной платы:

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{з}} \cdot 300\% = 98 \cdot 3 = 294 \text{ руб.}$$

7. Общая производственная себестоимость.

Производственная себестоимость включает в себя прямые затраты и общепроизводственные расходы

$$C_{\text{о.пр.}} = C_{\pi} + C_{\text{пр}} = 161,76 + 294 = 455,76 \text{ руб.}$$

8. Общезаводские расходы.

Общезаводские расходы составляют 200% от основной зарплаты:

$$C_{\text{о.з.}} = C_{\text{з}} \cdot 200\% = 98 \cdot 2 = 196 \text{ руб.}$$

9. Внеплановые расходы.

Внеплановые расходы составляют 0,9% от производственной себестоимости

$$C_{\text{вн}} = C_{\text{о.пр.}} \cdot 0,9\% = 455,76 \cdot 0,009 = 3,8 \text{ руб.}$$

10. Расходы на продажу.

Расходы на продажу составляют 1% от общей производственной себестоимости и общезаводских расходов.

$$C_{\text{прод}} = (C_{\text{о.пр.}} + C_{\text{о.з.}}) \cdot 1\% = (455,76 + 196) \cdot 0,01 = 8,6 \text{ руб.}$$

11. Полная себестоимость.

$$C_{\text{полн}} = C_{\text{о.пр.}} + C_{\text{о.з.}} + C_{\text{вн}} + C_{\text{прод}} = 455,76 + 196 + 4,1 + 6,51 = 662,37 \text{ руб.}$$

12. Рентабельность.

Рентабельность составляет 10% от полной себестоимости:

$$P = C_{\text{полн}} \cdot 10\% = 662,37 \cdot 0,1 = 66,237 \text{ руб.}$$

13. Оптовая цена.

Оптовая стоимость включает в себя полную себестоимость и прибыль:

$$Ц = C_{\text{полн}} + \text{Пр} = 662,37 + 66,237 = 728,607 \text{ руб.}$$

Результаты расчётов сводим в таблицу 1.

Таблица 1

Наименование статей затрат	Сумма руб. за 1 шт.
1. Основные материалы	15
2. Покупные полуфабрикаты	0,00
3. Основная зарплата производственных рабочих	102
4. Дополнительная зарплата	9,96
5. Единый социальный налог	35,99
6. Прямые затраты	180,79
7. Общепроизводственные расходы	315
8. Общая производственная себестоимость	486
9. Общезаводские расходы	205
10. Внеплановые расходы	3,8
11. Расходы на продажу	8,6
12. Полная себестоимость	696,3
13. Рентабельность	78
14. Оптовая цена	756

Калькуляция на существующий тех. процесс.

1 Расчет стоимости материала.

Цена материала одного изделия составляет:

$$1) C_m = g_n \cdot C_M \text{ руб};$$

где

g_n – норма расхода материала, кг;

C_M – стоимость материала, руб/кг.

$$\tilde{N}_i = 0,7 \cdot 35 = 24,5 \text{ руб.}$$

2) Реализуемые отходы.

Реализуемые отходы определяются зависимостью:

$$C_{отхQ} = (g_n - g) \cdot C_{отх};$$

где,

g – вес изделия;

$C_{отх}$ – цена отходов;

Цена отходов на одно изделие:

$$\tilde{N}_{i\dot{o}\delta} = (g_i - g) \cdot \ddot{O}_{i\dot{o}\delta} \cdot Q = (0,7 - 2,85) \cdot 5,32 = 11,5 \text{ руб.}$$

3) Затраты на основные материалы за вычетом отходов.

Затраты на основные материалы за вычетом отходов на единицу изделия составят:

$$\tilde{N}_i^l = C_i - C_{i\dot{o}\delta} = 24,5 - 11,5 = 13 \text{ руб.}$$

2. Основная заработная плата производственных рабочих на изделие.

Основная заработная плата производственных рабочих на изделие определится зависимостью:

$$C_z = \sum_{i=1}^m \frac{t_{ii} \cdot C_{ч}}{60} \cdot K_{TK} \cdot K_{np} \cdot K_p;$$

где,

m – количество операций;

$C_{ч}$ – часовая ставка для первого разряда;

K_{TK} – тарифный коэффициент соответствующего разряда, показывающий во сколько раз оплата труда соответствующего разряда, превосходит оплату труда первого разряда;

$K_{пр}$ – коэффициент, учитывающий доплаты ($K_{пр}=1,4$);

K_p – коэффициент, учитывающий районные выплаты ($K_p=1,3$);

$$\tilde{N}_\zeta = \frac{34,88 \times 8,75}{60} \times 8,62 \cdot 1,4 \cdot 1,3 = 79,8 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата производственных рабочих на весь объем выпуска составит:

$$\tilde{N}_{\zeta Q} = Q \cdot C_\zeta = 1000 \cdot 79,8 = 79800 \text{ тыс. руб.}$$

3. Дополнительная заработная плата.

Дополнительная заработная плата, не связанная с производством.

- оплата труда полагающаяся по закону за не проработанное время, составляет 9% от основной заработной платы.

Дополнительная заработная плата на единицу изделия составит:

$$\tilde{N}_{\hat{a}i} = \tilde{N}_\zeta \cdot \hat{E}_{\hat{a}i} = 79,8 \cdot 0,09 = 7,182 \text{ руб.}$$

4. Отчисления на социальные цели.

Отчисления на социальные цели на одно изделие определяются следующей зависимостью:

$$C_{соц} = (C_з + C_{дон}) \cdot K_{соц};$$

где

$K_{соц}$ – коэффициент единого социального налога ($K_{соц}=28,5\%$);

Отчисления на социальные цели на одно изделие составят:

$$\tilde{N}_{\hat{m}\hat{o}} = (\tilde{N}_\zeta + \tilde{N}_{\hat{a}i}) \cdot \hat{E}_{\hat{m}\hat{o}} = (79,8 + 7,182) \cdot 0,285 = 24,79 \text{ руб.}$$

5. Прямые затраты.

Прямые затраты составят:

$$C_{п} = C_{м} + C_з + C_{доп} + C_{соц} = 13 + 79,8 + 7,182 + 24,79 = 124,77 \text{ руб.}$$

6. Общепроизводственные расходы.

Общепроизводственные расходы составляют 300% от основной заработной платы:

$$C_{\text{пр}} = C_3 \cdot 300\% = 79,8 \cdot 3 = 239,4 \text{ руб.}$$

7. Общая производственная себестоимость.

