

Оглавление

Введение.....	7
1. Технологическая часть.....	8
1.1 Описание и конструкторско – технологическая проработка объекта производства.....	9
1.2. Характеристика действующего технологического процесса и проектные предложения.....	11
1.3. Определение производственной программы, типа и организационной формы производства.....	11
1.4. Выбор вида участка.....	14
1.5. Проектирование технологического процесса.....	20
1.5.1. Выбор заготовки.....	20
1.5.2. Выбор баз и схем установки.....	22
1.5.3. Разработка маршрутной и операционной технологии детали Матрица.....	22
1.5.4. Определение технологических допусков, припусков на операционные размеры и их предельных значений для детали Матрица.....	25
1.5.5. Размерный анализ технологического процесса Матрица.....	31
1.5.6. Выбор технологического оборудования.....	41
1.5.7. Выбор режущего и вспомогательного инструмента.....	42
1.5.8. Выбор средств технического контроля.....	42
1.5.9. Установление режимов обработки.....	43
1.5.10. Оформление технологической документации.....	55
2. Конструкторская часть.....	56
2.1. Разработка конструкции и расчет приспособления.....	57
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	60
3.1. Выбор детали.....	61
3.2 Организационная часть.....	62
3.3 Расчет заработной платы.....	67
3.4 Расчёт цены и прибыли.....	79
4. Социальная ответственность.....	81
4.1 Производственная безопасность.....	82
4.1.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации участка изготовления деталей вырубного штампа.....	82
4.1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации участка изготовления деталей вырубного штампа.....	86
4.2 Экологическая безопасность.....	92
4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	93
4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	96
Правовые нормы трудового законодательства.....	96
Заключение.....	104
Список литературы.....	105
Приложение.....	106

Введение

Эффективность производства, технический прогресс и качество выпускаемой продукции во многом зависят от опережающего развития производства нового оборудования, машин, станков и аппаратов, от всемерного внедрения методов технико-экономического анализа, обеспечивающего решение технических вопросов и экономическую эффективность технологических и конструкторских разработок.

В настоящее время в машино- и приборостроении главной задачей является обеспечение выпуска качественной продукции при наименьшем объеме затрат и наибольшей производительности труда.

В данном дипломном проекте проанализирован существующий технологический процесс изготовления детали «Матрица» и были предложены проектные предложения по совершенствованию данного технологического процесса.

Проведен анализ служебного назначения детали, обоснован выбор заготовки. Выполнен расчет режимов резания, припусков на обработку для каждой операции, норм времени.

Перв. примен.	
Справ. №	

Подп. и дата	
Инв. № докл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

1. Технологическая часть

					ВКР151001.ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.		Бреский М.А.			Лит.	Лист	Листов
Пров.		Михаевич Е.П.					1
Н.контр.					ТПУ ИнЭО ТАМП		
Утв.					Группа 3-4301/36		

Копировал

Формат А4

1.1 Описание и конструкторско – технологическая проработка объекта производства

Выбираем технологические свойства материала детали, её размер и массы, требований к механическим свойствам, а также годовой программой выпуска (10000 изделий) выбираем в качестве материала заготовки сортовой горячекатаный прокат нормальной точности круглого сечения по ГОСТ 2591-88, материал - сталь 45 ГОСТ 1050-88.

Химический состав конструкционной углеродистой качественной стали 45 приведён в табл. 2.1[8, стр. 264].

Таблица 1.1

Химический элемент	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu
Массовая доля	0,17-0,24	0,17-0,37	0,35-0,65	$\leq 0,04$	$\leq 0,035$	$\leq 0,25$	$\leq 0,3$	$\leq 0,3$

Температура критических точек приведена в табл. 2.2 [8, стр. 264].

Таблица 1.2

A_{c1}	A_{c3}	A_{r1}	A_{r3}
$724^{\circ}C$	$845^{\circ}C$	$815^{\circ}C$	$682^{\circ}C$

Механические свойства стали 45 приведены в табл. 2.3.

Таблица 1.3

Предел прочности $\sigma_{0,2}$, МПа	Временное сопротивление σ_B , МПа	Относительное удлинение δ , %	Относительное сужение ψ , %
510	320	20	50

Плотность стали 45 при температуре $20^{\circ}C$ $\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$ [8, стр. 605].

В процессе обработки матрица подвергается термообработке, которую для данной стали нужно проводить следующим образом: закалка при температуре $765-800^{\circ}C$ (среда охлаждения – вода) и нормализация на воздухе.

Анализ технологичности конструкции матрицы

В соответствии с ГОСТ 14.301-83 разработка технологического процесса осуществляется для изделий, конструкции которых отработаны на технологичность. Технологичность – это совокупность свойств, обеспечивающих минимум затрат при изготовлении и (или) эксплуатации.

Технологичность детали зависит от следующих параметров:

- 1) Конфигурация детали;
- 2) Наличие на деталях удобных базирующих поверхностей;
- 3) Наиболее рациональный способ получения заготовок для деталей (отливок, штамповок, из проката) с размерами и формами, возможно более близкими к готовым деталям;
- 4) Требования к термической обработке и материалам;
- 5) Требования к точности и шероховатости.

Что касается требований к конфигурации детали, то деталь должна иметь наиболее рациональную форму с легкодоступными для обработки поверхностями, позволяющими обрабатывать большинство её поверхностей с одной установки. Кроме того, деталь должна иметь достаточную жёсткость с целью уменьшения трудоёмкости и себестоимости механической обработки деталей и изготовления всего изделия (необходимая жёсткость деталей позволяет обрабатывать их на станках с наиболее производительными режимами резания).

Требования к точности и шероховатости относятся к количественной оценке технологичности. Для того чтобы оценить эти показатели определим коэффициент точности K^T и коэффициент шероховатости $K^Ш$. Коэффициент точности и коэффициент шероховатости находится как среднее арифметическое соответственно всех квалитетов и шероховатостей, обозначенных на чертеже детали.

Таким образом, пользуясь чертежом детали, рассчитаем коэффициент точности:

Средний квалитет точности обработки детали [3]

$$T_{cp.} = \frac{\sum T_i * n_i}{\sum n_i},$$

где T_i – номер квалитета точности i - ой поверхности;

n_i – количество размеров деталей, обрабатываемых по T_i - му квалитету.

$$T_{cp.} = \frac{8 \cdot 2 + 10 \cdot 2 + 12 \cdot 2 + 14 \cdot 20}{26} = 13,1.$$

Эта точность может быть достигнута на станках нормальной точности. Рассчитаем, пользуясь чертежом детали, коэффициент шероховатости:

$$Ш_{cp} = \frac{\sum Ra * n_i}{\sum n_i}$$

где R_{ai} - значение шероховатости i -ой поверхности;

n_i - количество поверхностей, имеющих шероховатость R_{ai} .

$$Ш_{cp.} = \frac{3,2 \cdot 2 + 1,6 \cdot 2 + 6,3 \cdot 16}{20} = 5,52.$$

Деталь имеет простую конструкцию и правильную форму. Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, деталь является достаточно жесткой.

Обработку детали можно производить на станках нормальной точности.

Деталь имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз.

Деталь не имеет острых кромок и грубой шероховатости.

С учетом вышесказанного конструкция детали является технологичной.

1.2. Характеристика действующего технологического процесса и проектные предложения

Рекомендации по модернизации технологического процесса следующие:

- заменить станок Вертикальный консольный фрезерный станок 6Н104 и Вертикально-сверлильный станок 2Н118 на станок Сверлильно-фрезерный станок с ЧПУ FANUC ROBODRILL, тем самым все отверстия и пазы в заготовке можно будет делать за один установ, как следствие уменьшится основное время на обработку заготовки, соответственно уменьшится трудоемкость изготовления детали.

С учетом этих рекомендаций уменьшится стоимость конечного изделия, так как трудоемкость, обслуживание и ремонт оборудования включен в плановую калькуляцию детали.

1.3. Определение производственной программы, типа и организационной формы производства

Тип производства и соответствующая ему форма организации работы определяет характер технологического процесса и его построение. Поэтому, прежде чем приступить к проектированию технологического процесса необходимо, исходя из заданной производственной программы с учетом запасных частей, установить

тип производства (единичное, серийное, массовое) и соответствующую ему организационную форму выполнения технологического процесса.

На первых этапах работы по разработке технологического процесса изготовления детали ориентировочно можно определить тип производства по программе выпуска или по массе детали.

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

$$K_{з.о} = \frac{t_{\text{в}}}{T_{\text{ср}}}, \quad (1)$$

где $t_{\text{в}}$ – такт выпуска детали, мин.;

$T_{\text{ср}}$ – среднее штучно–калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин.

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\text{г}}}{N_{\text{г}}},$$

где $F_{\text{г}}$ – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

$N_{\text{г}}$ – годовая программа выпуска деталей, шт.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по Таблице 5 [3, стр.23] при двухсменном режиме работы: $F_{\text{г}} = 4015$ ч.

Тогда:

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\text{г}}}{N_{\text{г}}} = \frac{4015 \cdot 60}{10000} = 60,225 \text{ мин};$$

Среднее штучно–калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{ш.к}i}}{n}, \quad (2)$$

где $T_{\text{ш.к}i}$ – штучно – калькуляционное время i - ой основной операции, мин.;

n – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем 3-и операции ($n=3$): две токарно-револьверных и фрезерная операции (см. операционную карту).

Штучно–калькуляционное время i - ой основной операции определяем по рекомендациям Приложения 1 [3, стр.173]:

$$T_{\text{ш.к}i} = \varphi_{\text{к.}i} * T_{\text{о.}i}, \quad (3)$$

где $\varphi_{\text{к.}i}$ – коэффициент i - ой основной операции, зависящий от вида станка и типа предполагаемого производства;

$T_{\text{о.}i}$ – основное технологическое время i - ой операции, мин.

для токарной операции: $\varphi_{к.2} = \varphi_{к.3} = 1,98$;

для фрезерной операции: $\varphi_{к.4} = 1,84$;

Основное технологическое время определяем по рекомендациям приложения 1 [1, стр.172], где время зависит от длины и диаметра обрабатываемой поверхности, а также от вида обработки.

Основное технологическое время первой токарной операции (см. операционную карту):

$$T_{0.1} = (0,037*(D^2-d^2) + 0,052*(D^2-d^2) + 0,52*d*1 + 0,31*d*1 + + 0,31*d*1 + + 2*0,18*d*1)*10^{-3},$$

где D – наибольший диаметр обрабатываемого торца, мм;

d - наименьший диаметр обрабатываемого торца, мм;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.

Значения вышеперечисленных переменных определяем приближенно, по рис.1.

Тогда

$$T_{0.2} = (0,037*105^2 + 0,052*105^2 + 0,52*30*16 + 0,31*40*16 + 0,31*55*16 + + 2*0,18*58*16)*10^{-3} = 2.036 \text{ мин.}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции определяем по форм. (3):

$$T_{ш.к 2} = \varphi_{к.2} * T_{0.2} = 1,98 * 2.036 = 4.031 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время второй токарной операции (см. операционную карту):

$$T_{0.3} = (0,037*(D^2-d^2) + 0,052*(D^2-d^2) + 0,17*d*1)*10^{-3},$$

Тогда

$$T_{0.3} = (0,037*105^2 + 0,052*105^2 + 0,17*105*16)*10^{-3} = 1,267$$

Штучно – калькуляционное время данной операции, форм. (3):

$$T_{ш.к 3} = \varphi_{к.3} * T_{0.3} = 1,98 * 1,267 = 2,509 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время фрезерной операции (см. операционную карту):

$$T_{0.4} = 2*0,007*1,$$

Тогда

$$T_{0.4} = 2*0.007*105 = 1,47 \text{ мин.}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции, форм. (3):

$$T_{ш.к 4} = \varphi_{к.4} * T_{0.4} = 1,84 * 1,47 = 2,705 \text{ мин.}$$

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

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{шт.к.i}}{n} = \frac{T_{шт.к.2} + T_{шт.к.3} + T_{шт.к.4}}{3} = \frac{2,036 + 2,509 + 2,705}{3} = 2,417 \text{ мин.}$$

Тип производства определяем по форм.(1):

$$K_{3,0} = \frac{t_6}{T_{cp}} = \frac{60,225}{2,417} = 24,9$$

Так как $K_{3,0} = 24,9 > 20$, то тип производства мелкосерийный.

1.4. Выбор вида участка

Согласно утверждённого технологического процесса на участке механообработки находятся станки: Ленточно-пильный станок KASTO TWIN U4, Станок токарно-винтарезный 1K62, Сверлильно-фрезерный станок с ЧПУ FANUC ROBODRILL, Вертикальный консольный фрезерный станок 6H104, Плоскошлифовальный станок 3A740.

Таблица 1.4

№ операции	Наименование операции	$T_{шт.-к.i}$, мин	Оборудование
005	Ленточно-отрезная	23	Ленточно-пильный станок
010	Токарно-винтарезная	577	1K62
015	Фрезерная с ЧПУ	98	FANUC ROBODRILL
020	Сверлильная с ЧПУ	23	FANUC ROBODRILL
025	Фрезерная	24	6H104
040	Плоско-шлифовальная	695	3A740
	Итого	1140	

Определяем трудоемкость изготовления детали – представителя:

$$T_{шт.-к.предст.} = \sum_{i=1}^n T_{шт.-к.i}$$

n - количество операций в технологическом процессе выполняемых в проектируемом цехе.

Деталь - «Матрица», под номером 1, представитель:

Тогда

$$T_{шт.-к.предст.} = 23 + 577 + 98 + 23 + 24 + 695 = 1140 \text{ мин,}$$

Определяем соотношение общего штучно-калькуляционного времени для каждой группы оборудования:

$$\alpha_{станка} = \frac{\sum T_{шт.-к.станка}}{T_{шт.-к.предст.}},$$

$$\alpha_{лент} = \frac{23}{1140} = 0,02,$$

$$\alpha_{1K62} = \frac{577}{1140} = 0,51$$

$$\alpha_{фЧПУ} = \frac{98}{1140} = 0,09,$$

$$\alpha_{сЧПУ} = \frac{23}{1140} = 0,02$$

$$\alpha_{6H104} = \frac{24}{1140} = 0,02$$

$$\alpha_{3A740} = \frac{695}{1140} = 0,61,$$

2. Расчет коэффициента приведения

Определяем коэффициент приведения:

$$K_{прj} = K_{серj} \cdot K_{сл.j} \cdot K_{mj} \cdot K_j,$$

где K_{mj} - коэффициент приведения по массе;

$K_{серj}$ - коэффициент приведения по серийности;

$K_{сл.j}$ - коэффициент приведения по сложности;

K_j - коэффициент учитывающий материал заготовки, состояние поверхности.

Определяем коэффициент приведения по массе :

$$K_{mj} = \sqrt[3]{\left(\frac{M_j}{M_{пр}}\right)^2},$$

где M_j - вес j-ого изделия, кг;

$M_{пр}$ - вес детали – представителя, кг;

Определяем коэффициент приведения по серийности:

Если $N_{предст.} / N_j \leq 0,5$ то $K_{серj} = 0,97$

$= 1$	$= 1$
≤ 2	$= 1,12$
≤ 4	$= 1,22$
≤ 8	$= 1,28$
≥ 10	$= 1,37$

Определяем коэффициент приведения по сложности:

$$K_{\text{пё.}j} = \frac{K_{\text{точн.}j} \cdot K_{\text{шер.}j}}{K_{\text{точн.предст.}j} \cdot K_{\text{шер.предст.}j}},$$

Таблица 1.5

Средний квалитет	6	7	8	11	12	13
K _{точности}	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8

Таблица 1.6

Ra, мкм	20	10	5	2,5	1,25	0,63
K _{шероховатости}	0,95	0,98	1,0	1,1	1,2	1,4

3. Расчет трудоемкости изготовления детали

Определяем трудоемкость изготовления одной детали через общий коэффициент приведения этой детали и трудоемкость детали – представителя:

$$T_j = K_{\text{пр.}j} \cdot T_{\text{шт.-к.предст.}},$$

где T_i – трудоемкость обработки рассматриваемой детали в проектируемом цехе; $T_{\text{пр.}}$ – трудоемкость обработки детали-представителя (комплексной детали) в проектируемом цехе; $K_{\text{пр.}i}$ – коэффициент приведения рассматриваемой i -той детали.

Определяем трудоемкость изготовления всей партии рассматриваемой детали :

$$T_{N_j} = \frac{T_j \cdot N_j}{60},$$

где N_j - количество данной детали (годовая программа), шт;

Все данные и результаты расчетов сводим в таблицу 1.7

Таблица 1.7

№	N _j , шт.	K _{сер.}j}	M _j , кг	K _{m}j}	Средн. квал.	Средн. шер.	K _{сл.}j}	K _{пр.}j}	T _{шт.-к.}j, мин}	T · N , час
005	10000	0,97	2,6	0,79	12	10	1	1	23	3833
010	10000	0,97	2,6	0,79	13	5	0,8	1	577	96160
015	10000	0,97	2,6	0,79	11	1,25	12	1	98	1633
020	10000	0,97	2,6	0,79	8	1,25	1,32	1	23	3833
025	10000	0,97	2,6	0,79	13	2,5	0,88	1	24	4000
040	10000	0,97	2,6	0,79	11	1,25	1	1	695	115830
Итого:										344980

Расчет для детали – представителя «Матрица»:

$$\text{средн. квал.} = \frac{8 + 10 \cdot 2 + 12 \cdot 2 + 14 \cdot 20}{26} = 13,1,$$

$$\text{средн. шер.} = \frac{3,2 \cdot 2 + 0,8 \cdot 2 + 6,3 \cdot 16}{20} = 5,52., \quad Ra = 10 \text{ мкм},$$

$$K_{\text{пр.}} = \frac{0,9 \cdot 0,95}{0,9 \cdot 0,95} = 1.$$

Тогда

$$K_{m2} = \sqrt[3]{\left(\frac{M_2}{M_{np}}\right)^2} = \sqrt[3]{\left(\frac{0,6}{0,7}\right)^2} = 0,79,$$

Расчет общей трудоемкости изготовления всей номенклатуры деталей

Общая трудоемкость изготовления всех деталей :

$$T_{\text{общ.}} = \sum_{j=1}^{n=10} \frac{T_{\text{шт-к.}j} \cdot N_j}{60},$$

Тогда

$$T_{\text{общ.}} = 344980 \text{ час},$$

Необходимо, чтобы $T \geq 46000$ часов при двухсменной работе, что в данном случае соблюдается.

