

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение - ведущий комплекс отраслей в промышленности. Его уровень определяет дальнейшее развитие всего народного хозяйства. По сравнению с другими отраслями машиностроение развивается опережающими темпами. Важное место отводится машиностроению и в перспективных планах развития народного хозяйства на ближайшее будущее.

Цель дипломного проекта – разработка технологического процесса детали «корпус насоса», которая является базовой деталью и предназначена для установки остальных деталей сборочной единицы, центробежного насоса горизонтального типа.

Важной частью разработки технологического процесса служит марка материала и получение заготовки, а так же изготовление детали. Получение заготовки зависит от типа производства.

Задачи дипломного проекта:

- Служебное назначение детали, марка и свойство материала и анализ детали на технологичность;
- Дать характеристику выбранному типу производства, а так же выбор исходной заготовки;
- Разработать маршрутный процесс, выбрать технологическое оборудование и режущий инструмент;
- Рассчитать режимы резания и норм времени;
- Обосновать конструкцию приспособления, разработать схему базирования и рассчитать усилие зажима.
- Рассчитать календарно-плановые нормативы и основные технико-экономические показатели;
- Определить себестоимость продукции и экономическую эффективность проектируемого технологического процесса;
- Провести анализ опасных производственных факторов и повести мероприятия по охране труда.

					ДП 15.02.08 02.14.20 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При выполнении данных требований используется современное оборудование в рамках мелкосерийного производства.

					ДП 15.02.08 02.14.20 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

1. Общая часть

1.1 Служебное назначение детали, описание ее в сборочном узле

Изготавливаемая деталь – корпус насоса является базовой деталью и предназначена для установки остальных деталей сборочной единицы. Нахождение в узле – электронасос топливного бака летательного аппарата. Установка насоса ЭЦНГ-10Т в отсеке электроприводного центробежного насоса горизонтального типа входит в сборку самолета Су-35С.

Область применения центробежного насоса — предварительное увеличение давления топлива на входе в топливную систему (подкачивающий насос) и подача топлива в форсажную камеру сгорания. Управляющий орган этого насоса — дроссельный кран на выходе.

Центробежные насосы обладают большой производительностью при малой массе, нечувствительны к загрязнению топлива. Применяется для перекачки либо подачи жидкости, для создания необходимого давления циркуляции жидкости. Повышенные требования к герметичности и недопустимость утечки.

Топливная система самолета предназначена для размещения на его борту необходимого запаса топлива и для бесперебойной подачи топлива к двигателям в заданной последовательности, при всех возможных для данного самолета режимах и условиях работы.

1.2 Описание материала детали

Корпус насоса изготовлен из материала алюминий АК8л (АЛ34) - алюминиевый литейный сплав. Химический состав приведен в таблице 1. Сплав обладает высокой герметичностью и применяется для литья корпусных деталей, работающих под высоким внутренним давлением жидкостей и газов. Сплав на основе системы алюминий - кремний - магний (силумин) Механические свойства сплава приведены в таблице 2.

					ДП 15.02.08 02.14.20 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 1 - Химический состав

Fe	Si	Mn	Ti	Al	Cu	Zr	B	Be	Mg	Zn
до 0.6	6.5 – 8.5	до 0.1	0.1 – 0.3	89.25 – 92.9	до 0.3	до 0.2	до 0.1	0.15 – 0.4	0.35 – 0.55	до 0.3

Таблица 2 – Механические свойства

Сортамент	σ_b (МПа)	σ_T (МПа)	δ_5 (%)	ψ (%)	КСУ (КДЖ/м ²)	НВ 10 ⁻¹ (МПа)
Литье в кокиль, ГОСТ 1583-93	274-333		4-6			80-90

Механические свойства:

где σ_b - Предел кратковременной прочности, МПа;

σ_T - Предел пропорциональности, МПа;

δ_5 - Относительное удлинение при разрыве, % ;

ψ - Относительное сужение, %;

КСУ- Ударная вязкость, кДж / м²;

НВ- Твердость по Бринеллю, МПа.

Сплав марки АК8л (АЛ34) обладает хорошими литейными свойствами, высокой герметичностью не склонен к образованию горячих трещин; хорошо обрабатывается резанием. Рекомендуемая рабочая температура - до 200 °С.

1.3 Анализ на технологичность

Под технологичностью конструкции понимается совокупность свойств, определяющих её приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и выполнения работ.

По конструкторско-технологическому коду деталь можно охарактеризовать по критериям чертежа.

Таблица 3 -Конструктивно-технологический код детали

№пр	Признак	Содержание признака	Код признака
-----	---------	---------------------	--------------

										Лист
										11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 15.02.08 02.14.20 ПЗ					

1,2	Класс	Детали - не тела вращения корпусные, опорные, емкостные.	73
3	Подкласс	Корпус с плоской одной базой.	1
4	Группа	С криволинейной наружной поверхностью, которая образована сочетанием криволинейных или плоских поверхностей.	2
5	Подгруппа	Корпусные не имеющие плоских вспомогательных баз	0

Качественная оценка технологичности является обобщенной и характеризуется признаками: «лучше - хуже», «рекомендуется – не рекомендуется», «технологично – не технологично». Технологичной при качественной оценке следует считать такую геометрическую конфигурацию детали и отдельных ее элементов, при которой учтены возможности минимального расхода материала и использования наиболее производительных и экономичность для определенного типа производства методов изготовления.

Количественная оценка технологичности конструкции изделия выражается показателем, численное значение которого характеризует степень удовлетворения требований к технологичности конструкции. Количественная оценка рациональна только в зависимости от признаков, которые существенно влияют на технологичность рассматриваемой конструкции.

Коэффициенты точности обработки и коэффициенты шероховатости определяются в соответствии с ГОСТ 18831-73. Для этого необходимо рассчитать среднюю точность и среднюю шероховатость обработанных поверхностей. Данные по деталям сведём в таблицы 4 и 5, в которых:

T_i – квалитеты;

$Ш_i$ – значение параметра шероховатости;

n_i – количество размеров или поверхностей для каждого квалитета или шероховатости.

Коэффициент точности обработки

$$K_{mч} = 1 - \frac{1}{A_{cp}}, \quad (0)$$

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

					ДП 15.02.08 02.14.20 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Таблица 4 – Определение точности обработки

T_i	n_i	A_i	n_i
11	2	7	1

$$A_{cp} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{n_i}, \quad ()$$

$$A_{cp} = \frac{(11 \cdot 2 + 7 \cdot 1)}{3} = 9,7.$$

$$K_{mч} = 1 - \frac{1}{9,7} = 0,89.$$

Так как $K_{тч} = 0,89 > 0,8$ то деталь по данному показателю технологична.

Коэффициент шероховатости:

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{B_{cp}}, \quad ()$$

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

Таблица 5 - Определение коэффициента точности

$Ш_i$	n_i	$Ш_i$	n_i	$Ш_i$	n_i
3,2	1	1,60	6	6,3	5

$$B_{cp} = \frac{\sum Ш_i \cdot n_i}{n_i}, \quad ()$$

$$B_{cp} = \frac{(3,2 \cdot 1 + 1,60 \cdot 6 + 6,3 \cdot 5)}{12} = 44,3.$$

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{44,3} = 0,97.$$

Так как $K_{ш} = 0,97 > 0,32$, следовательно деталь по данному показателю технологична.

Коэффициент использования материала:

Масса заготовки:

$$m_з = p \cdot v, \quad ()$$

где плотность: $p = 1,11 \text{ г/см}^3$

$$V = \dots$$

$$m_3 = \zeta$$

$$K_{им} = \frac{M_d}{M_3}, \quad ()$$

где M_d – масса детали;

M_3 – масса заготовки.

$$K_{им} = \frac{\square}{\square} = \zeta$$

Коэффициент унификации определяется по формуле

$$K_{ун.э} = \frac{Q_{у.э}}{Q_{о.э}}, \quad ()$$

где $K_{ун.э}$ - коэффициент унификации;

$Q_{у.э}$ - количество унифицированных элементов;

$Q_{о.э}$ - общее количество элементов деталь.

$$K_{ун.э} = \frac{Q_{у.э}}{Q_{о.э}}$$

Таблица - Унификация

Элемент	Q_o	$Q_{ун}$	Y	Ra
Отверстие $\varnothing 8,5$	2	2	11	
Отверстие $\varnothing 6,5$	4	4	12	6,3
Отверстие $\varnothing 6,2$	4	4	12	6,3
Паз 10	1	1	11	1,60
Поверхность 62	1	1		1,60
Поверхность 20	1	1		6,3
Поверхность 161	1	1		3,2
Отверстие $\varnothing 90$	1	1	11	1,60
Фаска 30°	2	2		1,60
Фаска $7^\circ 30'$	2	2		6,3

2. Специальная часть

2.1 Выбор исходной заготовки

Заготовка - это предмет производства, из которого изменением формы, взаимного расположения, размеров, шероховатости поверхностей и свойств материала изготавливают деталь или неразъемную сборочную единицу.