Производственная себестоимость включает в себя прямые затраты и общепроизводственные расходы.

$$C_{\text{о.пр.}} = C_{\text{п}} + C_{\text{пр}} = 124,77 + 239,4 = 364,17 \text{ руб.}$$

8. Общезаводские расходы.

Общезаводские расходы составляют 200% от основной зарплаты:

$$C_{\text{о.з.}} = C_3 \cdot 200\% = 79,8 \cdot 2 = 159,6 \text{ руб.}$$

9. Внеплановые расходы.

Внеплановые расходы составляют 0,9% от производственной себестоимости:

$$C_{\text{вн}} = C_{\text{о.пр.}} \cdot 0,9\% = 364,17 \cdot 0,009 = 3,12 \text{ руб.}$$

10. Расходы на продажу.

Расходы на продажу составляют 1% от общей производственной себестоимости и общезаводских расходов:

$$C_{\text{прод}} = (C_{\text{о.пр.}} + C_{\text{о.з.}}) \cdot 1\% = (364,17 + 159,6) \cdot 0,01 = 5,04 \text{ руб.}$$

11. Полная себестоимость.

$$C_{\text{полн}} = C_{\text{о.пр.}} + C_{\text{о.з.}} + C_{\text{вн}} + C_{\text{прод}} = 364,17 + 159,6 + 3,27 + 5,05 = 512,3 \text{ руб.}$$

12. Рентабельность.

Рентабельность составляет 10% от полной себестоимости:

$$P = C_{\text{полн}} \cdot 10\% = 512,3 \cdot 0,1 = 51,3 \text{ руб.}$$

13. Оптовая цена.

Оптовая стоимость включает в себя полную себестоимость и прибыль:

$$Ц = C_{\text{полн}} + \text{Пр} = 512,3 + 51,3 = 580,9 \text{ руб.}$$

Результаты расчётов сводим в таблицу 2.

Таблица 2

Наименование статей затрат	Сумма руб. за 1 шт.
1. Основные материалы	16
2. Покупные полуфабрикаты	0,00
3. Основная зарплата производственных рабочих	75,6
4. Дополнительная зарплата	6,23
5. Единый социальный налог	21,3
6. Прямые затраты	112,6
7. Общепроизводственные расходы	220,3
8. Общая производственная себестоимость	350,3
9. Общезаводские расходы	140,9
10. Внеплановые расходы	3,12
11. Расходы на продажу	5,05
12. Полная себестоимость	512,3
13. Рентабельность	51,3
14. Оптовая цена	580,9

Определим экономическую эффективность предлагаемого варианта тех. процесса:

Годовая программа выпуска 1000 шт.

Экономическая эффективность предлагаемого варианта тех. процесса относительно существующего варианта с учетом годового объёма выпуска:

$$\mathcal{E} = (C_c - C_n) \times N = (756 - 580,9) \times 1000 = 175100 \text{ тыс. руб/год.}$$

$$\mathcal{E}_c = ((C_1 - C_2) / C_1) \times 100\% = ((756 - 580,9) / 756) \times 100\% = 23\%$$

Вывод:

Таким образом используя предлагаемый вариант технологического процесса обработки детали «Корпус» получаем экономию на всю партию деталей в размере 23% либо 175100 рублей.

4. Социальная ответственность

4.1 Производственная безопасность.

4.1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации технологии механообработки детали «Корпус»

4.1.1.1. Исследование освещенности рабочей зоны необходимо для обеспечения нормативных условий в помещениях и на открытых площадках. Реальная освещенность на рабочем месте может быть взята из паспорта производственного помещения, материалов аттестации рабочих мест по условиям труда, измерена при помощи люксметра, или определена путем расчета. Фактические и требуемые параметры систем естественного и искусственного освещения заносятся в таблицу 1.

Параметры систем естественного и искусственного освещения

Таблица 1

Наименование рабочего места	Тип светильника и источника света	Коэффициент естественной освещенности, КЕО, %		Освещенность при совмещенной системе, лк	
		Фактически	Норм.значение	Фактически	Норм.значение
Кабинеты и рабочие комнаты	Светильники общего назначения	3,1	3,0	310	300
Отдел главного конструктора (ОГК)	Светильники общего назначения	3,6	3,5	310	300
Отдел главного технолога (ОГТ)	Светильники общего назначения	3,6	3,5	310	300
Технологическое бюро (ТБ)	Светильники общего назначения	3,6	3,5	310	300
Отдел главного механика (ОГМех)	Светильники общего назначения	4,2	4,0	310	300
Отдел технического контроля (ОТК)	Светильники общего назначения	4,2	4,0	310	300
Отдел главного энергетика (ОГЭ)	Светильники общего назначения	4,2	4,0	310	300
Инструментальный цех	Универсальные светодиодные светильники	2,6	3	430	500
Коридор	Светильники общего назначения	-	-	20	75

КЕО – коэффициент естественной освещенности при верхнем или комбинированном освещении.

По результатам анализа табличных данных можно сделать **вывод**, что освещение в отделах ЗАО «ТПЗ» выше нормы. Это обусловлено наличием больших окон в помещениях и расположением здания с солнечной стороны. В механосборочном и инструментальном цехах, лакокрасочном отделении и в коридорах завода освещение ниже нормы из-за отсутствия естественного освещения. Рекомендуем установить более мощные осветительные приборы или увеличить их количество.

4.1.1.2. Повышенный уровень шума на рабочем месте

Основные источники шума при работе оборудования:

- двигатели приводов;
- зубчатые передачи;
- подшипники качения;
- неуравновешенные вращающиеся части станка;
- силы инерции, возникающие из-за движения деталей механизмов станка с переменными ускорениями;
- трение и соударение деталей в сочленениях вследствие неизбежных зазоров;

Шумы возникают в процессе обработки, вследствие трения поверхностей детали и режущей части инструмента. Во время работы гидравлических и пневматических устройств возникают аэродинамические шумы вследствие вихревых процессов в потоке рабочей среды, пульсации давления рабочей среды. Шумы создаются установками кондиционирования и вентиляции воздуха.

Шум на производстве наносит большой ущерб, неблагоприятно действуя на организм человека и снижая производительность труда. При повышенных нормах шума происходит утомление рабочих, что приводит к увеличению числа ошибок при работе и способствует возникновению травм. Особенно большое влияние шум оказывает на органы слуха человека, отрицательно действуя на центральную нервную систему.