5. Расчет количества станков

Номинальный фонд времени :

$$F_n = [365 - (52 + 8)] \cdot 7 \cdot m - 56 \cdot 1 \cdot m,$$

где 365 - число дней в году,

52 - количество выходных,

8 - количество праздников,

7 - продолжительность рабочей смены,

m - количество смен в сутки,

Тогда при m = 2

$$F_n = [365 - (52 + 8)] \cdot 7 \cdot 2 - 56 \cdot 1 \cdot 2 = 4140 \text{ час}$$

Действительный фонд времени:

$$F_d = F_n \cdot K_o,$$

K_o - коэффициент учитывающий потери на проф. осмотры и ремонт.

При двух сменах в сутки $K_o = 0,97$, тогда $F_d = 4015 \text{ час}$

$$C_p = \frac{T_{\text{общ.}}}{F_d},$$

Подставив значения, получим:

$$C_p = \frac{34498}{4015} = 13,5 \text{ шт.}$$

Принимаем $C_p = 15$ шт.

$$C_{\text{р станка}} = \frac{T_{\text{общ.}}}{F_{\text{д}}} \cdot \alpha_{\text{станка}},$$

$$C_{\text{лент}} = \frac{34498}{4015} \cdot 0,02 = 0,89 \text{ шт.}$$

$$C_{\text{р 1К62}} = \frac{34498}{4015} \cdot 0,51 = 2,45 \text{ шт.}$$

$$C_{\text{р 6Н104}} = \frac{34498}{4015} \cdot 0,02 = 1,93 \text{ шт.}$$

$$C_{\text{р ЧПУ}} = \frac{34498}{4015} \cdot 0,02 = 1,84 \text{ шт.}$$

$$C_{\text{р 3А740}} = \frac{34498}{4015} \cdot 0,61 = 6,45 \text{ шт.}$$

Принимаем: $C_{\text{р лент}} = 1$ шт;

$C_{\text{р 1К62}} = 3$ шт;

$C_{\text{р 6Н104}} = 2$ шт;

Общее количество оборудования на участке:

$$C = \sum C_p = 2 + 2 + 1 + 11 = 16 \text{ станков}$$

Расчет потребной площади участка

Определяем ориентировочно площадь участка, необходимую для размещения основного оборудования:

$$S = \sum C_p * f$$

f - производственная площадь одной единицы оборудования равная 20 м²/станок для средних станков.

$$S = 19 * 20 = 320 \text{ м}^2$$

Общая площадь под участок (с учетом площади для размещения комнат начальника цеха, технолога, вспомогательных систем) составит:

$$\text{Собщ} = S * 2 = 640 \text{ м}^2$$

Расчет количества рабочих.

Расчет количества рабочих занятых в основном производстве.

-по трудоемкости работ:

$$R = T / (F_d * K_m)$$

$$R = 58036 / (4015 * 1,3) = 11 \text{ человек}$$

-по рабочим местам:

$$R = 16 \text{ человек}$$

Расчет количества вспомогательных рабочих.

-по процентному соотношению к категории производственных рабочих:

$$R_{\text{всп.}} = 25\% \text{ от } R = 16 * 0.25 = 4 \text{ человека}$$

-по рабочим местам:

Принимаем 5 человек

Расчет количества служащих.

- по процентному соотношению к категории производственных рабочих

$$R_{\text{ИТР+СКП}}(13+5)\% \text{ от } R = 16 * 0.18 = 3 \text{ человека}$$

- по рабочим местам:

$$R_{\text{ИТР+СКП}} = 9 \text{ человека}$$

Расчет младшего обслуживающего персонала.

-по трудоемкости работ:

Принимаем 1 человека.

-по рабочим местам:

Принимаем 1 человека.

Результаты расчётов заносим в таблицу 1.8

Таблица 1.8

	По трудоёмкости работ	По рабочим местам

Основные рабочие	11	19
Вспомогательные рабочие	4	5
Служащие	3	9
Младший персонал	1	1
Итого	19	31

1.5. Проектирование технологического процесса

1.5.1. Выбор заготовки

Заготовкой в машиностроении называют предмет труда, из которого изменением формы, размеров, свойств поверхностей или материал изготавливают деталь. Заготовительное производство является неотъемлемой начальной фазой любого машиностроительного производства.

Заготовки принято различать по виду, отражающему характерные особенности базового технологического метода их изготовления. Выделяют следующие виды заготовок:

- получаемые литьем
- получаемые обработкой давлением (штампованные заготовки)
- заготовки из проката
- сварные и комбинированные заготовки
- заготовки, получаемые методами порошковой металлургии.

Заготовка может быть штучной (мерной) или непрерывной, например прутки горячекатаного проката, из которого путем его разрезки в процессе изготовления могут быть получены отдельные штучные заготовки.

Обработкой металлов давлением получают кованные и штампованные заготовки, а также машиностроительные профили. Ковку применяют в единичном, мелкосерийном производстве, а также при изготовлении очень крупных, уникальных заготовок и заготовок с особо высокими требованиями к объемным свойствам материала. Штамповка позволяет получить заготовки, близкие по конфигурации к готовой детали. Механические свойства заготовок, полученных обработкой давлением, выше, чем литых.

Машиностроительные профили изготавливают прокаткой, прессованием,. Заготовки из проката применяют в единичном и серийном производстве. Прокат выбранного профиля путем разрезки превращают в штучные заготовки, из которых последующей механической обработкой изготавливают детали. Совершенство

заготовки определяется близостью выбранного профиля проката поперечному сечению детали.

Сварные и комбинированные заготовки изготавливают из отдельных составных элементов, соединяемых с помощью различных способов сварки. В комбинированной заготовке, кроме того, каждый составной элемент представляет собой самостоятельную заготовку соответствующего вида, изготовленную выбранным способом по самостоятельному технологическому процессу. Сварные и комбинированные заготовки значительно упрощают создание конструкций сложной конфигурации. Неправильная конструкция заготовки или неверная технология сварки могут привести к дефектам, которые трудно исправить механической обработкой.

Заготовку перед первой технологической операцией процесса изготовления детали называют исходной заготовкой.



Обобщенная классификация заготовок, применяемых в машиностроении

Рис.1 Классификация заготовок

1.5.2. Выбор баз и схем установки

Установка заготовки на станке включает два последовательных этапа: базирование и закрепление. В условиях единичного и мелкосерийного производства

используют установку заготовки непосредственно на станке или в универсальном приспособлении без выверки или с выверкой положения, а также по предварительной разметке, а в серийном и массовом производстве в специализированном или специальном приспособлении без выверки положения.

Важным вопросом является при этом правильный выбор схемы базирования при установке заготовки на станке, что определяет точность обработки ее поверхностей.

Основные понятия по базированию и базах в машиностроении приведены в ГОСТ 21495-76. На начальной стадии обработки заготовки необходимо выбрать оптимальную черновую базу, еще не обработанную поверхность заготовки, при использовании которой будет наименьшая погрешность установки заготовки в приспособлении. Такие поверхности могут, к примеру, оставаться у детали необработанными, либо иметь минимальные припуски на обработку и, как правило, являющиеся либо телами вращения, либо симметричными сторонами. В частности, для механической обработки многоступенчатые и гладкие валы устанавливают в центрах, используя за базы поверхности предварительно обработанных центровочных отверстий. Это способствует повышению точности изготовления при соблюдении принципа постоянства баз. При чистовой обработке ответственных поверхностей детали выбор баз должен проводиться с обеспечением принципов единства (совмещения баз) и постоянства баз.

1.5.3. Разработка маршрутной и операционной технологии детали Матрица

Проектирование технологических процессов и 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.

В конце маршрута выполняются и второстепенные операции (сверление малых отверстий, нарезание крепежной резьбы, снятие фасок, заусениц). Наиболее легко повреждаемые поверхности обрабатываются на заключительной стадии ТП.

Таблица

Номер операции	Наименование и краткое содержание операции	Модель станка	Режущий инструмент	Технологические базы
005 Ленточно-отрезная	1. Отрезать заготовку выдерживая размер 44 _{-2,5} мм. 2. Контроль исполнителем и ОТК.	Ленточно-пильный станок KASTO TWIN U4	Ленточная пила 450 32x1,6x4 P6M5	Наружная поверхность и торец
010 Токарно-винторезная	1. Установить заготовку в 3-х кулачковом патроне. Крепить ключом. 2. Подрезать торец выдерживая размер 41 _{-0,25} мм. 3. Точить поверхность, выдерживая размеры: 110 _{-0,87} мм; 37±0,31. 4. Переустановить деталь в 3-х кулачковом патроне. Крепить ключом. 5. Подрезать торец выдерживая размер 36 _{-0,25} мм. 6. Центрировать отверстие, выдерживая размер Ø 8 ^{+0,36} мм. 7. Сверлить отверстие, выдерживая размеры Ø 25 ^{+0,52} мм; 17± 0,215 мм. 8. Расточить отверстие выдерживая размер: Ø 36 ^{+0,32} , 24±0,26;	Станок 1K62	Резец подрезной Т15К6 ГОСТ 18880-73, Резец проходной упорный Т15К6 (правый и левый) ГОСТ 18879-73, Резец расточной Т15К6 ГОСТ 18883-73, Спиральное сверло Ø25 ГОСТ 885-64	Наружная поверхность и торец.
015 Фрезерная с ЧПУ	1. Фрезеровать лыску выдерживая размеры: 9 ^{+0,36} мм, 77 _{-0,74} мм 2. Фрезеровать два паза R60, выдерживая размер 10 ^{+0,36} мм 3. Фрезеровать паз, выдерживая размеры: 25 ^{+0,05} мм ; 7 ^{+0,05} мм .	Сверлильно-фрезерный станок с ЧПУ FANUC ROBODRILL	Фреза концевая Ø25 Т15К6 ГОСТ 17026-71, Фреза дисковая Ø 120 Т15К6 ГОСТ 22087-76	Наружная поверхность и торец.
020 Сверлильная с ЧПУ	1. Сверлить отверстия, выдерживая размеры Ø 8 ^{+0,022} мм , 21 ^{+0,52} мм , 75±0,37. 2. Сверлить отверстия на проход выдерживая размеры Ø 4 ^{+0,12} мм , 40±0,3; 15±0,215 . 3. Сверлить отверстия выдерживая размеры Ø 7 ^{+0,25} мм , 75±0,37. 4. Зенковать отверстие выдерживая размер 13x120°±2°	Сверлильно-фрезерный станок с ЧПУ FANUC ROBODRILL	Сверло Ø4 P18 ГОСТ 885-64, Сверло Ø8 P18 ГОСТ 885-64, Сверло Ø7 P18 ГОСТ 885-64, Метчик М6 1 P6M5 ГОСТ 3266-81, Метчик М10 1,5 P6M5 ГОСТ 3266-	Наружная поверхность и торец.

	5. Нарезать резьбу выдерживая размеры М10-7Н, 23 ⁺² мм 6. Зенковать отверстие выдерживая размер 7х120 °±2° 7. Нарезать резьбу на проход выдерживая размер М6-7Н. 8. Зенковать фаску выдерживая размер 2х45 °		81	
025 Фрезерная	1. Фрезеровать паз на проход выдерживая размеры: 30 ^{+0,52} мм , 5 ^{+0,3} мм	Вертикальный консольный фрезерный станок 6Н104	Концевая фреза Ø30 с коническим хвостовиком ГОСТ 17026-71	Наружная поверхность и торец.
030 Слесарная	Снять заусенцы и притупить острые кромки.	Верстак	Напильник ГОСТ 1465-80 Шабер цех. Надфиль плоский №2 ГОСТ 1513-77 Надфиль полукруглый №2 ГОСТ 1513-77	
035 Термическая	1. Произвести закалку, твердость HRC 50 - 55. 2. Произвести отпуск заготовок.	Печь муфельная		
040 Шлифовальная	1. Установить деталь. 2. Шлифовать торец в размер 35 _{-0,25} мм .	Плоскошлифовальный станок 3А740	ПП 200 32 76 25А 45-Н С2 К1 45м/с 2А ГОСТ 2424-83	торец
045 Контрольная	Контролировать детали на соответствие чертежу.	Контрольный стол	Штангенциркуль 0,1 ГОСТ 166-89 Пр. гл. ø6Н9 ГОСТ 14810-69 Пр резьб. М4-7Н ГОСТ 14810-69 Пр. резьб. М6-7Н ГОСТ 14810-69 Пр.гл. ø8Н9 ГОСТ 14810-69 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93	

1.5.4. Определение технологических допусков, припусков на операционные размеры и их предельных значений для детали Матрица

Расчётная формула для определения величины минимального припуска на обработку наружных, внутренних поверхностей вращения определяется по формуле:

$$2x_{z_{i \min}} = 2x(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (4)$$

где Rz_{i-1} – шероховатость поверхности на предшествующем переходе или операции, мкм;
 h_{i-1} – толщина дефектного поверхностного слоя, полученного на предшествующем переходе или операции, мкм;
 ρ_{i-1} – суммарное пространственное отклонение обрабатываемой поверхности, полученного на предшествующем переходе или операции, мкм;
 ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе, мкм.

Расчет припусков и технологических размеров отверстия $\varnothing 36H14mm$

Таблица 1.9

Переходы обработки отверстия $\varnothing 36 H14$	Части минимальног припуска, мкм				Минимальный припуск $2 \cdot z_{\min}$, мкм	Допуск на переход TD, мкм
	Rz	h	ρ	ε		
Рассверливание $\varnothing 25$	40	60	32,02			390
Растачивание черновое	50	50	1,92	120	448	200
чистовое	20	25	1,28	6	213	84

Шероховатость поверхности и толщину дефектного поверхностного слоя после механической обработки определяем по табл. 30 [1,стр.67]:

Рассверливание $\varnothing 55$: $Rz = 40$ мкм, $h = 60$ мкм;

Растачивание:

черновое: $Rz = 50$ мкм, $h = 50$ мкм;

чистовое: $Rz = 20$ мкм, $h = 25$ мкм;

Обработка отверстий сверлением характеризуется в отношении пространственных отклонений смещением отверстия и уводом – искривлением.

Определим удельный увод и смещение оси отверстия при сверлении по табл. 35 [1, стр.73]:

$$\Delta_k = 0,7 \text{ мкм/мм};$$

$$C_0 = 30 \text{ мкм};$$

$$\rho_{\text{ост}} = \sqrt{(\Delta_k \cdot \ell)^2 + C_0^2} = \sqrt{(0,7 \cdot 16)^2 + 30^2} = 32,02 \text{ мкм};$$

Остаточное суммарное пространственное отклонение отверстия после механической обработки определяется по эмпирической зависимости [1,стр.74]:

Черновое растачивание: $\rho_4 = 0,06 \cdot \rho_3 = 0,06 \cdot 32,02 = 1,92$ мкм;

Чистовое растачивание: $\rho_5 = 0,04 \cdot \rho_4 = 0,04 \cdot 32,02 = 1,28$ мкм.

Погрешность установки заготовки на выполняемом переходе зависит только от погрешности закрепления (погрешности базирования нет).

Погрешность закрепления ε_3 определяем по табл. 38 [1,стр.79]:

- черновое растачивание: $\varepsilon = 120$ мкм;

- чистовое растачивание: $\varepsilon = 0,05 \cdot 120 = 6$ мкм, так как чистовое растачивание выполняется за один установ с черновым;

Минимальный припуск на растачивание, форм. (4):

Черновое:

$$2 \cdot z_{2 \min} = 2 \cdot (Rz_3 + h_3 + \sqrt{\rho_3^2 + \varepsilon_{y4}^2}) = 2 \cdot (40 + 60 + \sqrt{32,02^2 + 120^2}) = 448 \text{ мкм},$$

Чистовое:

$$2 \cdot z_{3 \min} = 2 \cdot (Rz_4 + h_4 + \sqrt{\rho_4^2 + \varepsilon_{y5}^2}) = 2 \cdot (50 + 50 + \sqrt{1,92^2 + 6^2}) = 213 \text{ мкм},$$

Точность и качество поверхности при обработке отверстий определяем по табл. 5 [2,стр.11]:

допуск на рассверливание $\varnothing 56$: 390 мкм;

допуск на черновое растачивание: 200 мкм;

допуск на чистовое растачивание: 84 мкм.

Расчет диаметральных технологических размеров выполняем из условия обеспечения минимальных припусков на обработку. При этом расчете будем использовать размерную схему, представленную на рис. 2:

Рис. 2 Размерная схема обработки отверстия $\varnothing 36H14$ мм.