Для получения исходной заготовки данной формы могут быть использованы несколько способов изготовления. Самым экономически выгодным способом является метод получения исходной заготовки путем отливки.

Отливка — продукция, полученная способом заливки жидкого сплава в литейные формы, в которых, после охлаждения и затвердения, происходит формование. Она может быть полностью законченным изделием либо требовать дальнейшей механической обработки.

Литейное производство позволяет получить заготовки высокой точности даже с самой сложной конфигурацией, при этом пропуски, требующие обработку - незначительные. Технология получения отливок выбирается с учетом их размеров и типа производства.

Тип производства — это комплексная характеристика технических, организационных и экономических особенностей машиностроительного производства, обусловленная его специализацией, типом и постоянством номенклатуры изделий, а также формой движения изделий по рабочим местам.

Тип производства характеризуется коэффициентом закрепления операций $K_{з.о}$. определяется как отношение числа всех технологических операций, выполняемых в течении месяца на данном производстве к числу рабочих мест. Тип производства по ГОСТ 3.1121-84 определяется коэффициентом закрепления операций для каждого производства он определяется по интервалам:

$1 < K_{з.о} < 10$ – мелкосерийное и крупносерийное производство;

$10 < K_{з.о} < 20$ – среднесерийное производство;

$20 < K_{з.о} < 40$ – мелкосерийное производство;

					ДП 15.02.08 02.14.20 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$40 < K_{з.о.}$ – единичное производство.

Коэффициентом закрепления операций определяется по формуле

$$K_{з.о.} = \frac{\sum P_o}{P_{я}}, \quad ()$$

где $\sum P_o$ – суммарное число различных операций, принимаем 2;

$P_{я}$ – явочное число рабочих, принимаем 1.

$$K_{з.о.} = \frac{2}{1} = 2.$$

Коэффициентом закрепления операций принимаем равным 2.

В серийном производстве количество деталей определяется по формуле:

$$n = \frac{N \cdot a}{F}, \quad ()$$

где N – годовая программа выпуска деталей, 15 шт.;

a – число дней, на которое необходимо иметь запас деталей, принимаем 3 дня;

F – число рабочих дней в году 247.

$$n = \frac{15 \cdot 3}{247} = 0,2 \text{ шт.}$$

Принимаем $n=1$ шт.

На основании выше перечисленных характеристик типов производства, наиболее подходящим будет выбор мелкосерийного производства.

Для получения исходной заготовки данной формы может быть использовано литье в кокиль. Литье в кокиль – изготовление отливок из расплавленного металла в металлических формах-кокилях. Формирование отливки происходит при интенсивном отводе теплоты от расплавленного металла, от затвердевающей и охлаждающейся отливки к массивному металлическому кокилю, что обеспечивает более высокие плотность металла и механические свойства, чем у отливок, полученных в песчаных формах.

Литье в кокиль применяют в массовом и серийном производствах для изготовления отливок из чугуна, стали и сплавов цветных металлов с толщиной стенки 3...100 мм, массой от нескольких граммов до нескольких сотен килограммов.

					ДП 15.02.08 02.14.20 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Литье в кокиль позволяет сократить или избежать расхода формовочных и стержневых смесей, трудоемких операций формовки и выбивки форм, повысить точность размеров и снизить шероховатость поверхности, улучшить механические свойства.

Литье в металлические формы (кокили) более производительнее, так как оно допускает многократную заливку металла в одну форму. При этом обеспечивается более высокий параметр шероховатости поверхности и более точные размеры заготовок.

Недостатки кокильного литья: высокая трудоемкость изготовления кокилей, их ограниченная стойкость, трудность изготовления сложных по конфигурации отливок.

Размеры, мм	Допуски, мм	Припуски, мм	Расчет размеров заготовки, мм	Окончательный размер, мм
∅88	±0,2	1,8	$\varnothing 88 + (1,8) \pm 0,2 = 89,8 \pm 0,2$	$\varnothing 90 \pm 0,2$

Технические требования к отливке по ОСТ 1 90021-92.

Группа контроля 2.

2. Предельные отклонения размеров отливки по ОСТ 1 41154-86. Класс точности ЛТ5.

3. Литейные уклоны по ОТС 1 41154-86.

4. Неуказанные литейные радиусы, толщины стенок 3мм.

5. Неуказанные предельные отклонения размеров, допуски формы и расположения обрабатываемых поверхностей по ОСТ 1 00022-80.

6. Термообработка по ОСТ 1 90088-80, режим Т5.

7. Рентгенконтроль по ПИ 1.2.226-2008 100% поверхности.

8. Неуказанная шероховатость поверхностей Ra2,5

2.2 Разработка маршрутного технологического процесса

Разработка маршрутного технологического процесса механической обработки заготовки является основой всего дипломного проекта. От правильности и

					ДП 15.02.08 02.14.20 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

полноты разработки маршрутного технологического процесса во многом зависит организация производства и дальнейшие технико-экономические расчеты дипломного проекта.

Для мелкосерийного производства технологический процесс следует разрабатывать по принципу группового метода обработки деталей, дающего возможность эффективно применять на универсальном оборудовании специализированную высокопроизводительную технологическую оснастку и повышать производительность труда. В мелкосерийном производстве нашли широкое применение станки с числовым программным управлением (ЧПУ). Станки с ЧПУ не требуют длительной переналадки при переходе на обработку от одной заготовки на другую, что позволяет на данных станках производить процесс обработки широкой номенклатуры заготовок.

Применение станков с ЧПУ в условиях мелкосерийного производства позволяет увеличить производительность труда, сократить сроки подготовки производства (на 50-70%), снизить себестоимость изготовления деталей, а также использовать труд рабочих более низкой квалификации.

Эффективность использования станков с ЧПУ обеспечивается:

1. отбором номенклатуры заготовок (по сложности конструкции; по возможности концентрации операции; исключением разметочных и слесарных работ; замены дорогостоящего оборудования и технологической оснастки);
2. повышением технологичности конструкции детали;
3. групповым методом обработки детали (классификацией деталей, поверхностей, группированием деталей).

Таблица – Маршрутный технологический процесс детали корпус насоса

Номер операции	Наименование и краткое содержание операции	Станок
005	Контрольно-измерительное	Стол контролёра
010	Маркирование	Верстак
015	Универсально-фрезерная многоцелевая	DMU-50eV
020	Универсально-фрезерная многоцелевая	DMU-50eV
025	Моечная	Верстак

030	Контрольно измерительное	Стол контролёра
-----	--------------------------	-----------------

2.3 Выбор технологического оборудования и режущего инструмента

Выбор станочного оборудования является одной из важнейших задач при разработке технологического процесса механической обработки. От правильного его выбора зависит производительность изготовления детали, экономное использование производственных площадей, механизации и автоматизации ручного труда, электроэнергии и в итоге себестоимость изделия.

В зависимости от объема выпуска изделий выбирают станки по степени специализации и высокой производительности, а также станки с числовым программным управлением (ЧПУ).

Для обработки детали корпус насоса используют универсальный фрезерный станок DMU 50eVo.

DMU 50eVo является правильной инвестицией для широкого спектра применения, базирующегося на испытанной технике. С 5 NC осями он отлично приспособлен для эффективной 5-сторонней обработки и для 5-осевой одновременной обработки контуров. NC-поворотный круглый стол вращает изделие в своем центре масс и позволяет заднюю резку до 18°. Технические характеристики станка DMU 50eVo приведены в таблице.