Нормативным документом, регламентирующим допустимые уровни шума, является «Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах. №

3223-85».

На рабочих местах и рабочих зонах в производственных помещениях допустимый эквивалентный уровень шума составляет 80 дБА [ГОСТ 12.1.003-83].

При проектировании и установке производственного оборудования уделяется большое внимание к бесшумной работе механизмов, которые являются источниками шума.

Для уменьшения шума в источнике их образования предусмотрены следующие мероприятия:

- замена металлических деталей деталями из материалов с большим акустическим сопротивлением (пластмассы, текстолита и др.);
- замена подшипников качения подшипниками скольжения;
- замена зубчатых и цепных передач клиноремёнными;
- динамически уравнивать все вращающиеся детали;
- применение демпфирующих материалов с большим внутренним трением (резина, пластмасса, войлок и др.);
- установка экранов, звукоизолирующих кожухов, ограждений и звукоизолирующих покрытий;
- установка глушителей аэродинамических шумов, создаваемых вентиляторами и компрессорами; смазки трущихся поверхностей в сочленениях;
- применение СОЖ при обработке деталей.

Измерение шума в помещении производят при помощи шумомера ВЧП-2 по ГОСТ 17187.

4.1.1.3. Повышенный уровень вибрации

На станочника воздействуют технологическая вибрация, общая (локальная).

Проявление воздействия вибрации на организм человека, отрицательно сказывающейся на его здоровье, работоспособности, комфорте и других условиях трудовой и социальной жизни, оценивается гигиеническими, психофизиологическими, социальными и иными критериями.

По ГОСТ 12.1.012-90 и СН 3044-84 нормы одночисловых показателей вибрационной нагрузки на оператора для длительности смены восемь часов

составляют [ГОСТ 12.1.012-90 и СН 3044-84]:

- эквивалентное значение виброускорения 2 м./с²;
- эквивалентное значение виброскорости 200 м./с.

Для ослабления действия вибрации на организм человека приняты следующие меры по предупреждению распространения вибрации:

1. Уравновешивание вращающихся масс.
2. Уменьшение технологических допусков на изготовление и сборку машин и инструментов.
3. Использование специальных виброизолирующих перчаток.
4. Исключение возможности охлаждения рук рабочего во время работы.
5. Уменьшение вибрации на пути её распространения средствами виброизоляции и вибропоглощения (пористая резина, поролон, пенопласт, войлок и др.).
6. Ограничение времени воздействия вибрации на руки рабочего (ГОСТ 12.1.012-90 п.5).

Измерение вибрации производят при помощи виброизмерительной аппаратуры ИШВ-1, ВЧП-2.

4.1.1.4. Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны

Одним из необходимых условий здорового и высокопроизводительного труда, является условие обеспечения чистоты воздуха и нормальных микроклиматических условий в рабочей зоне помещения. Вышеперечисленные факторы определяются следующими нормами [СанПиН 2.2.4.548-96]:

1. Температура воздуха +19⁰ - +25⁰ С.
2. Относительная влажность – не более 70%.
3. Движение воздуха – не более 0,2 м/с.

Основные источники выделения тепла в цехе:

- нагретые части станков и оборудования (электродвигатели, коробки передач, сварочные трансформаторы и др.);
- процесс механической обработки (нагретые детали, инструмент, стружка);
- моечная машина.

Источниками загрязнения воздуха рабочей зоны в цехе являются отделение

неразрушающих методов контроля, травления и операции полировки, окрашивания. Здесь выделяются следующие вредные вещества (**класс опасности ПДК – 4**): пары ацетона; пары бензина; пары нитроэмалей; абразивная пыль.

Нормативные значения параметров микроклимата и требования к составу воздуха рабочей зоны определены «Санитарными нормами микроклимата производственных помещений № 4088-86» и СнИП 2.04.05-86 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

Мероприятия по устранению опасного и вредного воздействия воздуха рабочей зоны направлены на поддержание в помещении нормального микроклимата и концентрации вредных веществ в пределах ПДК [ГОСТ 12.1.007-76].

Одним из основных мероприятий является обеспечение надлежащего воздухообмена. Для этого предусмотрены местные отсасывающие устройства, обеспечивающие удаление избыточной температуры, абразивной пыли и вредных веществ, а также приточно-вытяжная общеобменная система вентиляции.

Для поддержания нормальной температуры (18 - 20 °С) воздуха в холодное время года предусмотрена установка центрального воздушного отопления. Для поддержания необходимой температуры в летнее время года использована система приточно-вытяжной вентиляции, причем место для забора свежего воздуха установлена с наветренной стороны, вдали от мест загрязнения.

В помещении в процессе работы периодически контролируется:

- температура воздуха;
- содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Температуру воздуха контролируют термометрами, установленными на высоте 1,5 м от пола на стенах. Для определения содержания вредных веществ в воздухе производят периодический отбор проб. Периодичность устанавливается органами санитарного надзора. Пробы воздуха берут на участке полирования и в отделении неразрушающих методов контроля в зоне дыхания при характерных производственных условиях.

4.1.2. Анализ опасных и вредных производственных факторов (производственная санитария).

Опасные вредные производственные факторы (ОВПФ)

рассматриваемого производственного объекта:

-движущиеся машины и механизмы, незащищенные подвижные элементы производственного оборудования;

-недостаточная освещенность рабочей зоны;

-повышенный уровень шума на рабочем месте;

-повышенный уровень вибрации;

-повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;

-повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;

(по ГОСТ 12.0.003-74)

В машиностроительном производстве присутствует целый ряд опасных и вредных факторов, которые негативно влияют на состояние здоровья человека, снижают производительность труда и качество выпускаемой продукции.

4.1.2.1. Движущиеся машины и механизмы, незащищенные подвижные элементы производственного оборудования

Подвижными частями оборудования являются:

- подвижные столы и стойки станков;

- вращающиеся шпиндели с закрепленными в них заготовкой или инструментом;

- ходовые винты;

- передачи (ременные, цепные и др.) расположенные вне корпусов станков.

Источниками движущихся частей также являются транспортные устройства. Основной величиной характеризующей опасность подвижных частей является скорость их перемещения. Согласно ГОСТ 12.2.009-80 опасной скоростью перемещения подвижных частей оборудования, способных травмировать ударом, является скорость более 0,15 м/с.