Определяем величину D_4 . Для этого рассмотрим размерную цепь, в которую входят размеры: $D_3=K$, D_2 , $2 \cdot z_{3\min}$. Для определения технологических размеров используем метод средних значений:

$$D_2^C = D_3^C - 2 \cdot z_3^C = D_3^C - (2 \cdot z_{3\min} + 2 \cdot z_{3\max})/2 = D_3^C - (2 \cdot z_{3\min} + (2 \cdot z_{3\min} + TD_3 + TD_2))/2 = 58,042 - (0,213 + (0,213 + 0,084 + 0,2))/2 = 35,687 \text{ мм.}$$

$$2 \cdot z_3^C = D_3^C - D_2^C = 36,042 - 35,687 = 0,355 \text{ мм,}$$

$$2 \cdot z_{3\max} = 2(2 \cdot z_3^C) - 2 \cdot z_{3\min} = 2 \cdot 0,355 - 0,213 = 0,497 \text{ мм.}$$

$$D_2 = D_2^C - 0,1 = 35,687 - 0,1 = 55,587^{+0,2} \text{ мм.}$$

$$\text{Принимаем: } D_3 = 57,6^{+0,2} \text{ мм.}$$

$$2z_3 = D_3 - D_2 = 58^{+0,084} - 57,6^{+0,2} = 0,6^{+0,084}_{-0,2} \text{ мм;}$$

$$2z_{3\min} = 0,4 \text{ мм;}$$

$$2z_{3\max} = 0,684 \text{ мм.}$$

Далее определяем величину D_1 . Здесь необходимо рассмотреть размерную цепь, в которую входят размеры: D_1 , D_2 , $2 \cdot z_{2\min}$:

$$D_1^C = D_2^C - 2 \cdot z_2^C = D_2^C - (2 \cdot z_{2\min} + 2 \cdot z_{2\max})/2 = D_2^C - (2 \cdot z_{2\min} + (2 \cdot z_{2\min} + TD_2 + TD_1))/2 = 57,7 - (0,448 + (0,448 + 0,2 + 0,39))/2 = 37,957 \text{ мм.}$$

$$2 \cdot z_2^C = D_2^C - D_1^C = 37,7 - 36,957 = 0,743 \text{ мм,}$$

$$2 \cdot z_{2\max} = 2(2 \cdot z_2^C) - 2 \cdot z_{2\min} = 2 \cdot 0,743 - 0,448 = 1,04 \text{ мм.}$$

$$D_1 = D_1^C - 0,195 = 37,957 - 0,195 = 36,762^{+0,39} \text{ мм.}$$

$$\text{Принимаем с учетом рекомендаций: } D_1 = 36^{+0,39} \text{ мм.}$$

$$2z_2 = D_2 - D_1 = 57,7^{+0,2} - 56^{+0,39} = 1,7^{+0,2}_{-0,39} \text{ мм;}$$

$$2z_{2\min} = 1,31 \text{ мм;}$$

$$2z_{2\max} = 1,9 \text{ мм;}$$

Расчет припусков и технологических размеров поверхности $\varnothing 110h14$

Таблица 1.10

Переходы Обработки Поверхности $\varnothing 110 h14$	Элементы минимального припуска, мкм				Минимальный припуск $2xz_{\min}$, мкм	Допуск на переход TD , мкм
	Rz	h	ρ	ε		
Заготовка	200	300	1,28			500

Точение <i>однократное</i>	30	30	0,0768	270	1540	460
-------------------------------	----	----	--------	-----	------	-----

В суммарное пространственное отклонение поверхности заготовки включаем только коробление, которое определяется как произведение удельной кривизны заготовки (табл. 32 [1,стр.72]) на длину:

$$\rho = 0,08 \cdot 16 = 1,28 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки заготовки на выполняемом переходе зависит только от погрешности закрепления (погрешности базирования нет). Погрешность закрепления определяем по табл. 37 [1,стр.79]:

точение однократное: $\varepsilon = 270 \text{ мкм};$

Остаточное суммарное пространственное отклонение поверхности после однократного точения определяем по эмпирической формуле [1, стр.74]:

$$\rho_{\text{ост}} = 0,06 \cdot 1,28 = 0,0768 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск на однократное точение, форм. (4):

$$2 \cdot z_{1 \min} = 2 \cdot (Rz_0 + h_0 + \sqrt{\rho_0^2 + \varepsilon_1^2}) = 2 \cdot (200 + 300 + \sqrt{0,0768^2 + 270^2}) = 1540 \text{ мкм.}$$

Размерная схема для определения диаметральных технологических размеров представлена на рис. 3

Рис.3 Размерная схема обработки поверхности $\varnothing 105h14$

Определяем величину D_1 :

$$D_1^C = D_2^C + 2 \cdot z_1^C = D_2^C + (2 \cdot z_{1 \min} + 2 \cdot z_{1 \max})/2 = D_2^C + (2 \cdot z_{1 \min} + (2 \cdot z_{1 \min} + TD_2 + TD_1))/2 = 109,77 + (1,54 + (1,54 + 0,46 + 0,5))/2 = 111,79 \text{ мм.}$$

$$2 \cdot z_1^C = D_1^C - D_0^C = 111,79 - 109,77 = 2,02 \text{ мм,}$$

$$2 \cdot z_{1 \max} = 2(2 \cdot z_1^C) - 2 \cdot z_{1 \min} = 2 \cdot 2,02 - 1,54 = 2,5 \text{ мм.}$$

$$D_1 = D_1^C + 0,25 = 111,79 + 0,25 = 112,04_{-0,5} \text{ мм.}$$

$$2z_1 = D_1 - D_2 = 112,04_{-0,5} - 111_{-0,46} = 2,04_{-0,5}^{+0,46} \text{ мм;}$$

$$2z_{1 \min} = 1,54 \text{ мм;}$$

$$2z_{1\max} = 2,5 \text{ мм.}$$

С учетом рекомендаций таблица 33 [5,стр.130], наружный диаметр исходной заготовки: $D_0 = 115_{-0,22} \text{ мм.}$

Расчет припусков и технологических размеров в осевом направлении

Расчет минимальных припусков начнем с торца А (см. рис. 3). Формула для определения минимальных припусков:

$$z_{i\min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}, \quad (5)$$

По смысловому содержанию переменные данной формулы совпадают с переменными форм. (4).

Расчет припусков на обработку торца А сводим в табл. 1.11.

Таблица 1.11

Переходы обработки торца А	Элементы минимального припуска, мкм			Минимальный припуск $Z_{\min}$, мкм
	Rz	h	ρ	
Резка заготовки	300		1050	
Подрезка:				
черновая	50	50	63	1350
чистовая	30	30	3,15	163
Шлифование:				
черновое	10	20	0,189	63,2
чистовое	5	15	0,0076	30,2

Шероховатость поверхности и толщину дефектного поверхностного слоя заготовки определяем по табл. 27 [1,стр.66]: $Rz + h = 500 \text{ мкм.}$

Шероховатость поверхности и толщину дефектного поверхностного слоя после механической обработки определяем по табл. 29 [1,стр.67]:

Резка заготовки: $R_z + h = 300$ мкм;

подрезка черновая: $R_z = 50$ мкм, $h = 50$ мкм;

подрезка чистовая: $R_z = 30$ мкм, $h = 30$ мкм;

шлифование чистовое: $R_z = 10$ мкм, $h = 20$ мкм;

шлифование чистовое: $R_z = 5$ мкм, $h = 15$ мкм.

Суммарное пространственное отклонение торца заготовки возникает только из-за резки заготовки (табл. 28 [1,стр.66]), которое определяется по формуле:

$$\rho = 0,01 \cdot D = 0,01 \cdot 105 = 1,05 \text{ мм};$$

Остаточное суммарное пространственное отклонение торца после черновой подрезки определяем по рекомендациям [1,стр.74]:

$$\rho_{\text{ост1}} = 0,06 \cdot \rho = 0,06 \cdot 1050 = 63 \text{ мкм};$$

После чистовой подрезки: $\rho_{\text{ост2}} = 0,05 \cdot \rho_{\text{ост1}} = 0,05 \cdot 63 = 3,15 \text{ мкм};$

чернового шлифования: $\rho_{\text{ост3}} = 0,06 \cdot \rho_{\text{ост2}} = 0,06 \cdot 3,15 = 0,189 \text{ мкм};$

чистового шлифования: $\rho_{\text{ост4}} = 0,04 \cdot \rho_{\text{ост3}} = 0,04 \cdot 0,189 = 0,0076 \text{ мкм}.$

Погрешность установки заготовки не учитываем, так как эта погрешность войдет в допуск на соответствующий размер.

Минимальный припуск на подрезку торца, форм. (5):

черновая: $z_{1\text{min}} = R_{z0} + h_0 + \rho_0 = 300 + 1050 = 1350 \text{ мкм};$

чистовая: $z_{2\text{min}} = R_{z1} + h_1 + \rho_1 = 50 + 50 + 63 = 163 \text{ мкм};$

Минимальный припуск на шлифование определяем по форм. [1, стр.65] :

черновое: $z_{3\text{min}} = R_{z2} + h_2 + \rho_2 = 30 + 30 + 3,15 = 63,2 \text{ мкм};$

чистовое: $z_{3\text{min}} = R_{z3} + h_3 + \rho_3 = 10 + 20 + 0,189 = 30,2 \text{ мкм}.$

1.5.5. Размерный анализ технологического процесса Матрица

Проведение комплекса работ размерного анализа является совершенно необходимым, без этого само проектирование технологических процессов невозможно, поскольку сводится к укрупненному проектированию технологии на уровне типовой технологии. Даже при наличии технологии, операционных эскизов, – без простановки размеров и допусков – технологических, научно обоснованных, технология не реализуема, точно так, как конструкция без конструкторских размеров и допусков.

Если смотреть с самых общих позиций, размерный анализ – это основа минимизации затрат при обеспечении качества в жизненном цикле изделий машиностроения, поскольку размерный анализ связан (рис.4) с исследованием рабочих процессов, формулированием служебного назначения машины, аналитическими и проектировочными расчетами, получением чертежа машины и чертежа детали, заготовки, всей технологической документации, обеспечением размеров на производстве, анализом машины в процессе эксплуатации. Все эти проблемы опираются на размерный анализ, который в свою очередь, во-первых, связан с требованиями точности, контролем точности, – с метрологией, во-вторых, связан с обеспечением размеров и точности с минимизацией всех затрат – с технологией.

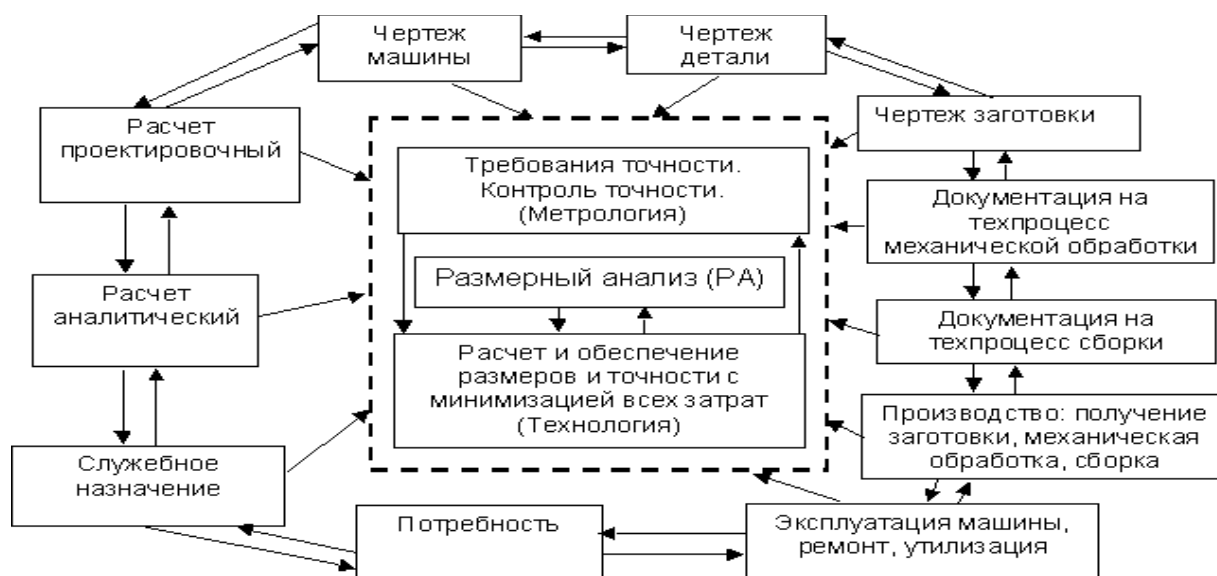


Рис. 4 Взаимосвязь размерного анализа с жизненным циклом изделия.

Необходимо остановиться на вопросах, связанных с недостатками существующих методик, с недоработками в размерном анализе, с созданием улучшенных методик с целью совершенствования размерного анализа.

В качестве таких вопросов можно остановиться, во-первых, на проблеме более строго обоснования используемых геометрических моделей деталей и моделей точности деталей, во-вторых, на проблеме автоматизации построения размерных схем, в-третьих, на более точном отражении в расчетах таких параметров детали как отклонения расположения – в существующих методиках размерного анализа может быть обеспечен расчет размеров деталей не очень сложной формы. В-четвертых, для деталей более сложной формы, где начинают влиять отклонения расположения, возникает следующая проблема – при построении схемы размерных цепей для проведения размерного анализа технологических процессов мы заранее определяем направления звеньев размерных цепей, хотя в процессе определения величин расстояний, расчета и корректировки размеров, направление отдельных звеньев

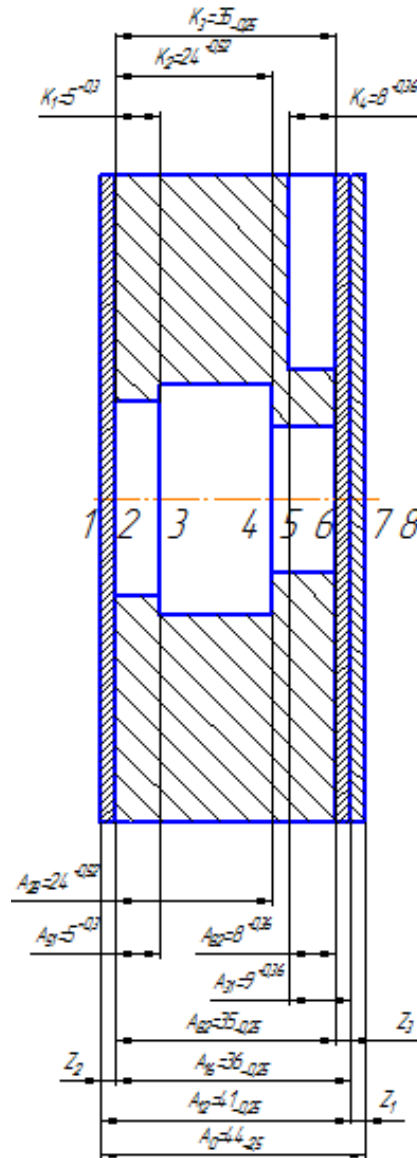
размерных цепей может измениться на противоположное. Все рассмотренные проблемы должны быть учтены при совершенствовании методики размерного анализа.

Размерный анализ диаметральных и линейных размеров детали Матрица

Припуск на обработку поверхностей деталей может быть назначен по соответствующим справочным таблицам, ГОСТам или на основе расчетно-аналитического метода определения припусков. ГОСТы и таблицы позволяют назначить припуски независимо от технологического процесса и поэтому в общем случае являются завышенными, содержащими резервы снижения расхода материала и трудоемкости изготовления детали.

Расчетно-аналитический метод предусматривает расчет припусков по всем последовательно выполняемым технологическим переходам обработки поверхности детали (промежуточные припуски, их суммирование для определения общего припуска на обработку поверхности и расчет промежуточных размеров, определяющих положение поверхности, и размеров заготовки). Применение этого метода сокращает в среднем отход металла в стружку, по сравнению с табличными значениями, создает единую систему припусков на обработку и размеров деталей по технологическим переходам и заготовок, способствует повышению технологической культуры производства.

Цель размерного анализа состоит в оценке качества технологического процесса. При таком анализе проверяется, будет ли обеспечена точность и качество поверхности детали, заданное на ее чертеже.



Размерная схема обработки детали в осевом направлении.

- 1) резание заготовки: $TA_{1,1} = 1,8$ мм
- 2) черновая подрезка: $TA_{2,1} = TA_{3,1} = 0,26$ мм
- 3) чистовая подрезка: $TA_{2,2} = TA_{3,2} = 0,08$ мм
- 4) черновое шлифование: $TA_{7,1}' = TA_{7,2}' = 0,04$ мм
- 5) чистовое шлифование: $TA_{7,3} = TA_{7,4} = 0,011$ мм
- 6) $TA_{6,1} = 0,30$ мм

Конструкторские размеры:

$$K_1 = 5^{-0,3} \text{ мм}$$

$$K_2 = 24^{+0,52} \text{ мм}$$

$$K_2 = 36^{-0,25} \text{ мм}$$

$$K_4 = 8^{+0,36}$$

Начинаем с проверки условия:

$$TK_i \geq \sum TA_i, \quad (6)$$

Для размера K_1 (см. рис. 4): $TK_1 = 0,011 \geq TA_{7,4} = 0,011$ мм, т. е. размер K_1 может быть обеспечен с заданной точностью

Рис.4 Размерная цепь для K_1

Для размера K_4 (см. рис. 5): $TK_4 = 0,4 > TA_{3,4} = 0,3$ мм, размер K_4 может быть обеспечен с заданной точностью

Рис.5 Размерная схема для K_4

Для размера K_3 (см. рис.6): $TK_3=0,5 \geq TA_{6,1} + TA_{7,3} + TA_{7,1} + TA_{7,4} + TA_{7,2} = 0.3 + 0.011 + 0.04 + 0.011 + 0.04=0.402$ мм, т. е. размер K_3 может быть обеспечен с заданной точностью

Рис.6 Размерная цепь для K_3

Для размера K_2 (см. рис. 7): $TK_2=0,5 \geq TA'_{6,1} + TA_{7,3} + TA_{7,1} + TA_{3,2} + TA_{7,2} = 0.3 + 0.011 + 0.04 + 0.08 + 0.04=0.471$ мм, т. е. размер K_2 может быть обеспечен с заданной точностью

Рис.7 Размерная цепь для K_2

Расчет технологических размеров начинаем с конца технологического процесса.