Таблица - Технические характеристики станка DMU-50eVo

Рабочая зона		
Ход по X- / Y- / Z-	мм	500/450/400
Главный шпиндель		
Скорость вращения	об/мин	20-10,000
Мощность привода	кВт	9/13
Крутящий момент	Нм	83
Главный шпиндель (опция)		
Скорость вращения	об/мин	20-14,000
Мощность привода	кВт	14/18,9
Крутящий момент	Нм	100
Главный шпиндель (опция)		
Скорость вращения	об/мин	20-18,000
Мощность привода	кВт	25/35
Крутящий момент	Нм	130
Ускоренный ход		

					ДП 15.02.08 02.14.20 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Ускоренный ход (X/Y/Z)	м/мин	24
Усиление подачи (X/Y/Z)	кН	4,8
Неподвижный стол		
Рабочая зона	мм	630x500
Макс. Нагрузка на стол	кг	200/300
Диапазон наклона	градусов	-5/+110
Устройство смены инструмента		
Количество мест в магазине	Кол-во	16
Масса инструмента	кг	6
Макс. длина инструмента	мм	300
Макс. диаметр инструмента	мм	80/130
Цепное устройство смены инструмента		
Количество мест в магазине	Кол-во	30/60
Макс. длина инструмента	мм	300
Макс. диаметр инструмента	мм	80/130
Масса инструмента	кг	6
Масса станка		
Масса	кг	4,480
Мощность	кВт	21
Максимальный номинальный ток	А	31

При разработке технологического процесса механической обработки заготовки выбор режущего инструмента, его вида, конструкции и размеров в значительной мере предопределяется методами обработки, свойствами обрабатываемого материала, требуемой точностью обработки и качества обрабатываемой поверхности заготовки.

Выбор режущего инструмента, его конструкции и размеров определяется видом технологической операции (точение, фрезерование, развертывание), размерами обрабатываемой поверхности, свойствами обрабатываемого материала, требуемой точностью обработки и величиной шероховатости поверхности. Основную массу режущих инструментов составляют конструкции нормализованного и стандартизованного инструмента, для подбора которого существуют многочисленные справочники и каталоги. В крупносерийном производстве могут применяться специальные и комбинированные режущие инструменты, проектируемые в индивидуальном порядке.

Режущие инструменты, применяемые для обработки данной детали «Корпус насоса», взяты из каталога Sandvik.

1. A2-20-020-040-095-003 Фреза Ø20R0.3; Lp=20; AC25-20 Цанга; DV40-НМС-25-105. Вылет инструмента 40 мм;

					ДП 15.02.08 02.14.20 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2. A2-12-025-040-090-003 Фреза Ø12R0.3; Lp=25; 6442.12080 Термооправка SK40 Ø12x80. Вылет инструмента 40 мм;

3. A2-12-025-040-090-040 Фреза Ø12R4; Lp=25; AC20-12 Цанга; DV40-НМС-20-105. Вылет инструмента 40 мм;

4. A2-10-025-035-080-003 Фреза Ø10R0.3; Lp=25; 6442.10080 Термооправка SK40 Ø10 X 80. Вылет инструмента 40 мм;

5. 1252-4737 Фреза Ø4R0.4; Lp=20; 6442.10080 Термооправка SK40 Ф10 X 80. Вылет 30 мм;

6. 2317-0103 Сверло Ø1.6 Lp=2.8 188018 Патрон цанговый Т 013815;

7. 2300-0185 Сверло Ø6.5 Lp=63 188018 Патрон цанговый Т 013815;

8. 2300-0219 Сверло Ø12 Lp=101 188 018 Патрон цанговый Т 013 815;

9. 2300-0200 Сверло Ø8.5 Lp=75 188 018 Патрон цанговый Т 013 815;

10. 2300-0945 Сверло Ø6.2 Lp=63 Патрон сверлильный Т013815.

2.4 Расчет и определение режимов резания

Под таким режимом понимают комплекс из нескольких элементов, которые определяют условия осуществления операции резания. Его расчет производят так, чтобы была обеспечена самая производительная и экономически целесообразная обработка поверхности детали по показателям шероховатости и точности.

Режимы резания включают в себя следующие моменты:

- скорость резки;
- время стойкости рабочего приспособления, используемого для выполнения операции;
- подача и глубина резания;
- мощность и сила процесса.

Расчет режима резания можно проводить на основании справочных и нормативных документов. Подобный расчет гарантирует подбор оптимальных

					ДП 15.02.08 02.14.20 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

показателей всех элементов, а значит, обеспечивает и максимально эффективное выполнение операции резания.

Расчет режимов резания для всех операций приведен в таблице

015 Универсально-фрезерная многоцелевая.

Деталь – корпус насоса, материал детали алюминий АК8л (АЛ34) - алюминиевый литейный сплав. Твердость – 80-90. Заготовка - отливка, полученная литьем в кокиль, массой 3,875кг.

Оборудование станок DMU 50eVo, размер партии 15 штук.

Установить деталь.

1. Фрезеровать поверхность 2 с припуском 0,8 мм. Режущий инструмент А2-20-020-040-095-003 Фреза Ø20R0.3. Измерительный инструмент – ШЦЦ-II-160-0.01 Штангенциркуль.

Последовательность расчета:

2. Режущий инструмент и режимы резания выбраны из каталога Sandvik.

3. Размеры обработки и расчетная глубина обработки определяется по чертежу детали. Глубина резания $t=0,8$ мм.

4. Подача на один зуб $S_z=0,339$ мм.

5. Скорость резания определяется по каталогу Sandvik , принимаем $V=434$ м/мин.

6. Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D}, \quad ()$$

где 1000 – коэффициент перевода миллиметров в метры;

V – скорость резания м/мин;

D – диаметр заготовки по обрабатываемой поверхности при точении и диаметр фрезы или сверла при фрезеровании или сверлении, мм;

π – математическая постоянная равная 3,14.

$$n = \frac{1000 \cdot 434}{3,14 \cdot 20} = 6910,8 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n = 6900 \text{ мин}^{-1}$.

7. Сила резания:

					ДП 15.02.08 02.14.20 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^n z}{D^q n^w}, \quad ()$$

где z – число зубьев фрезы;

n – частота вращения шпинделя, мин^{-1} ;

t – глубина резания, мм;

B – ширина фрезерования, мм;

S_z – подача на один зуб, мм;

Коэффициенты C_p и показатели степени приведены в таблице 41, справочника технолога машиностроения том 2;

Коэффициент материала $K_{\text{мр}}$ для медных и алюминиевых сплавов приведены в таблице 10, Справочника технолога машиностроения том 2.

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 0,8^{0,86} \cdot 0,339^{0,72} \cdot 17,5^{1,0} \cdot 3}{20^{0,86} \cdot 6900^0} = 1093,3 \text{ Н}.$$

8. Крутящий момент

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100}, \quad ()$$

где P_z – сила резания, Н;

D – диаметр фрезы, мм.

$$M_{\text{кр}} = \frac{1093,3 \cdot 20}{2 \cdot 100} = 109,33 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

9. Расчет потребляемой мощности

$$P_c = \frac{a_p \cdot a_e \cdot V_f \cdot K}{100000}, \quad ()$$

где a_p – глубина резания, мм;

a_e – ширина резания, мм;

V_f – подача стола, мм/мин;

Постоянная K в расчетах мощности, принимается $K=2,1$.

$$P_c = \frac{0,8 \cdot 17,5 \cdot 7017,3 \cdot 2,1}{100000} = 2,06 \text{ кВт}.$$

$$V_f = f_z \cdot n \cdot z_n, \quad ()$$

					ДП 15.02.08 02.14.20 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где f_z - подача на зуб фрезы, мм;

n – частота вращения шпинделя, мин⁻¹;

z_n - количество режущих кромок.

$$V_f = 0,339 \cdot 6900 \cdot 3 = 7017,3 \text{ мм/мин.}$$

020 Универсально – фрезерная многоцелевая.

Деталь – корпус насоса, материал детали алюминий АК8л (АЛ34) - алюминиевый литейный сплав. Твердость – 80-90. Заготовка - отливка, полученная литьем в кокиль, массой 3,875кг..

Оборудование станок DMU50eV, размер партии 15 штук.

Сверлить 6 центровочных отверстий 4, 7. Режущий инструмент 2317- 0103 Сверло Ø1.6 Измерительный инструмент – ШЦЦ-II-160-0.01 Штангенциркуль.

Последовательность расчета:

2. Режущий инструмент устанавливаем из условия, что для сверления отверстий в детали из сплава АК8л (АЛ34) при нормальной жесткости технологической системы рекомендуется сверло из быстрорежущей стали Р6М5.

3. Размеры обработки и расчетная глубина обработки определяется по чертежу детали.

Глубина резания t при сверлении

$$t = 0.5 \cdot D, \quad ()$$

$$t = 0.5 \cdot 1,6 = 0,8 \text{ мм.}$$

4. Подача S определяется из условий, что при обработке стали с пределом твердости $HB \leq 170$, сверло диаметром 1,6 мм.

Выбираем $S_0 = 0,08$ мм/об.