Движущиеся части оборудования представляют опасность травмирования рабочего в виде ушибов, порезов, переломов и др., которые могут привести к потере трудоспособности.

В соответствии с ГОСТ 12.2.003-74 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности» движущие части производственного оборудования, если они являются источником опасности, должны быть ограждены, за исключением частей, ограждение которых не допускается функциональным их назначением.

Одним из важных условий безопасного труда является недоступность подвижных частей оборудования, для рабочего, в ходе технологического процесса.

Для этого проводят следующие мероприятия:

1. Устанавливают защитные устройства (местные ограждения, крышки, кожуха и др.). Защитные кожуха установлены вокруг рабочей зоны на станках SC-17CE, 4E724E. Местные ограждения установлены около шлифовальных станков МК163.

2. Крупногабаритные перемещающиеся части оборудования и транспортные устройства окрашивают чередующимися под углом 45° полосами желтого и черного цветов.

3. На наружной стороне ограждений наносят предупреждающий знак опасности по ГОСТ 12.4.026-76.

4. Устанавливают предохранительные и блокирующие устройства предотвращающие поломку деталей станков, самопроизвольное опускание шпинделей, головок, бабок, поперечен и др. частей.

5. Устанавливают тормозные устройства обеспечивающие остановку шпинделя в течение не более 5 с. Для этого применяются колодочные тормозные устройства и торможение электродвигателя противовключением.

6. При установке заготовок и снятии деталей применяются автоматические устройства (механические руки, револьверные приспособления и др.) для исключения соприкосновения рук станочников с движущимися приспособлениями и инструментом.

7. Контроль на станках размеров обрабатываемых заготовок и снятие деталей для контроля проводится лишь при отключенных механизмах вращения или перемещения заготовок, инструмента и приспособлений.

4.1.2.2. Поражение электрическим током

Согласно (ПУЭ-15) данному категорированию производственное помещение участка относится к помещениям с повышенной опасностью, так как в помещении

присутствуют токопроводящие полы. Проблема токопроводящих (железобетонных) полов разрешается оборудованием деревянных плиток на рабочих местах. Для снижения вероятности поражения работающих электрическим током необходимо принять целый комплекс мер, обеспечивающих достаточную безопасность, которая весьма редко может быть достигнута единственной мерой.

Многообразие действия электрического тока нередко приводит к различным электротравмам: местные электротравмы (электрические ожоги, электрические знаки, металлизация кожи, механические повреждения, электроофтальмия) и общие электротравмы (судорожные сокращения мышц, потеря сознания с нарушением сердечной деятельности или дыхания, клиническая смерть, биологическая смерть).

Основные непосредственные причины электротравматизма:

появление напряжения там, где его в нормальных условиях быть не должно (на корпусах оборудования, на технологическом оборудовании, на металлических конструкциях сооружений и т. д.). Чаще всего происходит это вследствие повреждения изоляции;

возможность прикосновения к незащищенным токоведущим частям при отсутствии соответствующих ограждений;

воздействие электрической дуги, возникающей между токоведущей частью и человеком в сетях напряжением выше 1000 В, если человек окажется в непосредственной близости от токоведущих частей;

прочие причины. К ним относятся: несогласованные и ошибочные действия персонала; подача напряжения на установку, где работают люди; оставление установки под напряжением без надзора; допуск к работам на отключенном электрооборудовании без проверки отсутствия напряжения и т.д.

К основным мерам защиты от поражения током относятся: обеспечение недоступности токоведущих частей (изоляция токоведущих частей, ограждения); электрическое разделение сети (разделяющие трансформаторы); применение малых напряжений; использование двойной изоляции; защитное заземление; защитное зануление; защитное отключение; применение специальных защитных средств; организация безопасной эксплуатации электроустановок.

Электрооборудование, применяемое в помещении: электрощитовые от станков, станки, розетки, кабеля и пр.

4.1.3. Разработка мероприятий по снижению уровней воздействия и устранению влияния опасных и вредных производственных факторов на работающих (техника безопасности).

4.1.3.1. Механизация и автоматизация производства.

Основной целью механизации является повышение производительности труда и освобождение человека от выполнения тяжелых, трудоемких и утомительных операций. В зависимости от рода работ и степени оснащения производственных процессов техническими средствами различают частичную и комплексную механизацию, которая создает предпосылки для автоматизации производства.

Автоматизация производственных процессов является высшей формой развития производственных процессов, при которой функции управления и контроля за производственными процессами передаются приборам и автоматическим устройствам.

Различают частичную, комплексную и полную автоматизацию.

1) Комплексная автоматизация базируется на совершенствовании технологии и прогрессивных методах управления с применением надежных унифицированных технических средств.

2) Полная автоматизация предусматривает исключение человека из процесса управления производством и переложения его функций на управляющие машины (ЭВМ).

Под промышленным роботом (ПР) понимают перепрограммируемую автоматическую машину, применяемую в производственном процессе для выполнения двигательных функций, аналогичных функциям человека. Отличительным признаком ПР является наличие манипуляторов.

ПР представляет определенную опасность для обслуживающего персонала. Эта опасность связана с автоматичностью действий ПР, высокой скоростью линейных перемещений исполнительных устройств, большой зоной обслуживания и т.п. Наибольшая опасность травматизма возникает при наладке и регулировке ПР.

Дистанционное наблюдение и управление позволяет избежать необходимости пребывания персонала в непосредственной близости от агрегатов и применяется

там, где присутствие человека затруднено, или невозможно, или для его безопасности нужны сложные средства защиты.

Дистанционное наблюдение осуществляется визуально либо с помощью телесигнализации.

Для визуального наблюдения используется промышленное телевидение, которое позволяет распространить зрительный контроль на недоступные, труднодоступные и опасные участки производства.

Телесигнализация - передача информации с контрольных пунктов на пункт управления.

4.1.3.2 Оградительные средства защиты, препятствующие попаданию человека в опасную зону и распространению опасных и вредных факторов

Оградительные устройства делятся на три группы: стационарные, передвижные и переносные.

Стационарные ограждения могут быть полными, когда ограждения охватывают все оборудование вместе с опасной зоной, и частичными, когда ограждается только опасная зона.

Передвижными ограждениями закрывается доступ в рабочую зону оборудования при возникновении опасного момента, т.е. при включении оборудования, а при неработающем оборудовании доступ в рабочую зону открыт.