По рис. 8: $A_{7,4} = K_1 = 16_{-0,011}$ мм

Для определения технологического размера $A_{7,3}$ рассмотрим цепь 1(см. рис.8)

Рис.8 Цепь 1

Решение технологических размерных цепей проводим методом средних значений

$$A_{7,3}^C = A_{7,4}^C + Z_{7,4}^C = A_{7,4}^C + (Z_{7,4 \text{ min}} + Z_{7,4 \text{ max}})/2 = A_{7,4}^C + (Z_{7,4 \text{ min}} + (Z_{7,4 \text{ min}} + TA_{7,3} + TA_{7,4}))/2 = 15.995 + (0,03 + (0,03 + 0,011 + 0,011))/2 = 16.036 \text{ мм}$$

$$Z_{7,4}^C = A_{7,3}^C - A_{7,4}^C = 16.036 - 15.995 = 0.041 \text{ мм}$$

$$Z_{7,4 \text{ max}} = 2(Z_{7,4}^C) - Z_{7,4 \text{ min}} = 2 \cdot 0,041 - 0,03 = 0,052 \text{ мм}$$

$$A_{7,3} = A_{7,3}^C + 0,0055 = 16.036 + 0,0055 = 16.042_{-0,011} \text{ мм}$$

$$Z_{7,4} = A_{7,3} - A_{7,4} = 16.042_{-0,011} - 16_{-0,011} = 0,042_{-0,011}^{+0,011} \text{ мм}$$

$$Z_{7,4 \text{ max}} = 0,053 \text{ мм}$$

$$Z_{7,4 \text{ min}} = 0,031 \text{ мм}$$

Для определения технологического размера $A_{7,2}$ рассмотрим цепь 2(см. рис.9)

Рис.9 Цепь 2

$$\begin{aligned}
 A_{7.2}^C &= A_{7.3}^C + z_{7.3}^C = A_{7.3}^C + (z_{7.3 \min} + z_{7.3 \max})/2 = A_{7.3}^C + (z_{7.3 \min} + (z_{7.3 \min} + TA_{7.3} + TA_{7.2}))/2 \\
 &= 16.036 + (0,03 + (0,03 + 0,011 + 0,04))/2 = 16.092 \text{ мм} \\
 z_{7.3}^C &= A_{7.2}^C - A_{7.3}^C = 16.092 - 16.036 = 0.056 \text{ мм} \\
 z_{7.3 \max} &= 2(z_{7.3}^C) - z_{7.3 \min} = 2 \cdot 0.056 - 0,03 = 0,082 \text{ мм} \\
 A_{7.2} &= A_{7.2}^C + 0,02 = 16.092 + 0,02 = 16.112_{-0,04} \text{ мм} \\
 Z_{7.3} &= A_{7.2} - A_{7.3} = 16.112_{-0,04} - 16.042_{-0,011} = 0,07_{-0,04}^{+0,011} \text{ мм} \\
 Z_{7.3 \max} &= 0,081 \text{ мм} \\
 Z_{7.3 \min} &= 0,03 \text{ мм}
 \end{aligned}$$

Для определения технологического размера $A_{7.1}$ рассмотрим цепь 3(см. рис.10)

Рис.10 Цепь 3

$$\begin{aligned}
 A_{7.1}^C &= A_{7.2}^C + z_{7.2}^C = A_{7.2}^C + (z_{7.2 \min} + z_{7.2 \max})/2 = A_{7.2}^C + (z_{7.2 \min} + (z_{7.2 \min} + TA_{7.2} + TA_{7.1}))/2 \\
 &= 16.092 + (0,063 + (0,063 + 0,04 + 0,04))/2 = 16.195 \text{ мм} \\
 z_{7.2}^C &= A_{7.1}^C - A_{7.2}^C = 16.195 - 16.092 = 0.103 \text{ мм} \\
 z_{7.2 \max} &= 2(z_{7.2}^C) - z_{7.2 \min} = 2 \cdot 0.103 - 0,063 = 0,143 \text{ мм} \\
 A_{7.1} &= A_{7.1}^C + 0,02 = 16.195 + 0,02 = 16.215_{-0,04} \text{ мм} \\
 Z_{7.2} &= A_{7.1} - A_{7.2} = 16.215_{-0,04} - 16.112_{-0,04} = 0,103_{-0,04}^{+0,04} \text{ мм} \\
 Z_{7.2 \max} &= 0,143 \text{ мм} \\
 Z_{7.2 \min} &= 0,063 \text{ мм}
 \end{aligned}$$

Для определения технологического размера $A_{3.2}$ рассмотрим цепь 4(см. рис.11)

Рис.11 Цепь 4

$$\begin{aligned}
 A_{3.2}^C &= A_{7.1}^C + z_{7.1}^C = A_{7.1}^C + (z_{7.1 \min} + z_{7.1 \max})/2 = A_{7.1}^C + (z_{7.1 \min} + (z_{7.1 \min} + TA_{7.1} + TA_{3.2}))/2 \\
 &= 16.195 + (0,063 + (0,063 + 0,04 + 0,08))/2 = 16.318 \text{ мм} \\
 z_{7.1}^C &= A_{3.2}^C - A_{7.1}^C = 16.318 - 16.195 = 0.123 \text{ мм} \\
 z_{7.1 \max} &= 2(z_{7.1}^C) - z_{7.1 \min} = 2 \cdot 0.123 - 0,063 = 0,183 \text{ мм} \\
 A_{3.2} &= A_{3.2}^C + 0,04 = 16.318 + 0,04 = 16.358_{-0,08} \text{ мм}
 \end{aligned}$$

$$Z_{7.1} = A_{3.2} - A_{7.1} = 16.358_{-0.08} - 16.215_{-0.04} = 0,143_{-0,08}^{+0,04} \text{ мм}$$

$$Z_{7.1 \text{ max}} = 0,183 \text{ мм}$$

$$Z_{7.1 \text{ min}} = 0,063 \text{ мм}$$

Для определения технологического размера $A_{3.1}$ рассмотрим цепь 5(см. рис.12)

Рис.12 Цепь 5

$$A_{3.1}^C = A_{3.2}^C + z_{3.2}^C = A_{3.2}^C + (z_{3.2 \text{ min}} + z_{3.2 \text{ max}})/2 = A_{3.2}^C + (z_{3.2 \text{ min}} + (z_{3.2 \text{ min}} + TA_{3.2} + TA_{3.1}))/2$$

$$= 16.318 + (0,163 + (0,163 + 0,08 + 0,26))/2 = 16.651 \text{ мм}$$

$$z_{3.2}^C = A_{3.1}^C - A_{3.2}^C = 16.651 - 16.318 = 0.333 \text{ мм}$$

$$z_{3.2 \text{ max}} = 2(z_{3.2}^C) - z_{3.2 \text{ min}} = 2 \cdot 0.333 - 0,163 = 0,503 \text{ мм}$$

$$A_{3.1} = A_{3.1}^C + 0,13 = 16.651 + 0,13 = 16.781_{-0.26} \text{ мм}$$

$$Z_{3.2} = A_{3.1} - A_{3.2} = 16.781_{-0.26} - 16.358_{-0.08} = 0,423_{-0,26}^{+0,08} \text{ мм}$$

$$Z_{3.2 \text{ max}} = 0,503 \text{ мм}$$

$$Z_{3.2 \text{ min}} = 0,163 \text{ мм}$$

Для определения технологического размера $A_{2.2}$ рассмотрим цепь 6(см. рис.13)

Рис.13 Цепь 6

$$A_{2.2}^C = A_{3.1}^C + z_{3.1}^C = A_{3.1}^C + (z_{3.1 \text{ min}} + z_{3.1 \text{ max}})/2 = A_{3.1}^C + (z_{3.1 \text{ min}} + (z_{3.1 \text{ min}} + TA_{3.1} + TA_{2.2}))/2$$

$$= 16.651 + (1.35 + (1.35 + 0,26 + 0,08))/2 = 18.171 \text{ мм}$$

$$z_{3.1}^C = A_{2.2}^C - A_{3.1}^C = 18.171 - 16.551 = 1.52 \text{ мм}$$

$$z_{3.1 \text{ max}} = 2(z_{3.1}^C) - z_{3.1 \text{ min}} = 2 \cdot 1.52 - 1.35 = 1.69 \text{ мм}$$

$$A_{2.2} = A_{2.2}^C + 0,04 = 18.171 + 0,04 = 18.211_{-0.08} \text{ мм}$$

$$Z_{3.1} = A_{2.2} - A_{3.1} = 18.211_{-0.08} - 16.781_{-0.26} = 1,43_{-0,08}^{+0,26} \text{ мм}$$

$$Z_{3.1 \text{ max}} = 1.69 \text{ мм}$$

$$Z_{3.1 \text{ min}} = 1.35 \text{ мм}$$

Для определения технологического размера $A_{2.1}$ рассмотрим цепь 7(см. рис.14)



Рис.14 Цепь 7

$$A_{2.1}^C = A_{2.2}^C + z_{2.2}^C = A_{2.2}^C + (z_{2.2 \min} + z_{2.2 \max})/2 = A_{2.2}^C + (z_{2.2 \min} + (z_{2.2 \min} + TA_{2.2} + TA_{2.1}))/2$$

$$= 18.171 + (0,163 + (0,163 + 0,08 + 0,26))/2 = 18.504 \text{ мм}$$

$$Z_{2.2}^C = A_{2.1}^C - A_{2.2}^C = 18.504 - 18.171 = 0.333 \text{ мм}$$

$$Z_{2.2 \max} = 2(z_{2.2}^C) - z_{2.2 \min} = 2 \cdot 0.333 - 0,163 = 0,503 \text{ мм}$$

$$A_{2.1} = A_{2.1}^C + 0,13 = 18.504 + 0,13 = 18.634_{-0,26} \text{ мм}$$

$$Z_{2.2} = A_{2.1} - A_{2.2} = 18.634_{-0,26} - 18.211_{-0,08} = 0,423_{-0,26}^{+0,08} \text{ мм}$$

$$Z_{2.2 \max} = 0,503 \text{ мм}$$

$$Z_{2.2 \min} = 0,163 \text{ мм}$$

Для определения технологического размера $A_{1.1}$ рассмотрим цепь 8(см. рис.15)



Рис.15 Цепь 8

$$A_{1.1}^C = A_{2.1}^C + z_{2.1}^C = A_{2.1}^C + (z_{2.1 \min} + z_{2.1 \max})/2 = A_{2.1}^C + (z_{2.1 \min} + (z_{2.1 \min} + TA_{2.1} + TA_{1.1}))/2$$

$$= 18.504 + (1.35 + (1.35 + 0.26 + 1,8))/2 = 20.884 \text{ мм}$$

$$Z_{2.1}^C = A_{1.1}^C - A_{2.1}^C = 20.884 - 18.504 = 2,38 \text{ мм}$$

$$Z_{2.1 \max} = 2(z_{2.1}^C) - z_{2.1 \min} = 2 \cdot 2,38 - 1.35 = 3,41 \text{ мм}$$

$$A_{1.1} = A_{1.1}^C + 0,9 = 20.884 + 0,9 = 21.784_{-1,8} \text{ мм}$$

$$Z_{2.1} = A_{1.1} - A_{2.1} = 21.784_{-1,8} - 18.634_{-0,26} = 3.15_{-1,8}^{+0,26} \text{ мм}$$

$$Z_{2.1 \max} = 3,41 \text{ мм}$$

$$Z_{2.1 \min} = 1.35 \text{ мм}$$

Для определения технологического размера $A_{6.1}$ рассмотрим цепь 9(см. рис.16)

Рис.16 Цепь 9

$$A_{6,1} = K_3^C + A_{7,3}^C + A_{7,1}^C - A_{7,4}^C - A_{7,2}^C$$

$$A_{6,1}^C = K_3^C + A_{7,3}^C + A_{7,1}^C - A_{7,4}^C - A_{7,2}^C = 1 + 16,036 + 16,195 - 15,995 - 16,092 = 1,144 \text{ мм}$$

$$A_{6,1} = A_{6,1}^C \pm \frac{TA_{6,1}}{2} = 1,144 \pm 0,15 \text{ мм}$$

Для определения технологического размера $A'_{6,1}$ рассмотрим цепь 10 (см. рис.17)

Рис.17 Цепь 10

$$A'_{6,1} = K_2^C + A_{7,2}^C + A_{3,2}^C - A_{7,3}^C - A_{7,1}^C$$

$$A'_{6,1} = K_2^C + A_{7,2}^C + A_{3,2}^C - A_{7,3}^C - A_{7,1}^C = 1 + 16,092 + 16,318 - 16,036 - 16,195 = 1,179 \text{ мм}$$

$$A'_{6,1} = A'_{6,1}^C \pm \frac{TA'_{6,1}}{2} = 1,179 \pm 0,15 \text{ мм}$$

Граф технологических размерных цепей:

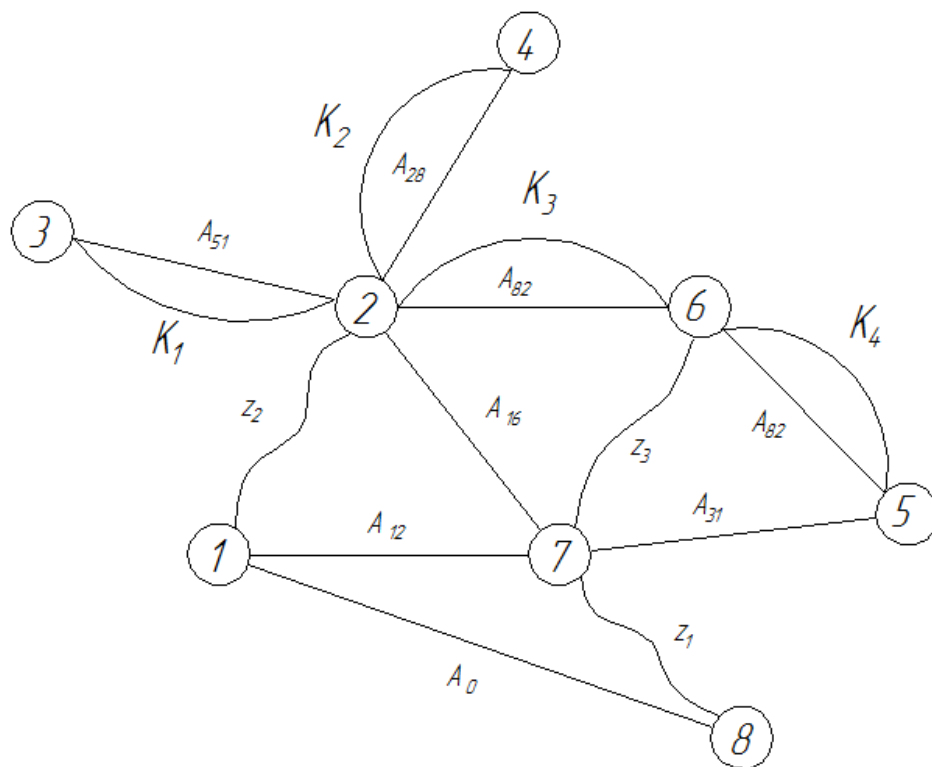


Рис.18 Граф технологических размерных цепей

В ходе данного размерного анализа, выяснили, что конструкторские размеры находятся в допуске.

1.5.6. Выбор технологического оборудования

Технологическое оборудование — это средство технологического оснащения, в котором размещают технологическую оснастку. К ним относят, например, литейные машины, прессы, станки, испытательные стенды.