5. Скорость резания V определяется из условия

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S_o^y} K_v, \quad ()$$

где D – диаметр инструмента, мм;

S_o – подача, мм/об;

T – период стойкости, принимаем $T=20$;

K_v – общий поправочный коэффициент на скорость резания;

					ДП 15.02.08 02.14.20 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Коэффициенты C_v и показатели степени приведены в таблице 28, справочника технолога машиностроения том 2

$$V = \frac{36,3 \cdot 1,6^{0,25}}{20^{0,125} \cdot 0,08^{0,55}} \cdot 0,8 = 72,9 \text{ мм/мин.}$$

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий условия резания, значения приняты из справочника технолога машиностроения том 2.

$$K_v = K_{mv} K_{uv} K_{lv}, \quad ()$$

где K_{mv} – коэффициент на обрабатываемый материал (таблица 1-4);

K_{uv} – коэффициент на инструментальный материал (таблица 6);

K_{lv} – коэффициент учитывающий глубину сверления (таблица 31).

$$K_v = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,8.$$

6. Частота вращения

$$n = \frac{1000v}{\pi D}, \quad ()$$

где 1000 – коэффициент перевода миллиметров в метры;

V – скорость резания м/мин;

D – диаметр заготовки по обрабатываемой поверхности при точении и диаметр фрезы или сверла при фрезеровании или сверлении, мм;

π – математическая постоянная равная 3,14.

$$n = \frac{1000 \cdot 72,9}{3,14 \cdot 1,6} = 14510,4 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n = 14510 \text{ мин}^{-1}$.

7. Крутящий момент

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

где D – диаметр инструмента, мм;

S – подача, мм/об;

K_p – коэффициент учитывающий фактические условия обработки, принимаем 0,1;

Коэффициенты C_m и показатели степени приведены в таблице 32, справочника технолога машиностроения том 2

					ДП 15.02.08 02.14.20 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,005 \cdot 1,6^{2,0} \cdot 0,08^{0,8} \cdot 0,1 = 0,002 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

8. Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}, \quad ()$$

где $M_{кр}$ – крутящий момент, Н·м;

n - частота вращения шпинделя, мин⁻¹.

$$N_e = \frac{0,002 \cdot 14510}{9750} = 0,003 \text{ кВт}.$$

Таблица – Результаты режимов резания

Наименование и содержание операции	t, мм.	S _z , мм/мин.	n, мин ⁻¹ .	V, м/мин.	P _z , Н.	M _{кр} , Н·м	P _с , кВт.
015 Универсально-фрезерная							
Фрезеровать поверхность 2 с припуском 0,8 мм.	0,8	2339,1	6900	434	1093,3	109,3	2,06
Фрезеровать поверхность 3 с припуском 0,8 мм.	0,8	2479,1	7270	457	949,6	94,96	1,89
Фрезеровать поверхность 2 окончательно.	1	2311,9	6820	429	1093,3	109,3	2,5
Фрезеровать поверхность 3 окончательно.	1	2451,8	7190	452	1186,9	118,7	2,3
Фрезеровать поверхность 1, 4, 5, 6 окончательно.	1	1454,1	11100	418	481,4	28,8	0,9
Сверлить 4 центровочных отверстия 7.	0,8	1161	14510	72,9		0,002	
Сверлить отверстие 7 - 4 места	3,25	1040	3250	66,26		0,2	
Фрезеровать поверхность 8 с припуском 0,5 мм	0,5	2604,1	7570	475	566,2	56,62	1,2
Фрезеровать поверхность 9 с припуском 0,5 мм	0,5	2537,04	7440	468	593,5	59,35	1,2
Фрезеровать поверхность 8 с припуском 0,1 мм	0,1	2748,5	8060	507	118,7	11,87	0,3
Фрезеровать поверхность 8 окончательно	0,5	2537,04	7440	468	593,5	59,35	1,2
Фрезеровать поверхность 9 с припуском 0,1 мм	0,1	2748,5	8060	507	118,7	11,87	0,3
Фрезеровать отверстие 1 окончательно	1	2367,8	6150	386	1561,8	156,2	2,9

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

ДП 15.02.08 02.14.20 ПЗ

Лист

11

020 Универсально-фрезерная							
Фрезеровать поверхность 2 с припуском 0,8 мм	0,8	2448	7200	452	204,6	20,46	1,9
Фрезеровать поверхность 1 с припуском 2 мм	2	2339	6880	432	460,4	46,035	4,6
Фрезеровать поверхность 2 окончательно	1	2420,8	7120	447	255,8	25,6	2,4
Фрезеровать поверхность 1 с припуском 0,5 мм.	0,5	2505,8	7370	463	127,9	12,79	1,4
Фрезеровать поверхность 1 окончательно	0,5	2505,8	7370	463	127,9	12,9	1,4
Сверлить 6 центровочных отверстий 4, 7	0,8	1160,8	14510	72,9		0,002	0,003
Сверлить центровочное отверстие 1	0,8	1160,8	14510	72,9		0,002	0,003
Сверлить отверстие 1.	6	689,7	1210	45,5		0,5	0,06
Фрезеровать отверстие 1 предварительно с припуском 0,5	0,5	1827,1	15100	475	170,5	8,5	0,4
Фрезеровать поверхность 5, 6, 8, 9 окончательно	0,5	1582	14000	438	221,7	11,1	0,4
Сверлить отверстие 4 - 2 места	4,25	703	1850	49,4		0,2	0,04
Сверлить отверстие 7 - 4 места.	3,1	722,1	2490	48,4		0,08	0,02
Фрезеровать поверхность 2, 3 с припуском 0.2 мм	0,2	31,53	1051	132	59,5	1,19	0,002
Фрезеровать поверхность 2, 3 окончательно	1,8	303	10100	127	317,44	6,3	0,13
Фрезеровать отверстие 1 окончательно	2	1628,4	13800	433	664,95	33,2	1,3

2.5 Расчет и определение норм времени

Под техническим нормированием понимается становление нормы времени на выполнение определенной работы. Техническая норма времени, определяющая затраты времени на обработку (сборку), служит основой для оплаты работы, калькуляции и себестоимости детали и изделия.

					ДП 15.02.08 02.14.20 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

На основе технических норм времени рассчитываются длительность производственного цикла, необходимое количество станков, инструментов и рабочих, определяется производственная мощность цехов или участков. Норма времени является одним из основных факторов для оценки совершенства технологического процесса и выбора наиболее прогрессивного варианта обработки заготовки.

Расчет производится для двух операций, результаты расчетов нормы времени представлены в [таблице](#)

015 Универсально – фрезерная многоцелевая.

Деталь – корпус насоса, материал детали алюминий АК8л (АЛ34) - алюминиевый литейный сплав. Твердость – 80-90. Заготовка - отливка, полученная литьем в кокиль, массой 3,875 кг.

Оборудование станок DMU 50eVo , размер партии 15 штук.

Установить деталь.

1. Фрезеровать поверхность 2 с припуском 0,8 мм. Режущий инструмент А2-20-020-040-095-003 Фреза Ø20R0.3. Измерительный инструмент – ШЦЦ-II-160-0.01 Штангенциркуль.

Последовательность расчета:

1. Основное технологическое время определяется по формуле

$$T_{осн} = \frac{L \cdot i}{S \cdot n}, \quad ()$$

где L – расчетная длина обработки, мм;

i – число проходов;

S – подача инструмента, об/мин;

n – частота вращения шпинделя, мин⁻¹.

$$T_{осн} = \frac{152 \cdot 8}{0,339 \cdot 6900} = 0,6 \text{ мин.}$$

2. Машинное время определяется по формуле

$$T_m = \frac{L}{S \cdot n}, \quad ()$$

где L – общее перемещение инструмента, мм;

					ДП 15.02.08 02.14.20 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

S – подача инструмента, мин^{-1} ;

n – частота вращения шпинделя, мин^{-1} .

Общее перемещение инструмента рассчитывается по формуле

$$L = L + l_a + l_u, \quad (0)$$

где L – расчетная длина обработки, мм;

l_a – длина перебега инструмента, мм;

l_u – длина режущей части инструмента, мм.

$$L = 152 + 3 + 2 = 157 \text{ мм}.$$

$$T_m = \frac{157}{0,334 \cdot 6900} = 0,07 \text{ мин}.$$

3. Вспомогательное время рассчитывается по формуле

$$T_в = T_{уст} + T_m, \quad (0)$$

где $T_{уст}$ – время на установку детали, мин;

T_m – машинное время, мин.

$$T_в = 0,50 + 0,07 = 0,57 \text{ мин}.$$

4. Штучное время рассчитывается по формуле

$$T_{шт} = T_o + T_в + T_{обс} + T_{отл}, \quad (0)$$

где T_o – основное технологическое время, мин;

$T_в$ – вспомогательное время, мин;

$T_{обс}$ – время на обслуживание, принимаем 0,15 мин;

$T_{отл}$ – время на отдых, принимаем 0,10 мин.

$$T_{шт} = 0,6 + 0,57 + 0,15 + 0,10 = 1,42 \text{ мин}.$$

020 Универсально – фрезерная многоцелевая.