4.1.3.3. Предохранительные устройства защиты от возникновения аварийных режимов

Служат для автоматического отключения оборудования при возникновении аварийных режимов.

Блокировочные устройства исключают возможность проникновения человека в опасную зону.

По принципу действия подразделяются на механические, электрические и фотоэлементные.

Механические блокировки выполняют в виде различных рычагов, стопоров или защелок в механизмах, в дверях и дверцах ограждений. Электрическая блокировка применяется в технологических электроустановках и испытательных стендах. Фотоэлементная блокировка применяется в прессовом оборудовании и не позволяет включить пресс при нахождении руки работающего в опасной зоне.

4.1.3.4 Устройства сигнализации, сообщающие персоналу о возникающих аварийных ситуациях.

Предназначены для сообщения персоналу о возникающих аварийных ситуациях. Сигнализация может быть звуковая, светозвуковая и одоризационная (по запаху).

Для световой сигнализации используют измерительные приборы. Для звуковой - звонки и сирены. При одоризационной сигнализации в газы добавляют ароматические углеводороды, имеющие резкий запах при сравнительно малых концентрациях.

В красный цвет окрашиваются извещающие о нарушениях безопасности сигнальные лампочки и внутренние поверхности ограждающих устройств (дверей, ниш и т.д.). В желтый цвет окрашивается оборудование, неосторожное обращение с которым представляет опасность для работающих, транспортное и подъемно-транспортное оборудование, элементы грузозахватных приспособлений. Зеленый цвет применяется для сигнальных ламп, дверей, световых табло, запасных или эвакуационных выходов.

4.1.3.5. Знаки безопасности. Средства коллективной защиты персонала от опасных и вредных производственных факторов.

Разделяются на четыре группы: запрещающие, предупреждающие, предписывающие и указательные.

Отличительными признаками в них является цвет, форма обозначения или надписи.

Средства коллективной защиты в зависимости от назначения подразделяют на классы:

- средства нормализации воздушной среды производственных помещений и рабочих мест (от повышенного или пониженного барометрического давления и его резкого изменения, повышенной или пониженной влажности воздуха, повышенной или пониженной ионизации воздуха, повышенной или пониженной концентрации кислорода в воздухе, повышенной концентрации вредных аэрозолей в воздухе);

- средства нормализации освещения производственных помещений и рабочих мест (пониженной яркости, отсутствия или недостатка естественного света,

пониженной видимости, дискомфортной или слепящей блескости, повышенной пульсации светового потока, пониженного индекса цветопередачи);

- средства защиты от повышенного уровня ионизирующих излучений;
- средства защиты от повышенного уровня инфракрасных излучений;
- средства защиты от повышенного или пониженного уровня ультрафиолетовых излучений;
- средства защиты от повышенного уровня электромагнитных излучений;
- средства защиты от повышенной напряженности магнитных и электрических полей;
- средства защиты от повышенного уровня лазерного излучения;
- средства защиты от повышенного уровня шума;
- средства защиты от повышенного уровня вибрации (общей и локальной);
- средства защиты от повышенного уровня ультразвука;
- средства защиты от повышенного уровня инфразвуковых колебаний;
- средства защиты от поражения электрическим током;
- средства защиты от повышенного уровня статического электричества;
- средства защиты от повышенных или пониженных температур поверхностей оборудования, материалов, заготовок;
- средства защиты от повышенных или пониженных температур воздуха и температурных перепадов;
- средства защиты от воздействия механических факторов (движущихся машин и механизмов; подвижных частей производственного оборудования и инструментов; перемещающихся изделий, заготовок, материалов; нарушения целостности конструкций; обрушивающихся горных пород; сыпучих материалов; падающих с высоты предметов; острых кромок и шероховатостей поверхностей заготовок, инструментов и оборудования; острых углов);
- средства защиты от воздействия химических факторов
- средства защиты от воздействия биологических факторов;
- средства защиты от падения с высоты.

4.1.3.6 Профилактика для уменьшения негативного воздействия вредных веществ на здоровье человека.

Для уменьшения негативного воздействия вредных веществ на здоровье человека применяют следующие способы профилактики и защиты:

1. Исключение контакта вредного вещества с работающим человеком. Этого можно достичь путем механизации и автоматизации производственных процессов, герметизации оборудования и т.п.

2. Применение средств индивидуальной защиты (СИЗ), таких как комбинезоны, средства защиты органов дыхания, специальные мази для защиты кожных покровов и пр.

3. Соблюдение гигиенических норм в производственном помещении, своевременная вентиляция.

Вредные пары и газообразные выбросы из удаляемого воздуха извлекают следующими способами: поглощением твёрдыми пористыми материалами (абсорбция), химическим превращением вредных веществ в менее вредные, нейтрализацией в химических нейтрализаторах.

Для очистки воздуха, выбрасываемого в атмосферу, от пыли применяют пылеосадочные камеры, "циклоны", электрические фильтры.

Техника безопасности

Для снижения влияния опасных производственных факторов на рабочих необходимо провести ряд организационных и технических мер.

В связи с опасностью травматизма при использовании подъемно-транспортных механизмов необходимо проводить обязательную аттестацию работающих на право работы на данных механизмах с выдачей соответствующих документов. Кроме того, необходим контроль над тем, чтобы люди, не имеющие допуска, не работали на подъемно-транспортных механизмах. С технической стороны данной проблемы необходимо проводить контрольные испытания подъемно-транспортного оборудования с целью проверки их пригодности к использованию. Испытания должны проводиться один раз в полгода, а сведения о результатах испытаний должны заноситься в специальный журнал. С целью обеспечения безопасности при транспортировке деталей с помощью электрокара необходимо, чтобы водители при въезде на участок подавали предупредительные сигналы и снижали скорость до пяти километров в час. Проезд для электрокаров должен быть установленной ширины с запасом на случай непредвиденных ситуаций.

и не должен быть загроможден.

При работе на токарных станках во избежание попадания стружки в глаза необходимо установить защитные ограждения или выдать защитные очки рабочему.

Для того чтобы предотвратить захват волос вращающимися частями станков или режущим инструментом необходимо выдавать рабочим специальные береты.

Чтобы предотвратить травмирование ног рабочего вследствие падения на них деталей используются специальные ботинки с металлическим носком.

Для избежания травм рабочего при заточных работах необходимо использовать защитные очки и станки со специальным защитным кожухом.

Чтобы предотвратить травмирование рук рабочего об острые кромки детали необходимо использовать специальные перчатки.