В нашем случае, для производства детали «Матрица» технологическое оборудование будет следующим:

- 005 Ленточно-пильный станок KASTO TWIN U4
- 010 Станок 1K62
- 015, 020 Сверлильно-фрезерный станок с ЧПУ FANUC ROBODRILL
- 025 Вертикальный консольный фрезерный станок 6H104
- 040 Плоскошлифовальный станок 3A740

1.5.7. Выбор режущего и вспомогательного инструмента

005 Ленточно-отрезная

Ножовочное полотно 450х32х1,6х4 Р6М5

010 Токарно-винторезная

Резец подрезной Т15К6 ГОСТ 18880-73,

Резец проходной упорный Т15К6 (правый и левый) ГОСТ 18879-73,

Резец расточной Т15К6 ГОСТ 18883-73,

Спиральное сверло Ø25 ГОСТ 885-64,

015 Фрезерная с ЧПУ

Фреза концевая Ø25 Т15К6 ГОСТ 17026-71,

Фреза дисковая Ø 120 Т15К6 ГОСТ 22087-76,

020 Сверлильная с ЧПУ

Сверло Ø4 Р18 ГОСТ 885-64,

Сверло Ø8 Р18 ГОСТ 885-64,

Сверло Ø7 Р18 ГОСТ 885-64,

Метчик М6 1 Р6М5 ГОСТ 3266-81,

Метчик М10 1,5 Р6М5 ГОСТ 3266-81

025 Фрезерная

Концевая фреза Ø30 с коническим хвостовиком ГОСТ 17026-71

030 Слесарная

Напильник ГОСТ 1465-80

Надфиль плоский №2 ГОСТ 1513-77

Надфиль полукруглый №2 ГОСТ 1513-77

040 Шлифовальная

ПП 200 32 76 25А 45-Н С2 К1 45м/с 2А ГОСТ 2424-83

1.5.8. Выбор средств технического контроля

Средства технического контроля детали «Матрица»:

- Штангенциркуль ШЦ-П-125-0,1 ГОСТ 166-89
- Штангенциркуль ШЦ-П-250-0,05 ГОСТ 166-895
- Концевые меры длины ГОСТ 9038-73
- Штангенглубиномер ШГК-250-0,05 ГОСТ 162

1.5.9. Установление режимов обработки

Расчет режимов резания по эмпирическим зависимостям проводим для подрезки торца (Операция 010 переход 2). Выполняем расчёт последовательно по пунктам:

1. Глубина резания: $t_{2.1} = z_{2.1}^C = 2,8$ мм

2. Поперечная подача по табл. 11 [15, Т.2, стр.266] для данной глубины резания:

$$S_{2.1} = 0,3 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V, \quad (3)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=60$ мин

Значения коэффициентов: $C_V = 350$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по табл. 17 [15, Т.2, стр.269]

Коэффициент K_V

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ},$$

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

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

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

По табл. 1,5,6 [2, Т.2, стр.261]

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$$

где $K_r=0,9$ – коэффициент характеризующий группу стали по обрабатываемости по табл. 2 [15, Т.2, стр.262]

$n_v=1,5$ – показатель степени при обработке по табл. 2 [15, Т.2, стр.262],

Тогда

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0,9 \cdot \left(\frac{750}{785} \right)^{1,5} = 0,84$$

$$K_{MV} = 0,84; \quad K_{ПВ} = 0,8; \quad K_{ИВ} = 1,0$$

Тогда

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ} = 0,84 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 0,672$$

Скорость резания, форм. (3)

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V = \frac{350}{60^{0,2} \times 2,8^{0,15} \times 0,3^{0,45}} \times 0,672 = 161 \text{ м / мин.}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \cdot V / (\pi \cdot d) = 1000 \cdot 161 / (3,14 \cdot 250) = 205 \text{ об/мин}$$

5. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка

$$n_{\phi} = 200 \text{ об/мин}$$

6. Фактическая скорость резания

$$V = \pi \cdot d \cdot n_{\phi} / 1000 = 3,14 \cdot 250 \cdot 200 / 1000 = 157 \text{ м/мин}$$

7. Определяем главную составляющую силы резания по формуле

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (4)$$

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

Глубина резания в формуле: $t_{2,1} = z_{2,1 \max} = 2,8 \text{ мм}$

Коэффициент K_p

$$K_p = K_{MP} \cdot K^{\varphi}_p \cdot K^{\gamma}_p \cdot K^{\lambda}_p \cdot K^r_p$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания По табл. 9,23 [15, Т.2, стр.264]

$$K_{MP} = 1,03; K^{\varphi}_p = 0,89; K^{\gamma}_p = 1,0; K^{\lambda}_p = 1,0; K^r_p = 0,93$$

$$K_p = K_{MP} \cdot K^{\varphi}_p \cdot K^{\gamma}_p \cdot K^{\lambda}_p \cdot K^r_p = 1,03 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,85$$

Главная составляющая силы резания, форм. (4)

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 2,8^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 156^{-0,15} \cdot 0,85 = 1760 \text{ Н}$$

8. Мощность резания

$$N = P_z \cdot V / (1000 \cdot 60) = 1760 \cdot 157 / (1000 \cdot 60) = 4,6 \text{ кВт}$$

9. Мощность привода главного движения

$$N_{пр} = N / \eta = 4,6 / 0,85 = 5,3 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателя станка 1К62 – 10 кВт, она достаточна для выполнения операции

Для сверления отверстия – 010 операция, 7 переход)

1. Глубина резания: $t_{2,7} = D / 2 = 12,5 \text{ мм}$

2. Подача по табл. 25 [15, Т.2, стр.277]

$$S_{6,2} = 0,45 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле

$$V = \frac{C_V \times D^q}{T^m \times S^y} \times K_V, \quad (9)$$

Период стойкости инструмента принимаем по табл. 30 [15, Т.2, стр.279]: $T = 50 \text{ мин}$

Значения коэффициентов: $C_V = 9,8$; $q = 0,4$; $m = 0,5$; $y = 0,2$ – определены по табл. 28 [15, Т.2, стр.278]

Коэффициент K_V

$$K_V = K_{MV} \times K_{IV} \times K_{IV}$$

где K_{IV} - коэффициент, учитывающий глубину сверления

По табл. 31 [15, Т.2, стр.280]: $K_{IV} = 1,0$

По табл. 4,6 [15, Т.2, стр.263]: $K_{MV} = 1,0$, $K_{IV} = 1,0$

$$K_V = K_{MV} \times K_{IV} \times K_{IV} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

Скорость резания, форм. (8.3)

$$V = \frac{C_V \times D^q}{T^m \times S^y} \times K_V = \frac{9,8 \times 17^{0,4}}{50^{0,5} \times 0,45^{0,2}} \times 1,0 = 5,04 \text{ м/мин.}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = 1000 \times V / (\pi \times D) = 1000 \times 5,04 / (3,14 \times 17) = 94,4 \text{ об/мин}$$

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

$$n_{\phi} = 100 \text{ об/мин}$$

6. Фактическая скорость резания

$$V = \pi \times D \times n_{\phi} / 1000 = 3,14 \times 17 \times 100 / 1000 = 5,3 \text{ м/мин}$$

7. Определяем крутящий момент по формуле

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

Значения коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ – определены по табл. 32 [15, Т.2, стр.281]

Коэффициент K_p : $K_p = K_{MP} = 1,0$

$$M_{кр} = 10 \times C_M \times D^q \times S^y \times K_p = 10 \times 0,0345 \times 17^2 \times 0,45^{0,8} \times 1,0 = 163,92 \text{ Н} \times \text{м.}$$

8. Определяем осевую силу по формуле

$$P_o = 10 \times C_p \times D^q \times S^y \times K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 68$; $q = 1$; $y = 0,7$ – определены по табл. 32 [15, Т.2, стр.281]

Осевая сила

$$P_o = 10 \times C_p \times D^q \times S^y \times K_p = 10 \times 68 \times 17^1 \times 0,45^{0,7} \times 1,0 = 11664 \text{ Н.}$$

8. Мощность резания

$$N = M_{кр} \times n_{\phi} / 9750 = 163,92 \times 100 / 9750 = 1,68 \text{ кВт.}$$

9. Мощность привода главного движения

$$N_{пр} = N / \eta = 1,68 / 0,85 = 1,97 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателя станка 1К62 – 10 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Расчет остальных режимов резания

Расчет остальных режимов резания ведется по следующим формулам, используя табличные данные [2], и полученные значения заносим в Таблицу 6 и операционную карту:

Подача по формуле:

$$S = S_0 \times K_{S_0},$$

где S_0 - подача по Таблице 26 [2, стр. 237], которая выбирается в зависимости от глубины резания и диаметра обрабатываемой поверхности, от диаметра отверстия (при сверлении).

K_{S_0} - поправочный коэффициент на условия обработки по Таблице 30 [2, стр. 239].

Скорость по формуле:

$$V = V_T \times K_{V_T},$$

где V_T - скорость по Таблице 36 [2, стр. 243];

K_{V_T} - поправочный коэффициент на условия обработки по Таблице 35

[2, стр. 242].

Затем рассчитывается число оборотов по формуле:

$$n = 1000 * V / (\pi * d).$$

Принимается фактическое число оборотов n_{ϕ} на станке и рассчитывается фактическая скорость V_{ϕ} по формуле:

$$V_{\phi} = \pi * d * n_{\phi} / 1000.$$

005 Ленточно-отрезная:

$$T_{1.2} = z_{1.2}^C = 0,103 \text{ мм};$$

Вертикальная подача:

$$S_t = S_{\Gamma} * K_{S_t} = S_{\Gamma} * K_M * K_H * K_B = 1,0 * 1 * 1 * 1 = 1,0 \text{ мм/ход}$$

010 Токарная:

Точение (переход 3):

$$T_{2.3} = z_{2.3}^C = 0,333 \text{ мм}.$$

$$S_{2.3} = S_0 * K_{S_0} = S_0 * K_{S_{\Pi}} * K_{S_{\Pi}} * K_{S_{\phi}} * K_{S_3} * K_{S_{\text{ж}}} * K_{S_M} = 0,46 * 1 * 1 * 0,8 * 0,85 * 0,95 * 1,07 = 0,38 \text{ мм/об};$$

$$V_{2.3} = V_T * K_V = V_T * K_{V_M} * K_{V_{\Pi}} * K_{V_{\phi}} * K_{V_M} * K_{V_{\text{ж}}} * K_{V_{\Pi}} * K_{V_0} = 270 * 1 * 0,86 * 1 * 0,82 * 1 * 1 = 258 \text{ м/мин}$$

$$n = 1000 * V / (\pi * d) = 1000 * 258 / (3,14 * 105) = 768 \text{ об/мин};$$

Принимаем $n_{\phi} = 630 \text{ об/мин};$

$$V_{\phi} = \pi * d * n_{\phi} / 1000 = 3,14 * 105 * 630 / 1000 = 212 \text{ м/мин}.$$

Точение (переход 5):

$$T_{2.5} = z_{2.5}^C = 0,743 \text{ мм}.$$

$$S_{2.5} = S_0 * K_{S_0} = S_0 * K_{S_{\Pi}} * K_{S_{\Pi}} * K_{S_{\phi}} * K_{S_3} * K_{S_{\text{ж}}} * K_{S_M} = 0,38 * 1 * 1 * 0,7 * 0,85 * 0,95 * 1,07 = 0,14 \text{ мм/об};$$

$$V_{2.5} = V_T * K_V = V_T * K_{V_M} * K_{V_{\Pi}} * K_{V_{\phi}} * K_{V_M} * K_{V_{\text{ж}}} * K_{V_{\Pi}} * K_{V_0} = 312 * 1 * 0,86 * 1 * 0,75 * 1 * 0,61 = 138 \text{ м/мин}$$

$$n = 1000 * V / (\pi * d) = 1000 * 138 / (3,14 * 57) = 799 \text{ об/мин};$$

Принимаем $n_{\phi} = 630 \text{ об/мин};$

$$V_{\phi} = \pi * d * n_{\phi} / 1000 = 3,14 * 57 * 630 / 1000 = 109 \text{ м/мин}.$$

Центрование (переход 6):

$$T_{2.6} = z_{2.6} = 5,05 \text{ мм}.$$

$$S_{2.6} = S_0 * K_{S_0} = S_0 * K_{S_l} * K_{S_{\text{ж}}} * K_{S_{\Pi}} * K_{S_d} * K_{S_M} = 0,5 * 1 * 1 * 1 * 1 * 1 = 0,5 \text{ мм/об};$$

$$V_{2.6} = V_T * K_V = V_T * K_{V_M} * K_{V_{\Pi}} * K_{V_d} * K_{V_0} * K_{V_T} * K_{V_l} = 22 * 0,91 * 0,9 * 1 * 1 * 1 * 0,93 = 18 \text{ м/мин}$$

$$n = 1000 * V / (\pi * d) = 1000 * 18 / (3,14 * 40) = 111 \text{ об/мин};$$

Принимаем $n_{\phi} = 100 \text{ об/мин};$

$$V_{\phi} = \pi * d * n_{\phi} / 1000 = 3,14 * 40 * 100 / 1000 = 13 \text{ м/мин}.$$

Точение (переход 8):

$$T_{2.8} = z_{2.8}^C = 0,355 \text{ мм}.$$

$$S_{2.8} = S_0 * K_{S_0} = S_0 * K_{S_{\Pi}} * K_{S_{\Pi}} * K_{S_{\Phi}} * K_{S_3} * K_{S_{\text{ж}}} * K_{S_M} = 0,38 * 1 * 1 * 0,7 * 0,85 * 0,95 * 1,07 = 0,14 \text{ мм/об};$$

$$V_{2.8} = V_T * K_V = V_T * K_{V_M} * K_{V_{\Pi}} * K_{V_{\Phi}} * K_{V_{\Pi}} * K_{V_{\text{ж}}} * K_{V_{\Pi}} * K_{V_0} = 312 * 1 * 0,86 * 1 * 0,75 * 1 * 0,61 = 138 \text{ м/мин}$$

$$n = 1000 * V / (\pi * d) = 1000 * 138 / (3,14 * 58) = 757 \text{ об/мин};$$

Принимаем $n_{\Phi} = 630 \text{ об/мин};$

$$V_{\Phi} = \pi * d * n_{\Phi} / 1000 = 3,14 * 58 * 630 / 1000 = 109 \text{ м/мин.}$$

015 Фрезерная с ЧПУ:

Фрезерование (переход 1):

$$T_{3.1} = z_{3.1}^C = 2.8 \text{ мм.}$$

$$S_{3.1} = S_z * K_{S_z} = S_z * K_{S_{\text{зи}}} * K_{S_{\text{zR}}} * K_{S_{\text{zф}}} = 0,15 * 1 * 0,66 * 0,25 = 0,025 \text{ мм/об};$$

$$V_{3.1} = V_T * K_V = V_T * K_{V_M} * K_{V_{\Pi}} * K_{V_{\Phi}} * K_{V_c} * K_{V_{\Phi}} * K_{V_0} * K_{V_B} * K_{V_{\Phi}} = 80 * 1 * 1 * 1 * 0,57 * 1 * 1,12 * 1 = 51 \text{ м/мин}$$

$$n = 1000 * V / (\pi * d) = 1000 * 51 / (3,14 * 25) = 650 \text{ об/мин};$$

Принимаем $n_{\Phi} = 630 \text{ об/мин};$

$$V_{\Phi} = \pi * d * n_{\Phi} / 1000 = 3,14 * 25 * 630 / 1000 = 50 \text{ м/мин.}$$

Фрезерование (переход 2):

$$T_{3.2} = z_{4.2}^C = 2.8 \text{ мм.}$$

$$S_{3.2} = S_z * K_{S_z} = S_z * K_{S_{\text{зи}}} * K_{S_{\text{zR}}} * K_{S_{\text{zф}}} = 0,15 * 1 * 0,66 * 0,25 = 0,025 \text{ мм/об};$$

$$V_{3.2} = V_T * K_V = V_T * K_{V_M} * K_{V_{\Pi}} * K_{V_{\Phi}} * K_{V_c} * K_{V_{\Phi}} * K_{V_0} * K_{V_B} * K_{V_{\Phi}} = 80 * 1 * 1 * 1 * 0,57 * 1 * 1,12 * 1 = 51 \text{ м/мин}$$

$$n = 1000 * V / (\pi * d) = 1000 * 51 / (3,14 * 25) = 650 \text{ об/мин};$$

Принимаем $n_{\Phi} = 630 \text{ об/мин};$

$$V_{\Phi} = \pi * d * n_{\Phi} / 1000 = 3,14 * 25 * 630 / 1000 = 50 \text{ м/мин.}$$

Фрезерование (переход 3):

$$T_{3.3} = z_{4.3}^C = 2.8 \text{ мм.}$$

$$S_{3.3} = S_z * K_{S_z} = S_z * K_{S_{\text{зи}}} * K_{S_{\text{zR}}} * K_{S_{\text{zф}}} = 0,15 * 1 * 0,66 * 0,25 = 0,025 \text{ мм/об};$$

$$V_{3.3} = V_T * K_V = V_T * K_{V_M} * K_{V_{\Pi}} * K_{V_{\Phi}} * K_{V_c} * K_{V_{\Phi}} * K_{V_0} * K_{V_B} * K_{V_{\Phi}} = 80 * 1 * 1 * 1 * 0,57 * 1 * 1,12 * 1 = 51 \text{ м/мин}$$

$$n = 1000 * V / (\pi * d) = 1000 * 51 / (3,14 * 25) = 650 \text{ об/мин};$$

Принимаем $n_{\Phi} = 630 \text{ об/мин};$

$$V_{\Phi} = \pi * d * n_{\Phi} / 1000 = 3,14 * 25 * 630 / 1000 = 50 \text{ м/мин.}$$

020 Сверлильная с ЧПУ:

Сверление (переход 1):

$$T_{4.1} = z_{4.1} = 4,5 \text{ мм.}$$

$$S_{4.1} = S_0 * K_{S_0} = S_0 * K_{S_l} * K_{S_{\text{ж}}} * K_{S_{\text{и}}} * K_{S_d} * K_{S_M} = 0,25 * 1 * 1 * 1 * 1 * 1 = 0,25 \text{ мм/об};$$

$$V_{4.1} = V_T * K_V = V_T * K_{V_M} * K_{V_{\Pi}} * K_{V_d} * K_{V_0} * K_{V_T} * K_{V_l} = 28 * 0,91 * 0,9 * 1 * 1 * 1 * 1 = 23 \text{ м/мин}$$

$$n = 1000 \cdot V / (\pi \cdot d) = 1000 \cdot 23 / (3,14 \cdot 9) = 814 \text{ об/мин};$$

$$\text{Принимаем } n_{\phi} = 630 \text{ об/мин};$$

$$V_{\phi} = \pi \cdot d \cdot n_{\phi} / 1000 = 3,14 \cdot 9 \cdot 630 / 1000 = 18 \text{ м/мин.}$$