Деталь – корпус насоса, материал детали алюминий АК8л (АЛ34) – алюминиевый литейный сплав. Твердость – 80-90. Заготовка – отливка, полученная литьем в кокиль, массой 3,875 кг.

Оборудование станок DMU 50eVo, размер партии 15 штук.

Сверлить 6 центровочных отверстий 4, 7. Режущий инструмент 2317- 0103
Сверло Ø1.6 Измерительный инструмент – ШЦЦ-II-160-0.01 Штангенциркуль.

Последовательность расчета:

					ДП 15.02.08 02.14.20 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

1. Основное технологическое время определяется по формуле

$$T_{осн} = \frac{L \cdot i}{S \cdot n}, \quad (0)$$

где L – расчетная длина обработки, мм;

i – число проходов;

S – подача инструмента, мин^{-1} ;

n – частота вращения шпинделя, мин^{-1} .

$$T_{осн} = \frac{6 \cdot 1}{0,08 \cdot 14510} = 0,005 \text{ мин.}$$

2. Машинное время определяется по формуле

$$T_{м} = \frac{L}{S \cdot n}, \quad (0)$$

где L – общее перемещение инструмента, мм;

S – подача инструмента, мин^{-1} ;

n – частота вращения шпинделя, мин^{-1} .

Общее перемещение инструмента рассчитывается по формуле

$$L = L + l_a + l_u, \quad (0)$$

где L – расчетная длина обработки, мм;

l_a – длина перебега инструмента, принимаем 3 мм;

l_u – длина режущей части инструмента, принимаем 2 мм.

$$L = 60 + 3 + 2 = 65 \text{ мм.}$$

$$T_{м} = \frac{65}{0,08 \cdot 14510} = 0,06 \text{ мин.}$$

3. Вспомогательное время рассчитывается по формуле

$$T_{в} = T_{уст} + T_{м}, \quad (0)$$

где $T_{уст}$ – время на установку детали, принимаем 0,50 мин;

$T_{м}$ – машинное время, мин.

$$T_{в} = 0,50 + 0,06 = 0,56 \text{ мин.}$$

4. Штучное время рассчитывается по формуле:

$$T_{шт} = T_{о} + T_{в} + T_{обс} + T_{отл}, \quad (0)$$

где $T_{о}$ – основное технологическое время, мин;

$T_{в}$ – вспомогательное время, мин;

					ДП 15.02.08 02.14.20 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$T_{\text{обс}}$ – время на обслуживание, принимаем 0,15 мин;

$T_{\text{отд}}$ – время на отдых, принимаем 0,10 мин.

$$T_{\text{шт}} = 0,005 + 0,56 + 0,15 + 0,10 = 0,84 \text{ мин.}$$

Таблица – Расчет нормы времени

Наименование и содержание операции	$T_{\text{осн}}$, МИН.	$T_{\text{м}}$, МИН.	$T_{\text{в}}$, МИН.	$T_{\text{обс}}$, МИН.	$T_{\text{отд}}$, МИН.	$T_{\text{шт}}$, МИН.
015 Универсально – фрезерная многоцелевая.						
Фрезеровать поверхность 2 с припуском 0,8 мм.	0,6	0,07	0,57	0,15	0,10	1,42
Фрезеровать поверхность 3 с припуском 0,8 мм.	0,7	0,09	0,59	0,15	0,10	1,48
Фрезеровать поверхность 2 окончательно.	1,4	0,09	0,59	0,15	0,10	1,2
Фрезеровать поверхность 3 окончательно.	1,7	0,06	0,56	0,15	0,10	1,47
Фрезеровать поверхность 1, 4, 5, 6 окончательно.	1,4	0,14	0,64	0,15	0,10	2,25
Сверлить 4 центровочных отверстия 7.	0,005	0,05	0,55	0,15	0,10	0,76
Сверлить отверстие 7 - 4 места.	0,004	0,05	0,55	0,15	0,10	0,76
Фрезеровать поверхность 8 с припуском 0,5 мм.	0,5	0,09	0,59	0,15	0,10	1,28
Фрезеровать поверхность 9 с припуском 0,5 мм.	0,4	0,05	0,55	0,15	0,10	1,06
Фрезеровать поверхность 8 с припуском 0,1 мм.	0,08	0,06	0,56	0,15	0,10	0,85
Фрезеровать поверхность 8 окончательно.	1,5	0,07	0,57	0,15	0,10	1,28
Фрезеровать поверхность 9 с припуском 0,1 мм.	0,07	0,1	0,6	0,15	0,10	0,88
Фрезеровать отверстие 1 окончательно.	1,15	0,08	0,58	0,15	0,10	0,94
020 Универсально – фрезерная многоцелевая.						
Фрезеровать поверхность 2 с припуском 0,8 мм.	0,4	0,1	0,6	0,15	0,10	1
Фрезеровать поверхность 1 с припуском 2 мм.	0,8	0,07	0,57	0,15	0,10	0,81
Фрезеровать поверхность 2 окончательно.	1,2	0,1	0,6	0,15	0,10	1
Фрезеровать поверхность 1 с припуском 0,5 мм.	0,6	0,08	0,58	0,15	0,10	0,86
Фрезеровать поверхность 1 окончательно.	1,3	0,11	0,61	0,15	0,10	1,71
Сверлить 6 центровочных отверстий 4, 7.	0,005	0,06	0,56	0,15	0,10	0,84
Сверлить центровочное отверстие 1.	0,005	0,06	0,56	0,15	0,10	0,76
Сверлить отверстие 1.	0,5	0,08	0,58	0,15	0,10	0,82
Фрезеровать отверстие 1 предварительно с припуском 0,5.	0,6	0,1	0,6	0,15	0,10	1,4
Фрезеровать поверхность 5, 6, 8, 9 окончательно.	1,4	0,07	0,57	0,15	0,10	1,67
Сверлить отверстие 4 - 2 места.	0,5	0,09	0,59	0,15	0,10	1,29

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

Сверлить отверстие 7 - 4 места.	0,6	0,11	0,61	0,15	0,10	1,41
Фрезеровать поверхность 2, 3 с припуском 0.2 мм.	0,08	0,06	0,56	0,15	0,10	0,88
Фрезеровать поверхность 2, 3 окончательно.	1,8	0,1	0,6	0,15	0,10	1,56
Фрезеровать отверстие 1 окончательно.	1,5	0,15	0,65	0,15	0,10	1,25

					ДП 15.02.08 02.14.20 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

3. Экономика и организация производства

3.1 Расчет календарно-плановых нормативов

Таблица - Исходные данные

Наименование операции	Модель станка	Разряд	Тштк	Тпз	Тдоз	Квн
Фрезерная	DMU 50	4	23,19	2,319	5598	1,12
Фрезерная	DMU 50	4	31,25	1,125	6779	1,12

Принимается, что тип производства, по которому работает цех, является мелкосерийный, особенностью которого является изготовление деталей малыми партиями.

Оптимальный размер партии деталей, N_{opt} . шт. рассчитывается по формуле

$$N_{opt} = \frac{N \cdot t}{D} \quad ()$$

где N – годовая программа выпуска, в штуках;

t – запас деталей в днях, зависит от массы и размеров деталей, принимаем 3;

D – количество рабочих дней в году. В 2018 году принимаем количество дней равным 247.

$$N_{opt} = \frac{15 \cdot 3}{247} = 0,02 \text{ шт.}$$

В данном этапе также определяется штучно-калькуляционное время.

Для каждой операции определяется суммарное время, которое рассчитывается по формуле

$$T_{сум} = T_{доз} + T_{шт}, \quad ()$$

Объединяем время выполняемых операций, так как они выполняются на одной модели станка и одним специалистом.

$$T_{сум} = (5598 + 23,19) + (6779 + 31,25) = 12431,4 \text{ мин.}$$

Определение количества оборудования на участке

Номинальный фонд работы оборудования Φ_n , ч. рассчитывается по формуле

$$\Phi_n = D \cdot a \cdot t, \quad ()$$

					ДП 15.02.08 02.14.20 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

где D – количество рабочих дней в году, 247 дней;

a – режим сменности, принимаем 2 смены;

t – продолжительность смены, 8 ч.

$$\Phi_n = 247 \cdot 2 \cdot 8 = 3952 \text{ ч.}$$

Действительный годовой фонд времени работы оборудования, Φ_d , рассчитывается по формуле

$$\Phi_d = \Phi_n \cdot 0,95, \quad ()$$

где Φ_n – номинальный фонд оборудования, в часах;

0,95 - коэффициент, учитывающий потери времени на ремонт.

$$\Phi_d = 3952 \cdot 0,95 = 3754,4 \text{ ч.}$$

Расчет потребного количества оборудования определяется по формуле

$$N_p = \frac{(\sum T_{шт} + T_{доз}) N}{K_{вн} \Phi_d 60}, \quad ()$$

где N – годовая программа выпуска, шт;

$T_{шт}$ – сумма штучно – калькуляционного времени операций, выпускаемых на данной модели станка, мин;

$T_{доз}$ – время дозагрузки станка, мин;

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения норм, принимаем 1,12;

Φ_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования, в часах.