4.2. Экологическая безопасность.

В современных условиях одной из важнейших задач является защита окружающей среды. Выбросы промышленных предприятий, энергетических систем и транспорта в атмосферу, водоемы и недра земли на данном этапе развития достигли таких размеров, что в ряде крупных промышленных центров, уровни загрязнений существенно превышают допустимые санитарные нормы.

Механическая обработка металлов на станках сопровождается выделением пыли, стружки, туманов масел и эмульсий, которые через вентиляционную систему выбрасываются из помещений. В процессе шлифования и полирования выделяется большое количество мелкодисперсной пыли. Пыль, образующаяся в процессе абразивной обработки, на 30 - 40 % состоит из материала обрабатываемого круга, на 60 - 70 % из материала изделия. Вредные вещества выделяются и в период нанесения покрытия, а также при его высыхании.

Из производственных помещений пары растворителей, лакокрасочные туманы выбрасываются через высокие трубы без предварительной очистки.

Для восстановительных целей (охлаждение деталей и узлов технологического оборудования: промывка, обогащение и чистка исходных материалов или продукции) на машиностроительных предприятиях используется вода. На основе анализа систем водоснабжения определено количество воды, потребляемое и сбрасываемое машиностроительными предприятиями. При обработке металлов вода используется для охлаждения инструмента, на промывке деталей, при этом сточные воды загрязняются минеральными маслами, мылами, металлической и абразивной пылью и эмульгаторами. Основное загрязнение вносят смазочно-охлаждающие жидкости, применяемые при обработке на металлорежущих станках. Вода используется также для приготовления растворов электролитов, промывочных операций перед нанесением покрытий и перед сушкой деталей, наполнения ванн улавливания загрязненных веществ, а также промывки деталей после нанесения гальванических покрытий. Из всех видов сточных вод машиностроительных предприятий стоки гальванических цехов загрязнены в большей степени ядовитыми химическими веществами, при этом концентрации загрязнений существенно зависят от вида технологического процесса нанесения гальванических покрытий.

Твердые отходы в машиностроении образуются в процессе продукции в виде

амортизационного лома (модернизация оборудования, оснастки, инструментов); стружки и опилок (древесных и металлических); шлаков и золы; осадков и пыли (отходы системы очистки воздуха). Отходы в основном образуются при: производстве проката (обдирочная стружка, опилки, окалина); механической обработке (высечки, обрезки). В соответствии с ГОСТ1639 - 78 на предприятиях организуется сбор лома цветных металлов.

Основными источниками вибраций в окружающей среде служат: технологическое оборудование (молоты, штампы и прессы); мощные энергетические установки (насосы, двигатели, компрессоры), а также некоторые транспортные системы. Во всех случаях вибраций, распространяются они по грунту и достигают фундаментов общественных жилых зданий.

При передаче вибраций через фундаменты и грунты опасность представляет неравномерная осадка фундаментов и грунта, что может привести к разрушению расположенных на них инженерных и строительных конструкций. Допустимые уровни вибраций в жилых домах, условия и правила их измерения и оценки регламентируются "Санитарными нормами допустимых вибраций в жилых домах" №1304 - 75.

Наиболее активной формой защиты от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий на окружающую среду является безотходная технология - комплекс мероприятий в технологических процессах от обработки сырья до минимума количества вредных выбросов, что уменьшает воздействие отходов на окружающую среду до приемлемого уровня. В этот комплекс мероприятий входят: создание и внедрение новых процессов получения продукции с образованием минимального количества отходов; разработка различных типов бессточных технологических систем и водооборотных циклов на базе способов очистки сточных вод; разработка систем переработки отходов производства во вторичные материальные ресурсы; создание территориально-промышленных комплексов, имеющих замкнутую структуру материальных потоков сырья и отходов внутри комплекса.

Существуют и множество других мероприятий по защите окружающей среды:

-Механизация и автоматизация производственных процессов, сопряженных с опасностью для здоровья.

-Применение технологических процессов и оборудования, исключающих появление вредных факторов.

-Защита работающих от источников тепловых излучений.

-Устройство и оборудование вентиляции и отопления.

-Применение средств воздухоочистки.

-Предотвращение выброса вредных веществ в окружающую среду.

-Вывоз отходов, не поддающихся вторичному использованию в специальные места захоронения.

-Применение средств индивидуальной защиты работающих.

В охране окружающей среды важную роль играют службы контроля качества окружающей среды, призванные вести систематизированные наблюдения за состоянием атмосферы, воды и почв для получения фактических уровней загрязнения окружающей среды.

4.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

4.3.1. Пожарная и взрывная безопасность.

Категория помещения по взрыво – пожароопасности «Д» (обработка не горючих материалов в холодном состоянии) [ППБ 01-03, ФЗ – 123].

Большую опасность на машиностроительных предприятиях представляют пожары и взрывы, поэтому для эвакуации необходимо наличие эвакуационных выходов.

Причиной возникновения на участке пожара может быть:

- образование искры, получившейся в результате короткого замыкания;
- образование искр при обработке абразивным инструментом;
- возгорание в результате контакта промасленной ветоши или спецодежды с горячими частями оборудования;
- неосторожное обращение с огнём;
- неосторожное обращение с легко воспламеняющимися горюче – смазочными материалами;
- загорание мусора из-за большого скопления и не соблюдения режима курения;
- самовозгорание в воздухе;
- загорание масла в поддоне станка из-за разрыва шлангов.

На участке используются следующие средства пожаротушения: огнетушители ОВП-10, ОУ-2.5-8; пожарные краны; пожарные щиты; участок оборудован средствами связи и пожарными извещателями.

Пожарная профилактика: контроль за производством огневых и покрасочных работ; контроль за режимом курения.

4.3.2. Безопасность при чрезвычайных антропогенных и природных ситуациях.

Устойчивость работы объектов экономики в чрезвычайных ситуациях определяется их способностью выполнять свои функции в этих условиях, а также приспособленностью к восстановлению в случае повреждения. В условиях чрезвычайных ситуаций промышленные предприятия должны сохранять способность выпускать продукцию, а транспорт, средства связи линии

электропередачи и прочие объекты, не производящие материальные ценности, — нормальное выполнение своих задач.