Сверление (переход 2):

$$T_{4.2} = z_{4.2} = 5,05 \text{ мм.}$$

$$S_{4.2} = S_0 \cdot K_{S_0} = S_0 \cdot K_{S_l} \cdot K_{S_{ж}} \cdot K_{S_{и}} \cdot K_{S_d} \cdot K_{S_m} = 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,5 \text{ мм/об};$$

$$V_{4.2} = V_T \cdot K_V = V_T \cdot K_{V_m} \cdot K_{V_{и}} \cdot K_{V_d} \cdot K_{V_0} \cdot K_{V_T} \cdot K_{V_l} = \\ = 22 \cdot 0,91 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 18 \text{ м/мин}$$

$$n = 1000 \cdot V / (\pi \cdot d) = 1000 \cdot 18 / (3,14 \cdot 40) = 111 \text{ об/мин};$$

$$\text{Принимаем } n_{\phi} = 100 \text{ об/мин};$$

$$V_{\phi} = \pi \cdot d \cdot n_{\phi} / 1000 = 3,14 \cdot 40 \cdot 100 / 1000 = 13 \text{ м/мин.}$$

Сверление (переход 3):

$$T_{4.3} = z_{4.3} = 7,515 \text{ мм.}$$

$$S_{4.3} = S_0 \cdot K_{S_0} = S_0 \cdot K_{S_l} \cdot K_{S_{ж}} \cdot K_{S_{и}} \cdot K_{S_d} \cdot K_{S_m} = 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,5 \text{ мм/об};$$

$$V_{4.3} = V_T \cdot K_V = V_T \cdot K_{V_m} \cdot K_{V_{и}} \cdot K_{V_d} \cdot K_{V_0} \cdot K_{V_T} \cdot K_{V_l} = \\ = 22 \cdot 0,91 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 18 \text{ м/мин}$$

$$n = 1000 \cdot V / (\pi \cdot d) = 1000 \cdot 18 / (3,14 \cdot 55) = 81 \text{ об/мин};$$

$$\text{Принимаем } n_{\phi} = 80 \text{ об/мин};$$

$$V_{\phi} = \pi \cdot d \cdot n_{\phi} / 1000 = 3,14 \cdot 55 \cdot 80 / 1000 = 14 \text{ м/мин.}$$

Зенкование (переход 4):

$$T_{4.4} = z_{4.4} = 2,5 \text{ мм.}$$

$$S_{4.4} = S_0 \cdot K_{S_0} = S_0 \cdot K_{S_d} \cdot K_{S_m} = 1,5 \cdot 0,5 \cdot 0,4 = 0,25 \text{ мм/об};$$

$$V_{4.4} = V_T \cdot K_V = V_T \cdot K_{V_m} \cdot K_{V_d} \cdot K_{V_{и}} \cdot K_{V_T} \cdot K_{V_{п}} \cdot K_{V_0} = \\ = 19 \cdot 1,61 \cdot 0,9 \cdot 0,91 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 25 \text{ м/мин}$$

$$n = 1000 \cdot V / (\pi \cdot d) = 1000 \cdot 25 / (3,14 \cdot 14) = 638 \text{ об/мин};$$

$$\text{Принимаем } n_{\phi} = 630 \text{ об/мин};$$

$$V_{\phi} = \pi \cdot d \cdot n_{\phi} / 1000 = 3,14 \cdot 14 \cdot 630 / 1000 = 18 \text{ м/мин.}$$

Нарезание резьбы (переход 5):

$$T_{4.5} = z_{4.5} = 1,05 \text{ мм.}$$

$$S_{4.5} = S_0 \cdot K_{S_0} = S_0 \cdot K_{S_l} \cdot K_{S_{ж}} \cdot K_{S_{и}} \cdot K_{S_d} \cdot K_{S_m} = 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,5 \text{ мм/об};$$

$$V_{4.5} = V_T \cdot K_V = V_T \cdot K_{V_m} \cdot K_{V_{и}} \cdot K_{V_d} \cdot K_{V_0} \cdot K_{V_T} \cdot K_{V_l} = \\ = 22 \cdot 0,91 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 18 \text{ м/мин}$$

$$n = 1000 \cdot V / (\pi \cdot d) = 1000 \cdot 18 / (3,14 \cdot 40) = 111 \text{ об/мин};$$

$$\text{Принимаем } n_{\phi} = 100 \text{ об/мин};$$

$$V_{\phi} = \pi \cdot d \cdot n_{\phi} / 1000 = 3,14 \cdot 40 \cdot 100 / 1000 = 13 \text{ м/мин.}$$

Зенкование (переход 6):

$$T_{4.6} = z_{4.6} = 3,5 \text{ мм.}$$

$$S_{4.6} = S_0 \cdot K_{S_0} = S_0 \cdot K_{S_d} \cdot K_{S_m} = 1,5 \cdot 0,5 \cdot 0,4 = 0,25 \text{ мм/об};$$

$$V_{4.6} = V_T \cdot K_V = V_T \cdot K_{V_m} \cdot K_{V_d} \cdot K_{V_{и}} \cdot K_{V_T} \cdot K_{V_{п}} \cdot K_{V_0} = \\ = 19 \cdot 1,61 \cdot 0,9 \cdot 0,91 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 25 \text{ м/мин}$$

$$n = 1000 * V / (\pi * d) = 1000 * 25 / (3,14 * 14) = 638 \text{ об/мин};$$

Принимаем $n_{\phi} = 630 \text{ об/мин};$

$$V_{\phi} = \pi * d * n_{\phi} / 1000 = 3,14 * 14 * 630 / 1000 = 18 \text{ м/мин.}$$

Нарезание резьбы (переход 7):

$$T_{4.7} = z_{4.7} = 1,5 \text{ мм.}$$

$$S_{4.7} = S_0 * K_{S_0} = S_0 * K_{S_l} * K_{S_{ж}} * K_{S_{и}} * K_{S_d} * K_{S_m} = 0,5 * 1 * 1 * 1 * 1 * 1 = 0,5 \text{ мм/об};$$

$$V_{4.7} = V_T * K_V = V_T * K_{V_m} * K_{V_{и}} * K_{V_d} * K_{V_0} * K_{V_T} * K_{V_l} = \\ = 22 * 0,91 * 0,9 * 1 * 1 * 1 * 0,93 = 18 \text{ м/мин}$$

$$n = 1000 * V / (\pi * d) = 1000 * 18 / (3,14 * 40) = 111 \text{ об/мин};$$

Принимаем $n_{\phi} = 100 \text{ об/мин};$

$$V_{\phi} = \pi * d * n_{\phi} / 1000 = 3,14 * 40 * 100 / 1000 = 13 \text{ м/мин.}$$

Зенкование (переход 8):

$$T_{4.8} = z_{4.8}^C = 1 \text{ мм.}$$

$$S_{4.8} = S_0 * K_{S_0} = S_0 * K_{S_{п}} * K_{S_{и}} * K_{S_{\phi}} * K_{S_3} * K_{S_{ж}} * K_{S_m} = 0,38 * 1 * 1 * 0,7 * 0,85 * 0,95 * 1,07 = \\ = 0,14 \text{ мм/об};$$

$$V_{4.8} = V_T * K_V = V_T * K_{V_m} * K_{V_{и}} * K_{V_{\phi}} * K_{V_{и}} * K_{V_{ж}} * K_{V_{п}} * K_{V_0} = \\ = 312 * 1 * 0,86 * 1 * 0,75 * 1 * 0,61 = 138 \text{ м/мин}$$

$$n = 1000 * V / (\pi * d) = 1000 * 138 / (3,14 * 58) = 757 \text{ об/мин};$$

Принимаем $n_{\phi} = 630 \text{ об/мин};$

$$V_{\phi} = \pi * d * n_{\phi} / 1000 = 3,14 * 58 * 630 / 1000 = 109 \text{ м/мин.}$$

025 Фрезерная с ЧПУ:

$$T_{5.1} = z_{3.1}^C = 2,5 \text{ мм.}$$

$$S_{5.1} = S_z * K_{S_z} = S_z * K_{S_{зи}} * K_{S_{zR}} * K_{S_{z\phi}} = 0,15 * 1 * 0,66 * 0,25 = 0,025 \text{ мм/об};$$

$$V_{5.1} = V_T * K_V = V_T * K_{V_m} * K_{V_{и}} * K_{V_{п}} * K_{V_c} * K_{V_{\phi}} * K_{V_0} * K_{V_B} * K_{V_{\phi}} = \\ = 80 * 1 * 1 * 1 * 0,57 * 1 * 1,12 * 1 = 51 \text{ м/мин}$$

$$n = 1000 * V / (\pi * d) = 1000 * 51 / (3,14 * 25) = 650 \text{ об/мин};$$

Принимаем $n_{\phi} = 630 \text{ об/мин};$

$$V_{\phi} = \pi * d * n_{\phi} / 1000 = 3,14 * 25 * 630 / 1000 = 50 \text{ м/мин.}$$

040 Плоскошлифовальная:

$$T_{8.1} = z_{8.1}^C = 0,123 \text{ мм};$$

Скорость детали $V_d = 15 \text{ м/мин}$

Поперечная подача:

$$S_B = 1,0 \text{ мм/ход}$$

Вертикальная подача:

$$S_t = S_{\Gamma} * K_{S_t} = S_{\Gamma} * K_M * K_H * K_B * K_D * K_T * K_{\Gamma T} * K_I = 0,035 * 1 * 0,63 * 0,85 * 0,5 * 1 * \\ * 0,5 * 1 = 0,005 \text{ мм/ход}$$

Расчет основного времени

Основное время определяется по формуле:

$$t_0 = L \cdot i / (n \cdot S),$$

где L – расчётная длина обработки, мм;
 i – число рабочих ходов;
 n – частота вращения шпинделя, об/мин;
 S – подача, мм/об.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_B + l_{CX} + l_{ПД},$$

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.

$$t_0 = (l + l_B + l_{CX} + l_{ПД}) \cdot i / (n \cdot S).$$

Величина врезания инструмента:

$$l_B = t / \operatorname{tg} \varphi,$$

где t – глубина резания, мм;
 φ – угол в плане.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

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

Расчёт штучно-калькуляционного времени

Штучно-калькуляционное время определяется по следующей формуле:

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n},$$

где $T_{шт}$ – штучное время, мин;
 $T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, мин;
 n – число деталей в партии.

Операция 005

Штучное время определяется по формуле:

$$T_{шт} = (\sum T_o + T_{\varepsilon} \cdot K_m) \cdot \left(1 + \frac{a_{обс} + a_{отл}}{100}\right),$$

где T_{ε} – вспомогательное время на операцию;

$K_m = 1,15$ – коэффициент вспомогательного времени, зависящий от количества деталей в партии;

$a_{обс} = 5\%$ – время на обслуживание рабочего места, в % от оперативного времени [13, стр. 192];

$a_{отл} = 4\%$ – время на отдых и личные надобности, в % от оперативного времени [13, стр. 206].

Вспомогательное время на операцию рассчитывается по формуле:

$$T_{\epsilon} = n \cdot t_{\epsilon.y} + t_{\epsilon.1} + t_{\epsilon.2} + t_{\epsilon.3} + t_{\epsilon.4} + t_{\epsilon.5} + \dots + t_{\epsilon.n} + n \cdot t_{\epsilon.изм},$$

где $t_{\epsilon.y} = 3$ мин – вспомогательное время на установку и снятие детали, [13, стр. 52].

$t_{\epsilon.изм} = 0,22$ мин – вспомогательное время на измерение [13, стр. 85].

Тогда

$$T_{\epsilon} = 2 \cdot 3 + 2,1 + 2,3 + 2 \cdot 0,22 = 10,8 \text{ мин.}$$

Следовательно,

$$T_{шт} = (3,7 + 10,8 \cdot 1,15) \cdot \left(1 + \frac{5+4}{100}\right) = 17,57 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время [13, стр. 96]:

$$T_{пз} = 22 \text{ мин,}$$

Тогда

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n} = 17,57 + \frac{22}{4} = 23,07 \text{ мин.}$$

Операция 010

Штучное время определяется по формуле:

$$T_{шт} = (\sum T_o + T_{\epsilon} \cdot K_m) \cdot \left(1 + \frac{a_{обс} + a_{отл}}{100}\right),$$

где T_{ϵ} – вспомогательное время на операцию;

$K_m = 1,15$ – коэффициент вспомогательного времени, зависящий от количества деталей в партии;

$a_{обс} = 5\%$ – время на обслуживание рабочего места, в % от оперативного времени [13, стр. 192];

$a_{отл} = 4\%$ – время на отдых и личные надобности, в % от оперативного времени [7, стр. 206].

Вспомогательное время на операцию рассчитывается по формуле:

$$T_{\epsilon} = n \cdot t_{\epsilon.y} + t_{\epsilon.1} + t_{\epsilon.2} + t_{\epsilon.3} + t_{\epsilon.4} + t_{\epsilon.5} + \dots + t_{\epsilon.n} + n \cdot t_{\epsilon.изм},$$

где $t_{\epsilon.y} = 3$ мин – вспомогательное время на установку и снятие детали, [13, стр. 52].

$t_{\epsilon.изм} = 0,22$ мин – вспомогательное время на измерение [13, стр. 85].

Тогда

$$T_{\epsilon} = 2 \cdot 3 + 0,8 + 0,49 + 1 + 115 + 3 \cdot 0,38 + 45 + 0,8 + 7 + 115 + 0,93 + 0,75 + 0,68 + 16,8 + 15 \cdot 0,22 = 344,94 \text{ мин.}$$

Следовательно,

$$T_{шт} = (246,91 + 344,94 \cdot 1,15) \cdot \left(1 + \frac{5+4}{100}\right) = 564,8 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время [13, стр. 96]:

$$T_{пз} = 43 \text{ мин,}$$

Тогда

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{нз}}{n} = 564,8 + \frac{43}{4} = 576,55 \text{ мин.}$$

Операция 015

Штучное время определяется по формуле:

$$T_{шт} = (\Sigma T_o + T_{\epsilon} \cdot K_m) \cdot (1 + \frac{a_{обс} + a_{отл}}{100}),$$

где T_{ϵ} – вспомогательное время на операцию;

$K_m = 1,15$ – коэффициент вспомогательного времени, зависящий от количества деталей в партии;

$a_{обс} = 5\%$ – время на обслуживание рабочего места, в % от оперативного времени [7, стр. 192];

$a_{отл} = 4\%$ – время на отдых и личные надобности, в % от оперативного времени [7, стр. 206].

Вспомогательное время на операцию рассчитывается по формуле:

$$T_{\epsilon} = n \cdot t_{\epsilon.у} + t_{\epsilon.1} + t_{\epsilon.2} + t_{\epsilon.3} + t_{\epsilon.4} + t_{\epsilon.5} + \dots + t_{\epsilon.n} + n \cdot t_{\epsilon.изм},$$

где $t_{\epsilon.у} = 3$ мин – вспомогательное время на установку и снятие детали, [13, стр. 52].

$t_{\epsilon.изм} = 0,22$ мин – вспомогательное время на измерение [13, стр. 85].

Тогда

$$T_{\epsilon} = 2 \cdot 3 + 0,8 + 0,5 + 1,68 + 4,2 + 0,24 + 6,6 + 1,6 + 0,7 + 0,6 + 7,2 + 1,6 + 12 \cdot 0,22 = 34,28 \text{ мин.}$$

Следовательно,

$$T_{шт} = (40,63 + 34,28 \cdot 1,15) \cdot (1 + \frac{5+4}{100}) = 87,26 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время [13, стр. 96]:

$$T_{нз} = 43 \text{ мин,}$$

Тогда

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{нз}}{n} = 87,26 + \frac{43}{4} = 98,01 \text{ мин.}$$

Операция 020

Штучное время определяется по формуле:

$$T_{шт} = (\Sigma T_o + T_{\epsilon} \cdot K_m) \cdot (1 + \frac{a_{обс} + a_{отл}}{100}),$$

где T_{ϵ} – вспомогательное время на операцию;

$K_m = 1,15$ – коэффициент вспомогательного времени, зависящий от количества деталей в партии;

$a_{обс} = 5\%$ – время на обслуживание рабочего места, в % от оперативного времени [13, стр. 192];

$a_{отл} = 4\%$ – время на отдых и личные надобности, в % от оперативного времени [13, стр. 206].

Вспомогательное время на операцию рассчитывается по формуле:

$$T_{\epsilon} = n \cdot t_{\epsilon.у} + t_{\epsilon.1} + t_{\epsilon.2} + t_{\epsilon.3} + t_{\epsilon.4} + t_{\epsilon.5} + \dots + t_{\epsilon.n} + n \cdot t_{\epsilon.изм},$$

где $t_{\epsilon.у} = 3$ мин – вспомогательное время на установку и снятие детали, [13, стр. 52].

$t_{\epsilon.изм} = 0,22$ мин – вспомогательное время на измерение [13, стр. 85].

Тогда

$$T_{\epsilon} = 2 \cdot 3 + 2,1 + 2,3 + 2 \cdot 0,22 = 10,8 \text{ мин.}$$

Следовательно,

$$T_{шт} = (3,7 + 10,8 \cdot 1,15) \cdot \left(1 + \frac{5+4}{100}\right) = 17,57 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время [13, стр. 96]:

$$T_{пз} = 22 \text{ мин,}$$

Тогда

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n} = 17,57 + \frac{22}{4} = 23,07 \text{ мин.}$$

Операция 025

Штучное время определяется по формуле:

$$T_{шт} = (\Sigma T_o + T_{\epsilon} \cdot K_m) \cdot \left(1 + \frac{a_{обс} + a_{отл}}{100}\right),$$

где T_{ϵ} – вспомогательное время на операцию;

$K_m = 1,15$ – коэффициент вспомогательного времени, зависящий от количества деталей в партии;

$a_{обс} = 5\%$ – время на обслуживание рабочего места, в % от оперативного времени [13, стр. 192];

$a_{отл} = 4\%$ – время на отдых и личные надобности, в % от оперативного времени [13, стр. 206].