Количество обрабатывающих станков ЧПУ

$$N_p = \frac{12431,4 \cdot 15}{1,12 \cdot 3754,4 \cdot 60} = 7,4 \text{ шт.}$$

Принятое $N_{пр}$ количество станков определяется округлением расчетного числа N_p станков, до ближайшего целого числа, в нашем случае равно 7.

Коэффициент загрузки для каждой модели станка рассчитывается по формуле

$$K_z = \frac{N_p}{N_{пр}}, \quad ()$$

Коэффициент загрузки для станков ЧПУ

$$K_z = \frac{7,4}{7} = 1,1.$$

					ДП 15.02.08 02.14.20 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

3.2 Расчет основных технико – экономических показателей участка механической обработки деталей.

Для расчета потребного количества станочников, определим действительный эффективный фонд рабочего времени $\Phi_э$, ч.

Для определения $\Phi_э$, составляется баланс рабочего времени таблица

Таблица – баланс рабочего времени

Наименование статей	Величина потерь		
	%	ч/дн	ч/час
1.Номинальный фонд		247	3952
2 Целодневные потери:			
2.1 Очередные отпуска;	12,8	31,616	505,856
2.2 Дополнительные отпуска;	0,45	1,1115	17,784
2.3 Невыходы по болезни;	0,44	1,0868	17,3888
2.4 Выполнение государственных обязанностей;	0,08	0,1976	3,1616
Итого целодневных потерь		31,0119	544,1904
3 Внутрисменные потери	0,7	0,6916	1,1065
4 Действительный фонд рабочего времени		212,9881	3408

Потребное количество станочников для каждой специальности рассчитывается по формуле

$$N_p = \frac{\sum T_{\text{сум}} \cdot N}{K_{\text{вн}} \cdot \Phi_э \cdot 60} \quad ()$$

где $T_{\text{сум}}$ – суммарное время операции, выполняемое рабочим данной специальности;

N – годовая программа выпуска, шт;

$K_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения норм, принимаем 1,12;

$\Phi_э$ - эффективный фонд рабочего времени.

Количество операторов станков ЧПУ

$$N_p = \frac{12431,4 \cdot 15}{1,12 \cdot 3408 \cdot 60} = 0,8 \approx 1$$

Рассчитанное количество рабочих округляется до целого числа в большую или меньшую сторону.

Для реализации годовой программы требуется 1 оператора станков с ЧПУ 4 разряда.

Расчет фонда заработной платы основных рабочих участков

Сумма расценок за выполнение операции технологического процесса по ведущей детали с учетом дозагрузки ΣP , р.

$$\sum P = \frac{(T_{\text{сум}} \cdot C_{\text{т}})}{60}, \quad ()$$

где $C_{\text{т}}$ - тарифная ставка соответствующего разряда, 44,11р.

Сумма расценок за выполнение токарной операции ЧПУ

$$\sum P = \frac{(12431,4 \cdot 44,11)}{60} = 9139,4 \text{ р.}$$

При расчете приняты следующие тарифные ставки:

1 разряд – 22,63 р.	4 разряд – 44,11 р.
2 разряд – 35,88 р.	5 разряд – 49,05 р.
3 разряд – 40,80 р.	6 разряд – 54,40р.

Основная (прямая) заработная плата Z_o , р. , рассчитывается по формуле

$$Z_o = \sum P \cdot N \quad ()$$

Основная(прямая) заработная плата Z_o , рассчитывается на фрезерную операцию

$$Z_o = 9139,4 \cdot 15 = 137091$$

Часовой, дневной и месячный годовые фонды с учетом северных льгот и районных коэффициентов рассчитываются в соответствии с доплатами до данных фондов.

Расчет заработной платы произведен в таблице

Таблица – Расчет заработной платы

Заработная плата	Процент доплат	Операторы ЧПУ
Основная (прямая)		137 091
Доплаты до дневного фонда		

- по премиальной системе	20,3	27 829
- доплата до среднего заработка	1,15	1 577
- за работу в ночное время	0,03	41
- неосвобожденным бригадирам	0,13	178
- за личное клеймо	0,015	21
- за обучение учеников	0,05	69
Итого доплат до часового фонда	21,675	29 715
Итого с учетом доплат до часового фонда	121,68	166 812
Доплаты до дневного фонда	0,17	233
Итого с учетом доплат до дневного фонда		167 045
Доплаты до месячного фонда		
- оплата отпусков	21,4	29 378
- оплата по среднему	1,3	1783
- выходные пособия	0,08	109,7
- премия из фонда мастера	0,07	96
- выполнение государственных обязанностей	0,21	288
Итого доплаты до месячного фонда	23,06	31 614
Итого с учетом доплат до месячного фонда		198 659
Годовой фонд зарплаты с учетом северного и районного коэффициентов		397 318

Коэффициент доплат K_o , рассчитывается по формуле

$$K_o = \frac{Z}{Z_o}, \quad ()$$

где Z – месячный фонд зарплаты с учетом северного и районного коэффициентов, руб.

Z_o – основная заработная плата, руб.

$$K_o = \frac{397318}{137091} = 2,89.$$

Среднемесячная заработная плата рабочих $Z_{cp.}$, р. рассчитывается по формуле

$$Z_{cp.} = \frac{Z_4}{12n}, \quad ()$$

где n - количество рабочих данной специальности, принято 1;

Z_4 - годовой, месячный фонд заработной платы, р.

Среднемесячная заработная плата операторов с ЧПУ

$$Z_{cp.} = \frac{397318}{12 \cdot 1} = 33\,109,8 \text{ р.}$$

3.3 Определение текущих затрат (себестоимость продукции)

Расчет цеховой себестоимости ведется по следующим статьям калькуляции:

					ДП 15.02.08 02.14.20 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

- стоимость материала за вычетом доходов

$$C_m = m_3 \cdot C_1 \cdot (1 + \%TЗР) - m_o \cdot C_2 \quad ()$$

где m_3 - масса заготовки, кг.;

m_o - масса отходов, кг.;

C_1 - цена 1 кг, материала, р.; Принимаем = 120 р.

C_2 - цена 1 кг, отходов, р.; Принимаем = 40 р.

TЗР- транспортно - заготовительные расходы, в % от стоимости материала принимаем в следующих пределах –15÷20%.

$$C_m = 120 \cdot (1 + 0,15) - 40 = 67$$

- зарплата основных рабочих по обработке ведущей детали C_3 , р. рассчитывается по формуле

$$C_3 = \sum P \cdot K_o \quad ()$$

где ΣP - сумма сдельных расценок за операцию технологического процесса без учета дозагрузки, р.;

$$C_3 = \frac{(23,19 + 31,25) \cdot 44,11}{60} \cdot 2,89 = 2,6$$

- затраты на содержание и эксплуатацию оборудования. Принимаются в процентах от основной заработной платы основных рабочих.

Таблица 12 – Расчет статей калькуляции

Статьи калькуляции	% затрат	На 1 деталь	На годовую программу
Стоимость материала		24 773	99 090 996
Зарплата основных рабочих		1,83	7 320
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования			
1. Амортизация оборудования	31	0,57	2 269
2. Эксплуатация оборудования	24	0,44	1 757
3. Затраты на электроэнергию	15	0,27	1 098
4. Затраты на сжатый воздух	12	0,22	878
5. Расходы на воду для технических нужд	12	0,22	878
6. Расходы на покраску станков	2	0,04	146
7. Внутризаводские перевозки грузов	14	0,26	1 025
8. Текущий ремонт	12	0,22	878
9. Расход малоценного инструмента	20	0,37	1 464

10. Прочие расходы	35	0,64	2 562
Общехозяйственные расходы:			0
1. Содержание аппарата управления	97	1,78	7 100
2. Содержание прочего цехового персонала	19	0,35	1 391
3. Амортизация зданий и сооружений	9	0,16	659
4. Содержание зданий и сооружений	39	0,71	2 855
5. Текущий ремонт зданий и сооружений	3	0,05	220
6. Расходы по охране труда	5	0,09	366
7. Прочие расходы	30	0,55	2 196
Социальный налог	26	0,48	1 903
Итого		24 781,99	99 127 962

Себестоимость годовой программы выпуска деталей составила р.