Для того чтобы объект сохранил устойчивость в условиях чрезвычайных ситуаций, проводят комплекс инженерно-технических, организационных и других мероприятий, направленных на защиту персонала от воздействия опасных и вредных факторов, возникающих при развитии чрезвычайной ситуации, а также населения, проживающего вблизи объекта. Необходимо учесть возможность вторичного образования токсичных, пожароопасных, взрывоопасных систем и др.

Кроме того, проводится анализ уязвимости объекта и его элементов в условиях чрезвычайных ситуаций. Разрабатываются мероприятия по повышению устойчивости объекта и его подготовке к восстановлению в случае повреждения.

С целью защиты работающих на тех предприятиях, где в процессе производства используют взрывоопасные, токсичные и радиоактивные вещества, строят убежища, а также разрабатывают специальный график работы персонала в условиях заражения вредными веществами. Должна быть подготовлена система оповещения персонала и населения, проживающего вблизи объекта, о возникшей на нем чрезвычайной ситуации. Персонал объекта должен уметь выполнять конкретные работы по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в очаге поражения.

На устойчивость работы объекта в условиях чрезвычайных ситуаций оказывают влияние следующие факторы:

- район расположения объекта;
- внутренняя планировка и застройка территории объекта;
- специфика технологического процесса (используемые вещества, энергетические характеристики оборудования, его пожаро- и взрывоопасность и др.);
- надежность системы управления производством и др.
- Район расположения объекта определяет величину, а также вероятность воздействия поражающих факторов природного происхождения (землетрясения, наводнения, ураганы, оползни и проч.). Существенное влияние на последствия чрезвычайных ситуаций могут оказывать метеорологические условия района (количество выпадающих осадков, направление господствующих ветров,

минимальные и максимальные температуры воздуха, рельеф местности).

- Внутренняя планировка и плотность застройки территории объекта оказывают значительное влияние на вероятность распространения пожара, разрушения, которые может вызвать ударная волна, образующаяся при взрыве, на размеры очага поражения при выбросе в окружающую среду токсичных веществ и др.

Рассмотрим теперь пути повышения устойчивости функционирования наиболее важных видов технических систем и объектов.

Системы водоснабжения представляют собой крупный комплекс зданий и сооружений, удаленных друг от друга на значительные расстояния. При чрезвычайных ситуациях, как правило, все элементы этой системы не могут быть выведены из строя одновременно. При проектировании системы водоснабжения необходимо предусмотреть меры их защиты в чрезвычайных ситуациях. Ответственные элементы системы водоснабжения целесообразно размещать ниже поверхности земли, что повышает их устойчивость. Следует предусмотреть возможность ремонта данных систем без их остановки и отключения водоснабжения других потребителей.

Весьма важной является система водоотведения загрязненных (сточных) вод (система канализации). В результате ее разрушения создаются условия для развития болезней и эпидемий. Скопление сточных вод на территории объекта затрудняет проведение аварийно-спасательных и восстановительных работ. Повышение устойчивости системы канализации достигается созданием резервной сети труб, по которым может отводиться загрязненная вода при аварии основной сети. Должна быть разработана схема аварийного выпуска сточных вод непосредственно в водоемы. Насосы, используемые для перекачки загрязненной воды, комплектуются надежными источниками электропитания.

В разных чрезвычайных ситуациях системы электроснабжения (электрические сооружения и сети) могут получить различные разрушения и повреждения. Их наиболее уязвимыми частями являются наземные сооружения (электростанции, подстанции, трансформаторные станции), а также воздушные линии электропередачи. В современных крупных энергосистемах применяются различные автоматические устройства, способные практически

мгновенно отключить поврежденные электроисточники, сохраняя работоспособность системы в целом.

Для повышения ее устойчивости в первую очередь целесообразно заменить воздушные линии электропередачи на 1 кабельные (подземные) сети, использовать резервные сети для запитки потребителей, предусмотреть автономные резервные источники электропитания объекта (передвижные электрогенераторы).

Весьма важно обеспечить устойчивость **системы газоснабжения**, так как при ее разрушении или повреждении возможно возникновение пожаров и взрывов, а также выход газа в окружающую среду, что значительно затрудняет проведение аварийно-спасательных и восстановительных работ.

Основные мероприятия по увеличению устойчивости систем газоснабжения следующие:

- сооружение подземных обводных газопроводов (бассейнов), обеспечивающих подачу газа в аварийных условиях;
- использование устройств, обеспечивающих возможность работы оборудования при пониженном давлении в газопроводах;
- создание на предприятиях аварийного запаса альтернативного вида топлива (угля, мазута);
- осуществление газоснабжения объекта от нескольких источников (газопроводов);
- создание подземных хранилищ газа высокого давления;
- использование на закольцованных системах газоснабжения отключающих устройств, установленных на распределительной сети.

В результате чрезвычайной ситуации может быть серьезно повреждена **система теплоснабжения** предприятия, что создает серьезные трудности для их функционирования, особенно в холодный период. Так, разрушение трубопроводов с горячей водой или паром может повлечь их затопление и затруднить локализацию и ликвидацию аварии. Наиболее уязвимые элементы систем теплоснабжения — теплоэлектроцентрали и районные котельные.

Основным способом повышения устойчивости внутреннего оборудования тепловых сетей является их дублирование. Необходимо также обеспечить возможность отключения поврежденных участков теплосетей без нарушения ритма теплоснабжения потребителей, а также создать системы резервного теплоснабжения.

Основным средством повышения устойчивости рассмотренных сооружений от воздействия ударной волны является повышение прочности и жесткости конструкций.

Особое внимание следует уделять устойчивости **складов и хранилищ** ядовитых, пожаро- и взрывоопасных веществ в условиях чрезвычайных ситуаций. Это достигается переводом указанных материалов на хранение из наземных складов в подземные, хранением минимального количества ядовитых, пожаро- и взрывоопасных веществ, а также безостановочным использованием этих веществ при поступлении на объект, минуя склад ("работа с колес").

Для повышения устойчивости работы объектов в чрезвычайных ситуациях необходимо уделять значительное внимание защите рабочих и служащих. Для этого на объектах строятся убежища и укрытия, предназначенные для защиты персонала, создается и поддерживается в постоянной готовности система оповещения рабочих и служащих объекта, а также проживающего вблизи объекта населения о возникновении чрезвычайной ситуации. Персонал, обслуживающий объект, должен знать о режиме его работы в случае возникновения чрезвычайной ситуации, а также уметь выполнять конкретные работы по ликвидации очагов поражения.

4.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

-ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные факторы».

-ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности».

-ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность».

-ГОСТ 14.004-83Машиностроительное производство по ПБ 10-382-00 Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов

-Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ(ред. от 10.07.2012)"Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"

ГОСТ 12.2.003-74 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»

-Федеральный закон от 24.07.1998 N 125-ФЗ (ред. от 29.12.2015) "Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний"

-Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 68-ФЗ "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера"

-Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 69-ФЗ "О пожарной безопасности"

-ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»

-ГОСТ Р 22.3.03 – 94 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Защита населения»

-ГОСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования»

За состоянием безопасности труда установлены строгие государственный, ведомственный и общественный надзор и контроль. Государственный надзор осуществляют специальные государственные органы и инспекции, которые в своей деятельности не зависят от администрации контролируемых предприятий. Это Прокуратура РФ, Федеральный горный и промышленный надзор России, Федеральный надзор России по ядерной и радиационной безопасности, Государственный энергетический надзор РФ, Государственный комитет санитарно-эпидемиологического надзора РФ (Госкомсанэпиднадзор России), Федеральная инспекция труда при Министерстве труда РФ; Министерство РФ по атомной

энергии.

Общий надзор за выполнением рассматриваемых законов возложен на Генерального прокурора РФ и местные органы прокуратуры. Надзор за соблюдением законодательства по безопасности труда возложен также на профсоюзы РФ, которые осуществляют контроль за обеспечением безопасности на производстве через техническую инспекцию труда.

Контроль за состоянием условий труда на предприятиях осуществляют специально созданные службы охраны труда совместно с комитетом профсоюзов. Контроль за состоянием условий труда заключается в проверке состояния производственных условий для работающих, выявлении отклонений от требований безопасности, законодательства о труде, стандартов, правил и норм охраны труда, постановлений, директивных документов, а также проверке выполнения службами, подразделениями и отдельными группами своих обязанностей в области охраны труда. Этот контроль осуществляют должностные лица и специалисты, утвержденные приказом по административному подразделению. Ответственность за безопасность труда в целом по предприятию несут директор и главный инженер.

Ведомственные службы охраны труда совместно с комитетами профсоюзов разрабатывают инструкции по безопасности труда для различных профессий с учетом специфики работы, а также проводят инструктажи и обучение всех работающих правилам безопасной работы. Различают следующие виды инструктажа: вводный, первичный на рабочем месте, повторный внеплановый и текущий.

Вводный инструктаж проводят со всеми рабочими и служащими независимо от профессии до приема на работу, а также с командированными и учащимися, прибывшими на практику.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводит непосредственный руководитель работ перед допуском к работе. Этот вид инструктажа должен сопровождаться показом безопасных приемов работ.

Повторный инструктаж на рабочем месте проводят с работниками независимо от их квалификации, стажа и оплаты работы не реже чем раз в шесть месяцев. Цель этого инструктажа – восстановить в памяти рабочего инструкции по охране труда, а также разобрать конкретные нарушения из практики предприятия.

Внеплановый инструктаж на рабочем месте проводят в случае изменения правил по охране труда, технологического процесса, нарушения работниками правил техники безопасности, при несчастном случае, при перерывах в работе – для работ, к которым предъявляются дополнительные требования безопасности труда, – более чем на 30 календарных дней, для остальных работ – 60 дней.

Текущий инструктаж проводят для работников, которым оформляют наряд-допуск на определенные виды работ.

Результаты всех видов инструктажа заносят в специальные журналы. За нарушение всех видов законодательства по безопасности жизнедеятельности предусматривается следующая ответственность:

дисциплинарная, которую накладывает на нарушителя вышестоящее административное лицо (замечание, выговор, перевод на нижеоплачиваемую должность на определенный срок или понижение в должности, увольнение);

административная (подвергаются работники административно-управленческого аппарата; выражается в виде предупреждения, общественного порицания или штрафа);

уголовная (за нарушения, повлекшие за собой несчастные случаи или другие тяжелые последствия);

материальная, которую в соответствии с действующим законодательством несет предприятие в целом (штрафы, выплаты потерпевшим в результате несчастных случаев и др.) или виновные должностные лица этого предприятия.

Заключение

В результате проектирования выполнены все поставленные задачи, а в частности: был усовершенствован технологический процесс изготовления детали «Корпус»; анализ чертежа детали и его технологичности; спроектировано приспособление на координатно-расточную операцию (050); приведен расчет на технологический процесс; рассчитано технико-экономическое обоснование; раскрыты вопросы безопасности жизнедеятельности.

Литература

1. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения.: Учеб. пособие для машиностроительных специальностей вузов.-Минск: Высшая школа, 1983.-256 с.
2. Справочник технолога – машиностроителя. Том 1 - т./Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова.-М.: Машиностроение, 1985 г.
3. Справочник технолога – машиностроителя. Том 2 - т./Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова.-М.: Машиностроение, 1985 г.
4. Справочник: Прогрессивные конструкции режущих инструментов и режимы резания/ Под ред. А. А. Баранчикова.- М.: Машиностроение, 1984 г.
5. Анурьев В. И. Справочник конструктора – машиностроителя: В 3-х т. Т. 1.-6-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1982.-736 с., ил.
6. Горохов В.А. Проектирование и расчет приспособлений. Мн.: Высш. школа, 1986. – 237 с., ил
7. Ансеров А.М. Приспособления для металлорежущих станков. Л.: Машиностроение, 1966 – 650 с., ил.
8. Худобин Л.В. и др. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие для машинострит. спец. вузов/ Л.В. Худобин, В.Ф. Гурьянихин, В.Р. Берзин. - М.: Машиностроение, 1989 – 288 с.: ил.
9. Грановский Г.И., Грановский В.Г. Резание металлов. Учебник для машиностр. и приборостр. спец. вузов.-М.: Высшая школа., 1985.-304с., ил.
10. Духанин Ю.А., Акулин Д.Ф. Техника безопасности и противопожарная техника в машиностроении. – Ленинград: Машиностроение, 1973 – 304 с.
11. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. – М.: Энергоиздат, 1984 – 256с.
12. Охрана окружающей среды. Учебное пособие для студентов ВУЗов./ Под ред. Белова С.В. – М.: Высшая школа, 1983 – 264с.
13. Охрана труда в машиностроении. Учебник для машиностроительных ВУЗов./ Под ред. Фельдштейна Е.Э. – Минск: Дизайн ПРО, 1997 – 384с.