Вспомогательное время на операцию рассчитывается по формуле:

$$T_{\epsilon} = n \cdot t_{\epsilon.у} + t_{\epsilon.1} + t_{\epsilon.2} + t_{\epsilon.3} + t_{\epsilon.4} + t_{\epsilon.5} + \dots + t_{\epsilon.n} + n \cdot t_{\epsilon.изм},$$

где $t_{\epsilon.у} = 3$ мин – вспомогательное время на установку и снятие детали, [13, стр. 52].

$t_{\epsilon.изм} = 0,22$ мин – вспомогательное время на измерение [13, стр. 85].

Тогда

$$T_{\epsilon} = 2 \cdot 3 + 1,23 + 1,23 + 2 \cdot 0,22 = 8,9 \text{ мин.}$$

Следовательно,

$$T_{шт} = (4,3 + 8,9 \cdot 1,15) \cdot \left(1 + \frac{5+4}{100}\right) = 12,57 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время [13, стр. 96]:

$$T_{нз}=43 \text{ мин,}$$

Тогда

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{нз}}{n} = 12,57 + \frac{43}{4} = 23,32 \text{ мин.}$$

Операция 040

Штучное время определяется по формуле:

$$T_{шт} = (\sum T_o + T_{\epsilon} \cdot K_m) \cdot (1 + \frac{a_{обс} + a_{отл}}{100}),$$

где T_{ϵ} – вспомогательное время на операцию;

$K_m = 1,15$ – коэффициент вспомогательного времени, зависящий от количества деталей в партии;

$a_{обс} = 5\%$ – время на обслуживание рабочего места, в % от оперативного времени [13, стр. 192];

$a_{отл} = 4\%$ – время на отдых и личные надобности, в % от оперативного времени [7, стр. 206].

Вспомогательное время на операцию рассчитывается по формуле:

$$T_{\epsilon} = n \cdot t_{\epsilon.у} + t_{\epsilon.1} + t_{\epsilon.2} + t_{\epsilon.3} + t_{\epsilon.4} + t_{\epsilon.5} + \dots + t_{\epsilon.n} + n \cdot t_{\epsilon.изм},$$

где $t_{\epsilon.у} = 3$ мин – вспомогательное время на установку и снятие детали, [13, стр. 52].

$t_{\epsilon.изм} = 0,22$ мин – вспомогательное время на измерение [13, стр. 85].

Тогда

$$T_{\epsilon} = 2 \cdot 3 + 0,8 + 0,49 + 1 + 115 + 3 \cdot 0,38 + 45 + 0,8 + 7 + 115 + 0,93 + 0,75 + 0,68 + 16,8 + 15 \cdot 0,22 = 335,44 \text{ мин.}$$

Следовательно,

$$T_{шт} = (316,91 + 344,94 \cdot 1,15) \cdot (1 + \frac{5+4}{100}) = 684,6 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время [13, стр. 96]:

$$T_{нз}=43 \text{ мин,}$$

Тогда

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{нз}}{n} = 684,6 + \frac{43}{4} = 695,35 \text{ мин.}$$

1.5.10. Оформление технологической документации

Технологическая документация на проектирование ТП матрица, пуансон представлена на 4 листах.

Лист примен.	
Стор. №	

Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № докум.	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

2. Конструкторская часть

					ВКР151001.ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.		Бреский МА.					
Пров.		Михаевич Е.П.					
Н.контр.							
Утв.							
					Лист	Лист	Листов
					1		1
					ТПУ ИнЭО ТАМТ		
					Группа 3-4301/36		

Копировал

Формат А4

2.1. Разработка конструкции и расчет приспособления

Приспособление содержит корпус 7, рычаг 5, качающийся на оси 6, ползун 4 с губкой 3, неподвижную губку 2, опорную плиту 1, штырь 9, гидроцилиндр, выполненный совместно с корпусом, шток 10 и две шпонки 8 и 11 для базирования самого приспособления.

В приспособлении устанавливают заготовку на плоскость опорной плиты, прижимают к плоскости неподвижной губки и штырю, после чего прижимают заготовку с помощью гидросистемы. Под действием жидкости, поступающей в верхнюю часть цилиндра, шток опускается вниз и поворачивает рычаг вокруг оси, при этом противоположный конец рычага толкает ползун с губкой и прижимает заготовку. При обратном ходе штока происходит открепление заготовки.

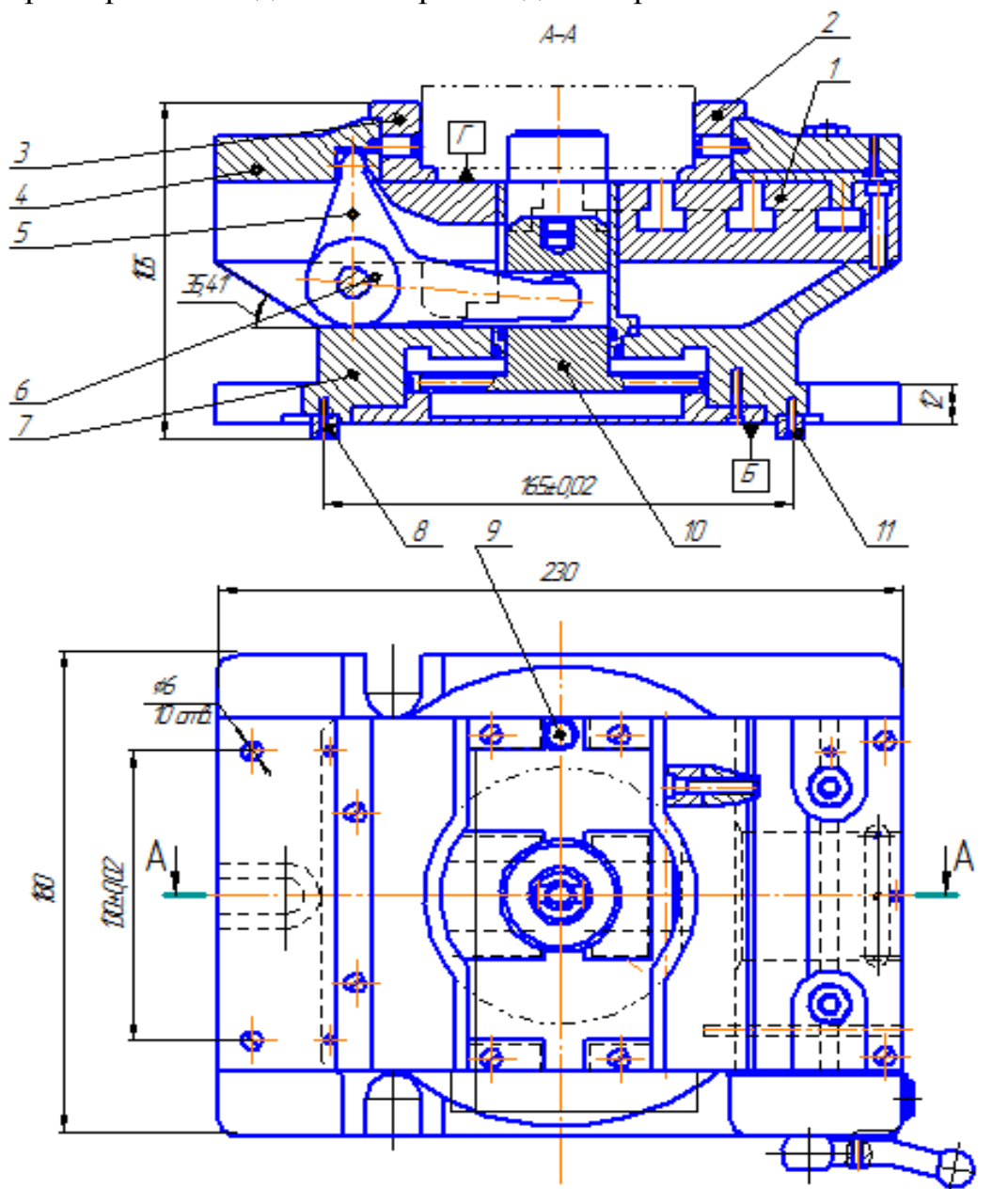


Рис. 19 Общий вид приспособления.

Расчет гидроцилиндра

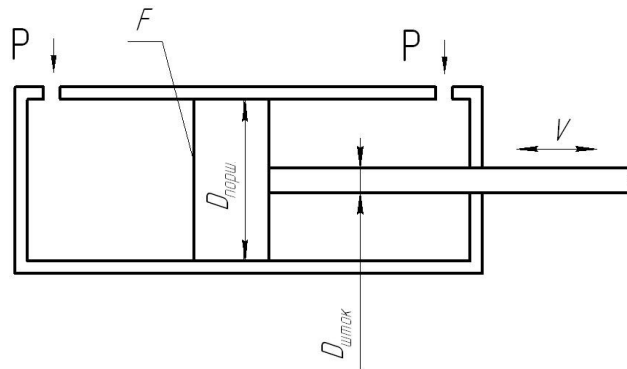


Схема гидроцилиндра.

$$P_{\max} = 77100 \text{ [Н]};$$

$$V_{\max} = 2500 \text{ [см}^3\text{/с]};$$

Рассчитаем площадь гидроцилиндра F:

$$F = \frac{P_{\max}}{P_{\text{раб}} \cdot 0,7};$$

где $P_{\max}$ - максимальное усилие;

$P_{\text{раб}} = 9,81 \text{ МПа}$ - давление в системе, МПа;

$$F = \frac{77100}{9,81 \cdot 0,7} = 11227,6 \text{ [мм}^2\text{]};$$

Расчетный диаметр поршня гидроцилиндра D_p :

$$D_p = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}};$$

где F – площадь гидроцилиндра, мм^2 ;

π - постоянная, $\pi = 3,14$;

$$D_p = \sqrt{\frac{4 \cdot 11227,6}{3,14}} = 102 \text{ [мм]};$$

Принимаем диаметр поршня: $D_{\text{поршня}} = 100 \text{ [мм]}$;

диаметр штока: $D_{\text{штока}} = 50 \text{ [мм]}$;

ход поршня: $S = 800 \text{ [мм]}$;

Действительная площадь гидроцилиндра $F_{\text{д}}$:

$$F_{\text{д}} = \frac{\pi \cdot D_{\text{поршня}}^2}{4};$$

где $D_{\text{поршня}}$ - диаметр поршня, мм ;

π - постоянная, $\pi = 3,14$;

$$F_{\partial} = \pi \cdot 100^2 / 4 = 11050, \text{ [мм}^2\text{]};$$

Рассчитаем расход Q :

$$Q = V_{\max} \cdot F_{\partial};$$

где F_{∂} – действительная площадь гидроцилиндра, мм^2 ;

$V_{\max}$ - скорость движения гидроцилиндра, см/с ;

$$Q_1 = 2500 \cdot 11050 \cdot 6 \cdot 10^{-4} = 16575 \text{ [л/мин]}$$

Перед. номер	
Справ. №	

Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № д/д	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР151001.ПЗ	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Бреский М.А.						1
Проб.		Михаевич Е.П.						
Н.контр.								
Утв.						ТПУ ИнЭО ТАМТ Группа 3-4301/36		

Копировал

Формат А4

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

3.1. Выбор детали

Деталь: Матрица

Годовая программа $Nr = 10000$ шт

Масса детали $m = 2,6$ кг

Масса заготовки $m = 3,98$ кг

Материал сталь 45 ГОСТ 1050-88

Перечень оборудования

Таблица 3.1

№	Операция	Оборудование	Разряд	Время штучное, мин.
Базовый участок (2 станка)				
015	Фрезерная	Вертикальный консольный фрезерный станок 6Н104	4	0,847
020	Сверлильная	Вертикально- сверлильный станок 2Н118	4	0,523
	Итого:			1,37
Проект (новый станок)				
015*	Фрезерная, сверлильная	Сверлильно- фрезерный с ЧПУ «FanucRobodrill»	7	0,521

3.2 Организационная часть

Расчет фонда времени работы оборудования

Действительный фонд времени работы оборудования (при пятидневной рабочей неделе, согласно производственному календарю на 2016 год)

$$F_d = ((D_k - D_{пр} - D_{вс}) * F_{см} - D_{пред} * T_{сок}) * K_{см} * K_p, \text{ час}$$

$$F_d = ((365 - (12 + 105)) * 8 - 3 * 1) * 2 * 0,95 = 3763,9 \text{ ч.}$$

Где D_k – количество календарных дней в году

$$D_k = 365 \text{ дней}$$

$D_{пр}$ – количество праздничных дней в году

$$D_{пр} = 12 \text{ дней}$$

$D_{вс}$ – количество выходных дней в году

$$D_{вс} = 105 \text{ дней}$$

$D_{пред}$ – количество предпраздничных дней в году

$$D_{пред} = 3 \text{ дней}$$

$T_{сок}$ – время, на которое сокращается предпраздничный день

$$T_{сок} = 1 \text{ час}$$

$F_{см}$ – продолжительность смены

$$F_{см} = 8 \text{ ч}$$

$K_{см}$ – количество смен в сутки

$$K_{см} = 2$$

K_p – коэффициент, учитывающий потери времени на ремонт

$$K_p = 0,95$$

Расчет потребности в площадях:

Удельная площадь, приходящаяся на единицу оборудования, определяется по формуле

$$S_{уд.} = S \cdot K_{доп.}$$

S – площадь единицы оборудования;

$K_{доп.}$ – коэффициент, учитывающий дополнительные площади.

$K_{\text{доп}}$ берется из паспорта оборудования и устанавливается большим для крупногабаритного оборудования и меньшим – для оборудования с меньшими размерами.

Общая производственная площадь участка:

$$S_{\text{произв.}} = \sum_{i=1}^n C_{\text{прин.}} \cdot S_{\text{уд.}}$$

где $S_{\text{уд } i}$ – удельная площадь единицы оборудования i – го вида

n – число видов оборудования, шт

$C_{\text{прин } i}$ – число станков i – го вида, шт

Расчет размера основных производственных площадей

Таблица 3.2

Наименование	Габариты, мм	Общ. площадь, кв. м.	Осн. площадь, кв. м.
Вертикально-консольный фрезерный станок 6Н104	1226x1556x1653		3,15
Вертикально-сверлильный 2Н118	870x590x2080		1,07
Итого:		6,44	4,22
Сверлильно-фрезерный с ЧПУ «FanucRobodrill»	2450x1590x2200	13,10	8,57

По данным предприятия:

1. Вспомогательная площадь составляют 20% от основной площади (0,84 кв. м; 1,71 кв. м.)

2. Служебно-бытовая – 30% от основной площади (1,26 кв. м; 2,57 кв. м.)

3. Административно-хозяйственная площадь – 6% от суммы основной и вспомогательной площадей (0,12 кв. м; 0,25 кв. м.)

Необходимо учесть, что в первом варианте расчет делали от Базовых станков, второй вариант, после замены станков на новый.

Расчет стоимости площадей по видам приведен в таблице 3.

Таблица 3.3

Вид площади	Размер, кв. м.	Стоимость 1 кв. м.	Общая стоимость, руб.
Базовый участок (2 станка)			
основная	4,22	20000	84400
вспомогательная	0,84	23000	19320
служебно-бытовая	1,26	27000	34020
административно-хозяйственная площадь	0,12	28000	3360
Итого	6,44		141100
Проект (новый станок)			
основная	8,57	20000	171400
вспомогательная	1,71	23000	39330
служебно-бытовая	2,57	27000	69390
служебно-бытовая	2,57	27000	69390
Итого:	13,10		287120

Расчет потребности в оборудовании:

Расчет потребного количества оборудования

$$C_P = \frac{V_{\text{год}} * T_{\text{шт}}}{F_d * K_{\text{вн}}}, \text{ ед.}$$

где $V_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска, шт

$T_{\text{шт}}$ – норма времени на изготовление изделия, час

$K_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения норм.

$$K_{\text{вн}} = 1,1$$

Принятое количество оборудования $C_{\text{пр}}$ получаем путём округления расчетного количества оборудования до большего целого числа.

Базовый участок (2 станка):

Оп 005: $C_P = (10000 \cdot 1,37) / (3763,9 \cdot 1,1 \cdot 60) = 13700 / 248417,4 = 0,05$, следовательно, принимаем оборудования в количестве $C_{\text{пр}} = 1$ шт.