3.4 Определение экономической эффективности проектируемого технологического процесса

При расчете необходимо сравнивать технологическую себестоимость обработки одной и той же поверхности различными методами:

Под 1 вариантом понимается проектная технология, под 2 - базовая (заводская) технология обработки детали.

Таблица 13- Материал детали – Отливка АЛ34л

Наименование показателей	Проектная технология (вариант 1)	Базовая технология (вариант 2)
1 Модель станка	DMU 50	DMU 40
2 Годовая программа, шт	15	
3 Разряд станочника	4	5
4 Масса заготовки, кг		
5 Масса детали, кг		
6 Норма штучно – калькуляционного времени, мин		
7 Норма машинного времени, мин		
8 Мощность электродвигателя, кВт	88	85
9 Коэффициент эффективной мощности двигателя	0.81	
10 Стоимость 1 кВт/час	3,68	
11 Балансовая стоимость станка, руб	10000000	7000000

12 Наименование инструмента	Фреза	Фреза
-----------------------------	-------	-------

Расчеты технологической себестоимости производителя по следующим калькуляционным статьям:

- заработная плата станочника $C_з.р.$, рассчитывается по формуле

$$C_з = Z_o + Z_{дон} \quad ()$$

где Z_o - основная заработная плата, р, рассчитывается по формуле

$$Z_o = \frac{T_{шт} \cdot C_m}{60} \quad ()$$

где $T_{шт}$ - штучно-калькуляционное время на деталь, мин.

для 1 варианта

$$Z_o = \frac{54.44 \cdot 44,11}{60} = 40,02$$

для 2 варианта

$$Z_o = \frac{321 \cdot 49,05}{60} = 262,4$$

Дополнительную заработную плату станочника рассчитаем по формуле:

$$Z_{дон} = K_{дон} \cdot Z_o \quad ()$$

Получим заработную плату станочника $C_з, р.$

для 1 варианта

$$C_з = 40,2 + 40,2 \cdot 2,89 = 232,4$$

для 2 варианта

$$C_з = 262,4 + 262,4 \cdot 2,89 = 1516,7$$

-отчисления во внебюджетные фонды (социальный налог), $C_o.р.$, рассчитывается по формуле

$$C_o = C_з \cdot \%ОВФ \quad ()$$

где % ОВФ - процент отчислений во внебюджетные фонды от основной заработной платы рабочих, составляет – 26 %

для 1 варианта

$$C_o = 232,4 \cdot 26\% = 60,4$$

для 2 варианта

					ДП 15.02.08 02.14.20 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

$$C_o = 1516,7 \cdot 26\% = 394,3$$

- затраты на силовую энергию $C_{эн}$, р. рассчитываются, по формуле

$$C_{эн} = \frac{[0,25 \cdot N_э \cdot (T_{шк} - T_м) + (0,5 \div 0,8) \cdot N_э \cdot T_м] \cdot C_к}{60}$$

где 0,25 - коэффициент эффективности мощности двигателя в период холостого хода;

0,5 ÷ 0,8 - коэффициент эффективности мощности двигателя в период рабочего хода;

$N_э$ - эффективная мощность двигателя, кВт

$T_м$ - норма машинного времени, мин.

$C_к$ - стоимость 1 кВт/часа электроэнергии, 1 кВт/час = 3,68 р.,

для 1 варианта

$$C_{эн} = \frac{[0,25 \cdot 30 \cdot (38 - 3) + 0,80 \cdot 30 \cdot 3] \cdot 3,68}{60} = 20,52$$

для 2 варианта

$$C_{эн} = \frac{[0,25 \cdot 10 \cdot (63 - 15) + 0,80 \cdot 10 \cdot 15] \cdot 3,68}{60} = 14,72$$

- затраты на амортизацию оборудования рассчитываются по формуле

$$C_a = \frac{C_o \cdot T_{шк}}{100 \cdot \Phi_d \cdot 60 \cdot K_з \cdot K_{вн}}$$

где C_o - первоначальная (балансовая) стоимость станка, р.

Φ_d — действительный годовой фонд времени оборудования, час., берется из второго этапа.

N_o - норма амортизации. Для универсальных станков -5%; с ЧПУ - 6.7 %; для шлифовальных — 5.6 %.

$K_з$ — коэффициент загрузки станка.

для 1 варианта

$$C_a = \frac{10000000 \cdot 38 \cdot 6,7}{100 \cdot 3754,4 \cdot 60 \cdot 1,1 \cdot 1,12} = 75,4$$

для 2 варианта

$$C_a = \frac{900000 \cdot 5 \cdot 63}{100 \cdot 3754,4 \cdot 60 \cdot 1,1 \cdot 1,12} = 12$$

					ДП 15.02.08 02.14.20 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

- затраты на ремонт оборудования рассчитываются по следующей формуле

$$C_{\text{эк}} = \frac{(C_{\text{м}} \cdot K_{\text{м}} + C_{\text{э}} \cdot K_{\text{э}}) \cdot T_{\text{шт}}}{\Phi_{\text{д}} \cdot 60 \cdot K_{\text{вн}}} \quad ()$$

где $C_{\text{м}}$ и $C_{\text{э}}$ - годовые затраты на ремонт оборудования, соответственно по механической и электрической части оборудования на единицу ремонта сложности;

$K_{\text{м}}$ и $K_{\text{э}}$ - категория ремонта сложности станка по механической и электрической части;

для 1 варианта

$$C_{\text{эк}} = \frac{(1200 \cdot 15 + 800 \cdot 10) \cdot 38}{3754,4 \cdot 60 \cdot 1,12} = 4,09$$

для 2 варианта

$$C_{\text{эк}} = \frac{(1200 \cdot 12 + 800 \cdot 8) \cdot 63}{3754,4 \cdot 60 \cdot 1,12} = 5,43$$

- затраты на вспомогательные материалы рассчитываются по формуле

$$C_{\text{вм}} = \frac{C_{\text{в}} \cdot T_{\text{штк}}}{\Phi_{\text{д}} \cdot 60 \cdot K_{\text{вн}}} \quad ()$$

где $C_{\text{в}}$ - годовые затраты на вспомогательные материалы, р.

для 1 варианта

$$C_{\text{вм}} = \frac{700 \cdot 38}{3754,4 \cdot 60 \cdot 1,12} = 0,1$$

для 2 варианта

$$C_{\text{вм}} = \frac{700 \cdot 63}{3754,4 \cdot 60 \cdot 1,12} = 0,17$$

- затраты на эксплуатацию оснастки складываются из затрат на эксплуатацию инструментов $C_{\text{и}}$ и приспособлений $C_{\text{пр}}$ и определяются по формуле

$$C_{\text{эо}} = C_{\text{и}} + C_{\text{пр}} \quad ()$$

$$C_{\text{и}} = Ц_1 \cdot T_{\text{маш}} \quad ()$$

$$C_{\text{пр}} = Ц_2 \cdot T_{\text{маш}} \quad ()$$

где $Ц_1$ - стоимость одной минуты работы инструмента, р.

Принимаем стоимость одной минуты = 0,25 р.,

					ДП 15.02.08 02.14.20 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

C_2 - стоимость одной минуты работы приспособлений, р.

Принимаем стоимость одной минуты = 0,3 р.

$T_{\text{маш}}$ - норма машинного времени, мин.

для 1 варианта

$$C_{\text{зо}} = 0,25 \cdot 3 + 0,3 \cdot 3 = 1,65$$

для 2 варианта

$$C_{\text{зо}} = 0,25 \cdot 15 + 0,3 \cdot 15 = 8,25$$

Таблица – Расчет технологической себестоимости

Статья	1 вариант, р.	2 вариант, р.
Заработная плата станочника	232,4	1516,7
Социальный налог	60,4	394,3
Затраты на силовую электроэнергию		
Амортизация оборудования		
Эксплуатация оснастки		
Затраты на ремонт оборудования		
Вспомогательные материалы		
Общие затраты на изготовление детали		

Условно- годовая экономия $\mathcal{E}_{\text{год}}$, р. рассчитывается по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = \sum C_{i\text{баз}} - \sum C_{i\text{нр}} \quad ()$$

где $\sum C_i$ - сумма затрат по статьям себестоимости, р.

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = 285,38 \cdot 4000 - 238,87 \cdot 4000 = 4 \text{ р.}$$

Экономический эффект от внедрения представленного приспособления составит рублей

4. Промышленная безопасность

					ДП 15.02.08 02.14.20 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

4.1 Анализ опасных производственных факторов на механическом участке по изготовлению детали

При механической обработке детали «Корпус насоса» на металлорежущих станках возникает ряд физических опасных и вредных производственных факторов.

Вредными физическими производственными факторами, характерными для процесса резания, являются повышенная запыленность воздуха рабочей зоны; высокий уровень шума и вибрации; недостаточная освещенность рабочей зоны; повышенная пульсация светового потока.

Пылью называются мельчайшие частицы твердого вещества, которые могут находиться в воздухе во взвешенном состоянии. В условиях машиностроительного производства выделение пыли связано с процессами механического измельчения, приготовления формовочных смесей, механической обработки твердых и хрупких материалов и т.д.

Разнообразные металлорежущие станки в процессе обработки деталей сопровождают свою работу шумом и вибрацией.

Звук представляет собою волнообразно распространяющийся в упругой среде колебательный процесс. Человек воспринимает лишь звуки, имеющие частоту от 20 до 20000 Гц. Ниже 20 Гц находится область инфразвука. Выше 20000 Гц - область ультразвука.

Шум как общебиологический раздражитель может влиять практически на все органы и системы организма. Предельно допустимый уровень шума на рабочих местах составляет 80 дБА согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»

Вибрация - это механическое колебательное движение системы с упругими связями; движение точки или механической системы, при котором происходит поочередное возрастание, и убывание во времени значений, по крайней мере, одной координаты. Причиной возбуждения вибраций являются возникающие при

					ДП 15.02.08 02.14.20 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

работе машин и агрегатов неуравновешенные силовые воздействия. Источником такого дисбаланса может быть неоднородность материала вращающегося тела, несовпадение центра массы тела и оси вращения, деформация деталей, а также неправильная установка и эксплуатация оборудования.

Вибрации вызывают отрицательное воздействие на оборудование, здания, также на механическую обработку изделий. Вибрации, как шум, вредно действуют на организм человека. В данном случае допустимые санитарные нормы на вибрации составляют 107 дБ (СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий»). Вибрация оказывает опасное действие на отдельные органы тела и организм человека в целом, вызывая вибрационную болезнь.

Освещение рабочего места - важнейший фактор создания нормальных условий труда. Неудовлетворительная освещенность вызывает напряжение в органах зрения, головные боли, привести к быстрой утомляемости рабочего и снижению работоспособности.

При хорошем освещении устраняется напряжение глаз, облегчается различение обрабатываемых изделий, ускоряется темп работы. Необходимо соблюдать требования к освещению: единство нормирования искусственного и естественного освещения, согласно СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение», выполнение гигиенических требований, экономических, эстетических требований безопасности.

Одним из опасных производственных факторов является электрический ток.

Так как производство автоматизировано, то все технологическое оборудование использует в качестве энергии электроэнергию, так что на производстве не исключена возможность поражения работающего персонала электрическим током. Для предупреждения поражения электрическим током рабочего персонала станок заземляется.

Воздействие электрического тока на организм человека может иметь серьезные последствия для здоровья, вплоть до смертельного исхода. Рабочие

					ДП 15.02.08 02.14.20 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

должны соблюдать нормы СанПиН 58.02-91 «Выполнение работ в условиях воздействия электрических полей промышленных частот».

4.2 Мероприятия по охране труда, обеспечивающие безопасность рабочих

Организация современного производства немыслима без четкого соблюдения норм, правил безопасности и производственной санитарии.

В решении этих вопросов должны участвовать все, кто создает и осваивает новые технику и технологию, кто контролирует их соответствие требованиям системы стандартов безопасности труда (ССБТ), гигиены и психологии труда.

Организационно-технические средства обеспечения безопасности защищают человека от производственных травм и профессиональных заболеваний.

Все средства защиты от воздействия вредных и опасных факторов производственной среды подразделяются на два больших класса: средства индивидуальной защиты (СИЗ) и средства коллективной защиты.

Все СИЗ подразделяются на 12 классов, например средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД), специальная одежда, средства защиты рук и ног, средства защиты глаз, лица и головы, средства защиты органов слуха, средства защиты от вибрации. Для защиты от поражения электрическим током применяются диэлектрические средства защиты. При работе на высоте, в емкостях, колодцах и т.п. применяются предохранительные пояса со страховочной цепью или веревкой. Для защиты от вредных и ионизирующих излучений служат специальные индивидуальные средства защиты.

К коллективным средствам защиты относятся, например, знаки безопасности, предупредительные плакаты для электроустановок, предупреждающая окраска, знаки опасности для грузов и т.д.

Станочное оборудование обязательно должно иметь защитное ограждение и предохранительные устройства.

Ионизирующие излучения. К средствам коллективной защиты от ионизирующих излучений относятся боксы, камеры, ниши, колодцы, сейфы,

					ДП 15.02.08 02.14.20 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

вытяжные шкафы, передвижные и стационарные щиты, ширмы, фартуки, металлические кожухи, манипуляторы и другие средства дистанционного управления, а также защитные покрытия.

Колебания тел, передаваемые непосредственно или через окружающие нас твердые, жидкие и газообразные среды, вызывают шум, вибрацию и ультразвук.

Наиболее эффективным способом борьбы с шумом является устранение его в самом источнике образования, т.е. в конструкциях машин, агрегатов и оборудования. Устранение или уменьшение шума достигается при изменении технологических процессов и замене шумящего оборудования на бесшумное.

Снижение шума достигается также различными средствами звукопоглощения (глушители, капоты, кожухи и т.д.).

Коллективная защита от шума должна осуществляться техническими средствами, т.е. применением малошумящих узлов, незвучных материалов, правильным выбором кинематических схем, использованием звукопоглощающих материалов, звукоизоляции источников шума т.д.

Средства коллективной защиты – виброгашение и виброизоляция. Виброгашение достигается установкой оборудования на фундаменты, изолированные от пола. Виброизоляция осуществляется введением промежуточного звена между источником вибрации и рабочим местом или той частью инструмента, которая имеет непосредственный контакт с телом работающего.

К средствам коллективной защиты от ультразвука относится уменьшение вредного излучения звуковой энергии в источнике за счет повышения номинальных рабочих частот источников ультразвука и исключения паразитного излучения.

Локализация действия ультразвука возможна при соответствующих конструктивных и планировочных решениях: применение звукоизолирующих кожухов, полужоухов и экранов; размещение оборудования в отдельных помещениях и кабинах; применение дистанционного оборудования; облицовка отдельных помещений и кабин звукопоглощающими материалами.

					ДП 15.02.08 02.14.20 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Безопасность эксплуатации электроустановок обеспечивается применением ряда технических способов и средств, используемых по отдельности или в сочетании друг с другом. При нормальном режиме работы это выравнивание потенциалов, электрическое разделение полей, изоляция токоведущих частей, применение оградительных устройств, предупредительная сигнализация, блокировка, использование знаков безопасности, средств защиты и предохранительных приспособлений. В аварийном режиме – это защитное заземление, зануление, защитное отключение, дополнительная (двойная изоляция), применение пробивных предохранителей.

4.3 Мероприятия по охране окружающей среды

Рациональная природоохранная деятельность машиностроительных предприятий является частью комплексной программы всемирной экономии материальных ресурсов. На машиностроительных предприятиях защита атмосферы от загрязнения промышленной пылью и туманами проводится с помощью пыле- и туманно улавливающих аппаратов и систем: сухих и мокрых пылеуловителей, электрофильтров и фильтров.

Сточные воды машиностроительных предприятий очищают механическими, физико-химическими и биологическими методами. Выбор схемы очистки определяется рядом факторов, включающих показатели очищаемого стока, возможность утилизации примеси и повторного использования воды для производственных нужд.

Крупные машиностроительные предприятия располагают собственными заводскими очистными станциями.

Машиностроительные предприятия являются крупными пользователями земли. Значительные площади занимают производственные и административные здания и сооружения. Поэтому основные задачи предприятий в области охраны окружающей среды должны быть направлены на предотвращение загрязнения почвы, водного и воздушного бассейнов промышленными выбросами и сточными

					ДП 15.02.08 02.14.20 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

водами, а также на создание условий для наиболее эффективного использования всех своих природных и материальных ресурсов на основе планирования природоохранной деятельности.

Для уменьшения забора свежей воды из поверхностных и подземных источников, применяют повторное водоснабжение. Для предотвращения загрязнения атмосферы герметизируют оборудование, совершенствуют способы газоочистки, улучшают способы сжигания топлива, заменяя твердое и жидкое топливо природным газом.

Все эти мероприятия позволяют уменьшить загрязнение окружающей среды, сохранить здоровье и работоспособность работающих.

					ДП 15.02.08 02.14.20 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11