Проект (с ЧПУ):

$$\text{Оп}015,020 \quad C_P = (10000 \cdot 0,521) / (3763,9 \cdot 1,1 \cdot 60) = 5210 / 248417,4 = 0,02$$

следовательно, принимаем оборудования в количестве $C_{\text{пр}} = 1$ шт

Расчет коэффициента загрузки:

$$K_3 = \frac{C_P}{C_{ПР}}$$

Базовый участок (2 станка):

$$\text{Оп } 015,020 K_3 = 0,05/1 = 0,05$$

Проект (с ЧПУ):

$$\text{Оп } 015 \cdot K_3 = 0,02/1 = 0,02$$

Расчет численности работающих

Расчет численности основных рабочих:

$$R_{CC} = \frac{B_{ГОД} \cdot T_{ШТ}}{F_{ДР} \cdot K_{ВН}}, \text{ чел}$$

Расчет действительного фонда времени работы рабочего

$$F_d = (D_K - D_{ПР} - D_B - O - H) \cdot F_{СМ} - D_{ПРЕД} \cdot T_{СОК}$$

$$F_{ДР} = (365 - 12 - 105 - 20 - 7) \cdot 8 - 3 \cdot 1 = 1765 \text{ час},$$

где О – среднее количество дней отпусков в году; О=28 календарных дней (20 рабочих дней)

Н – среднее количество дней невыходов на работу по уважительной причине, Н=7 (в том числе невыходы на работу по болезни и родам – 4 дня, время на выполнения государственных и общественных обязанностей – 1 день, продолжительность учебных отпусков – 1 день, прочие неявки, разрешенные законом – 1 день)

$F_{СМ}$ – продолжительность смены, час. $F_{СМ} = 8$ час

Базовый участок (2 станка)

$$\text{Оп } 015,020 R_{CC} = 10000 \cdot 1,37 / 1765 \cdot 60 = 13700/105900 = 0,12$$

принимаем $R_{CCПР} = 1$ человека

Проект (с ЧПУ):

$$\text{Оп } 015 \cdot R_{CC} = 10000 \cdot 0,521 / 1765 \cdot 60 = 5210/105900 = 0,04$$

принимаем $R_{CCПР} = 1$ человека

Расчет численности вспомогательных рабочих

$$R_{ВСП} = \frac{12\% \cdot 7}{100\%} = 0,84, \text{ принимаем}$$

Базовый участок (2 станка):

$$R_{ОСН} = 25\% \cdot 2 / 100 = 0,5 \text{ чел. или принимаем } R_{ВСППР} = 1 \text{ человека}$$

Проект (с ЧПУ)

$$R_{\text{осн}} = 25\% \cdot 1 / 100 = 0,25 \text{ чел. или принимаем } R_{\text{вспПР}} = 0 \text{ человека}$$

где $R_{\text{осн}}$ – общее количество основных рабочих по всем операциям

технологического процесса

Расчет численности контролеров

Базовый участок (2 станка):

$$R_{\text{контр}} = 25\% \cdot 2 / 100 = 0,5 \text{ или принимаем } R_{\text{контрПР}} = 1 \text{ человека.}$$

Проект (с ЧПУ):

$$R_{\text{контр}} = 20\% \cdot 1 / 100 = 0,2 \text{ или принимаем } R_{\text{контрПР}} = 0 \text{ человека.}$$

Расчет численности ИТР

Базовый участок (2 станка)

$$R_{\text{итр}} = 17\% \cdot (2+1) / 100 = 0,85 \text{ человека, принимаем } R_{\text{ИТРПР}} = 1 \text{ человека}$$

Проект (с ЧПУ)

$$R_{\text{итр}} = 17\% \cdot (1+0) / 100 = 0,17 \text{ человека, принимаем } R_{\text{ИТРПР}} = 0 \text{ человека}$$

Расчет среднего разряда основных рабочих

$$P_{\text{ср}} = \frac{\sum \text{разряд} \cdot R_{\text{сс}}}{R_{\text{осн}}},$$

где $R_{\text{сс}}$ – количество основных рабочих по разряду

$$P_{\text{ср}} = \sum \text{разряд} \cdot R_{\text{сс}} / R_{\text{осн}} = (4 \cdot 2) + (7 \cdot 1) = (8+7)/3 = 5$$

Распределение основных рабочих по разрядам

Таблица 3.4

Профессия	Разряд								Количество рабочих
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Базовый участок (два станка)									
Токарь				1					1
Токарь				1					1
Итого:									2
Проект (с ЧПУ)									
токарь-фрезеровщик							1		1

3.3 Расчет заработной платы

Расчет фонда заработной платы основных рабочих.

Расчет средней тарифной ставки

$$T_{\text{ст.м}} + (T_{\text{ст.м}} - T_{\text{ст.б}}) * (P_{\text{ср}} - P_{\text{м}}), \text{руб/час},$$

$$T_{\text{ст.ср.}}^6 = 50 + (65 - 50) * (5 - 4) = 50 + 15 * 1 = 65 \text{руб/час}$$

где $P_{\text{м}}$ – ближайший меньший разряд относительно среднего разряда

$T_{\text{ст.м}}$ – тарифная ставка меньшего разряда, руб/час

$T_{\text{ст.б}}$ – тарифная ставка большего разряда, руб/час

Тарифная ставка

4 разряд – 50 руб

7 разряд – 65 руб

Расчет фонда тарифной заработной платы:

Базовый участок (2 станка)

$$\Phi_{\text{тар.}} = T_{\text{ст}} \cdot F_{\text{др}} \cdot R_{\text{осн.}}, \text{руб}$$

$$\Phi_{\text{тар.}} = 50 \cdot 1765 \cdot 2 = 176500 \text{руб}$$

Проект (с ЧПУ)

$$\Phi_{\text{тар.}} = T_{\text{ст}} \cdot F_{\text{др}} \cdot R_{\text{осн.}}, \text{руб}$$

$$\Phi_{\text{тар.}} = 65 \cdot 1765 \cdot 1 = 114725 \text{руб}$$

Расчет доплат к тарифной заработной плате.

Доплата за напряженность норм:

$$D_{\text{н/н}} = \frac{H_{\text{н/н}} \cdot \Phi_{\text{тар}}}{100\%};$$

Базовый участок (2 станка)

$$D_{\text{н/н}} = 7\% \cdot 176500 / 100\% = 12355 \text{руб}$$

Проект (с ЧПУ)

$$D_{\text{н/н}} = 7\% \cdot 114725 / 100 = 8030,75 \text{руб}$$

где $H_{\text{н/н}}$ – норма доплат (7%)

Доплата за условия труда:

$$D_{\text{у/т}} = \frac{H_{\text{у/т}} \cdot \Phi_{\text{тар}}}{100\%};$$

Базовый участок (2 станка):

$$D_{\text{у/т}} = 10\% \cdot 176500 / 100\% = 17650 \text{руб}$$

Проект (с ЧПУ)

$$D_{y/\tau} = 10\% \cdot 114725 / 100\% = 11472,5 \text{ руб}$$

где $H_{y/\tau}$ – норма доплат (10%)

Доплата за профессиональное мастерство:

$$D_{п/м} = \frac{H_{п/м} \cdot (\Phi_{тар} + D_{н/н} + D_{y/\tau})}{100\%}$$

Базовый участок (2 станка)

$$D_{п/м} = 12\% \cdot (176500 + 12355 + 17650) / 100\% = 24780,60 \text{ руб}$$

Проект (с ЧПУ)

$$D_{п/м} = 12\% \cdot (114725 + 8030,75 + 11472,5) / 100\% = 16107,39 \text{ руб}$$

где $H_{п/м}$ – норма доплат (12%)

Доплата за работу в ночное время

$$D_{в/в} = \frac{H_{в/в} \cdot (\Phi_{тар} + D_{н/н} + D_{y/\tau})}{100\% \cdot 2}$$

Базовый участок (2 станка)

$$D_{в/в} = 15\% \cdot (176500 + 12355 + 17650) / 100 = 30975,75 \text{ руб}$$

Проект (с ЧПУ)

$$D_{в/в} = 15\% \cdot (114725 + 8030,75 + 11472,5) / 100 = 20134,23 \text{ руб}$$

где $F_{дрв}$ – действительный фонд времени работы в вечернее время

$H_{в/в}$ – норма доплат (15%)

Доплата за выполнение нормированного задания

$$D_{н/з} = \frac{H_{н/з} \cdot (\Phi_{тар} + D_{н/н} + D_{y/\tau})}{100\%}$$

Базовый участок (2 станка)

$$D_{н/з} = 5\% \cdot (176500 + 12355 + 17650) / 100 = 10325,25 \text{ руб}$$

Проект (с ЧПУ)

$$D_{н/з} = 5\% \cdot (114725 + 8030,75 + 11472,5) / 100 = 36535,5 \text{ руб}$$

где $H_{н/з}$ – норма доплат (5%)

Премия:

$$\Pi = \frac{H_{пр} \cdot (\Phi_{тар} + D_{н/н} + D_{y/\tau})}{100\%}$$

Базовый участок (2 станка)

$$\Pi = 10\% \cdot (176500 + 12355 + 17650) / 100 = 20650,5 \text{ руб.}$$

Проект (с ЧПУ):

$$П = 10\% \cdot (114725 + 8030,75 + 11472,5) / 100 = 13422,82 \text{ руб.}$$

где $H_{пр}$ – норма премии (10%)

Фонд основной заработной платы

$$\Phi_{осн} = \Phi_{тар} + \sum Д + П$$

Базовый участок (2 станка):

$$\Phi_{осн} = 176500 + 12355 + 17650 + 24780,60 + 30975,75 + 10325,25 + 20650,5 = 293237,10 \text{ руб.}$$

Проект (с ЧПУ):

$$\Phi_{осн} = 14725 + 8030,75 + 11472,5 + 16107,39 + 20134,23 + 17036,66 + 6711,41 + 13422,82 = 207640,76 \text{ руб.}$$

Фонд дополнительной заработной платы

$$\Phi_{доп} = 0,1 \cdot \Phi_{осн}$$

Базовый участок (2 станка):

$$\Phi_{доп} = 0,1 \cdot \Phi_{осн} = 0,1 \cdot 293237,10 = 29323,71 \text{ руб}$$

Проект (с ЧПУ):

$$\Phi_{доп} = 0,1 \cdot \Phi_{осн} = 0,1 \cdot 207640,76 = 20764,07 \text{ руб}$$

Общий фонд заработной платы

$$\Phi_{общ} = \Phi_{осн} + \Phi_{доп}$$

Базовый участок (2 станка):

$$\Phi_{общ} = 293237,10 + 29323,71 = 322560,81 \text{ руб}$$

Проект (с ЧПУ):

$$\Phi_{общ} = 207640,76 + 20764,07 = 228404,83 \text{ руб}$$

Стоимость одного норм-часа с учётом доплат и премии

$$1_{н/ч} = \frac{\Phi_{осн}}{R_{СС} \cdot F_{ДР}}$$

Базовый участок (2 станка)

$$1_{нч} = 293237,10 / (2 \cdot 1765) = 293237,10 / 3530 = 83,07 \text{ руб./час}$$

Проект

$$1_{нч} = 207640,76 / (1 \cdot 1765) = 207640,76 / 1765 = 117,64 \text{ руб./час}$$

Расчет расход по содержанию и эксплуатации оборудования

Балансовая ведомость оборудования

Таблица 3. 5

№	Модель оборудования	Количество оборудования, шт	Мощность ед-цы оборудования, кВт	Цена ед-цы оборудования, руб
Базовый проект (2 станка)				
1	Вертикальный консольный фрезерный станок 6Н104	1	1,5	350 000
2	Вертикально-сверлильный станок 2Н118	1	1,5	400 000
	Итого:	2	3	750 000
1	Сверлильно-фрезерный с ЧПУ «FanucRobodrill»	1	3,7	2 000 000

Амортизация

$$A = \frac{H_A \cdot C_{\Pi}}{100\%},$$

Базовый участок (2 станка)

$$A = 7\% \cdot 750000 / 100 = 52500 \text{ руб}$$

Проект (с ЧПУ)

$$A = 7\% \cdot 2000000 / 100 = 140000 \text{ руб}$$

где H_A – норма амортизации, 7%

C_{Π} – первоначальная стоимость оборудования, руб.

Расходы на ремонт и техническое обслуживание:

$$P_p = \frac{H_p \cdot C_{\Pi}}{100\%}$$

Базовый участок (2 станка):

$$P = 60\% \cdot 750000 / 100 = 450000 \text{ руб.}$$

Проект (с ЧПУ):

$$P = 2\% \cdot 2000000 / 100 = 40000 \text{ руб.}$$

где H_p – норма расходов на ремонт, 7% и 4% соответственно

Расходы на воду

$$P_B = Q \cdot \text{ноб} \cdot z \cdot Ц_B,$$

Базовый участок (2 станка)

$$P_B = 23 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 35,14 = 3232,88 \text{ руб}$$

Проект (с ЧПУ)

$$РВ = 18 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 35,14 = 632,52 \text{ руб}$$

где Q- расход воды на единицу оборудования, м

поб - количество оборудования

z- число смен

Цв - цена на 1 м3 воды

Расходы на инструмент

$$Р_{инст} = \frac{50\% \cdot \Phi_{3Посн}}{100\%}$$

Базовый участок (2 станка)

$$Р_{инстр} = 50\% \cdot 293237,10 / 100 = 146618,55 \text{ руб}$$

Проект (с ЧПУ)

$$Р_{инстр} = 25\% \cdot 207640,76 / 100 = 51910,19 \text{ руб}$$

Расходы на вспомогательные материалы

$$Р_{всп} = \frac{5\% \cdot \Phi_{3Посн}}{100\%}$$

Базовый участок (2 станка)

$$Р_{всп} = 7\% \cdot 293237,10 / 100 = 20526,59 \text{ руб}$$

Проект (с ЧПУ)

$$Р_{всп} = 5\% \cdot 207640,76 / 100 = 10382,03 \text{ руб}$$

Расходы на сжатый воздух

$$Р_{сж.в} = F_d \cdot K_3 \cdot (q \cdot \text{поб} + q' \cdot \text{поб}') \cdot Ц_{сж.в}$$

Базовый участок (2 станка)

$$Р_{сж.в} = 3763,9 \cdot 0,070 \cdot 0,1 \cdot 2 \cdot 0,45 = 23,71 \text{ руб}$$

Проект (с ЧПУ)

$$Р_{сж.в} = 3763,9 \cdot 0,070 \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot 0,45 = 11,85 \text{ руб}$$

где q– расход сжатого воздуха на единицу оборудования, м³

Цсж.в – Цена сжатого воздуха, руб./м³

Сумма расходов по содержанию и эксплуатации оборудования за год:

$$\Sigma Р_{сээ} = А + РР + РВ + Р_{инст} + Р_{сж.в} + Р_{всп}$$

Базовый участок (2 станка)

$$\Sigma Р_{сээ} = 52500 + 450000 + 3232,88 + 146618,55 + 20526,59 + 23,71 = 672\,901,73$$

Проект (с ЧПУ)

$$\Sigma Р_{сээ} = 140000 + 40000 + 632,52 + 51910,19 + 10382,03 + 11,85 = 242936,59 \text{ руб}$$

Норма расходов по содержанию и эксплуатации оборудования

$$Н_{сэо} = \frac{\Sigma Р_{сэо}}{\Phi_{осн}} \cdot 100\%$$

Базовый участок (2 станка)

$$Н_{сэо} = 672\,901,73 / 293237,10 \cdot 100 = 229\%$$

Проект (с ЧПУ)

$$H_{\text{сэо}}=242936,59/207640,76 \cdot 100=116,99\%$$

Базовый участок (2 станка):

Смета расходов по содержанию и эксплуатации оборудования

Таблица 3. 6

№ п/п	Наименование статьи расхода	Сумма, руб.
1	Амортизация	52500
2	Техническое обслуживание и текущий ремонт	450000
4	Техническая вода	3232,88
5	Сжатый воздух	23,71
6	Инструмент	146618,55
7	Вспомогательные материалы	20526,59
	Итого по смете	672901,73

Проект (с ЧПУ):

Смета расходов по содержанию и эксплуатации оборудования

Таблица 3.7

№ п/п	Наименование статьи расхода	Сумма, руб.
1	Амортизация	140000
2	Техническое обслуживание и текущий ремонт	40000
4	Техническая вода	632,52
5	Сжатый воздух	11,85
6	Инструмент	51910,19
7	Вспомогательные материалы	10382,03
	Итого по смете	242936,59

Цеховые расходы

Фонд заработной платы мастеров, вспомогательных рабочих, контролеров, МОП:

$$\Phi ЗП = O \cdot R \cdot 12$$

где O – оклад, руб

12 – число месяцев в году

R – численность данной категории работников

Базовый участок (2 станка)

$$\Phi ЗП = 144000 + 96000 + 120000 + 84000 = 444000 \text{ руб}$$

Проект (с ЧПУ)

$$\Phi ЗП = 0 \text{ руб}$$

$$\Phi ЗП_{\text{вспм}} = 10000 \cdot 1 \cdot 12 = 120000 \text{ руб}$$

$$\Phi ЗП_{\text{контр}} = 8000 \cdot 1 \cdot 12 = 96000 \text{ руб}$$

$$\Phi ЗП_{\text{итр}} = 12000 \cdot 1 \cdot 12 = 144000 \text{ руб}$$

$$\Phi ЗП_{\text{МОП}} = 7000 \cdot 1 \cdot 12 = 84000 \text{ руб}$$

Отчисления на социальные нужды

$$Осн = \frac{Нсн \cdot \Phi ЗП}{100\%},$$

Базовый участок (2 станка)

$$Осн = 30\% \cdot 444000 / 100\% = 133200 \text{ руб}$$

Проект (с ЧПУ)

$$Осн = 30\% \cdot 0 / 100\% = 0 \text{ руб}$$

где Нсн – норма отчислений на социальные нужды в 2016 году ставка – 30%

Расходы на охрану труда

$$Р_{\text{ох.т}} = \frac{2\% \cdot (\Phi ЗП_{\text{общ}} + \Sigma \Phi ЗП)}{100\%}$$

Базовый участок (2 станка)

$$О_{\text{ох.тр.}} = 2\% \cdot (293323,71 + 444000) / 100\% = 14746,47 \text{ руб}$$

Проект

$$О_{\text{ох.тр.}} = 2\% \cdot (207640,76 + 0) / 100\% = 4152,81 \text{ руб}$$

Сумма цеховых расходов за год

$$Р_{\text{ц}} = \Sigma \Phi ЗП + Осн + Р_{\text{ох.т}} + Р_{\text{рац}} + Р_{\text{пр}}$$

Базовый участок (2 станка)

$$P_{ц} = 444000 + 133200 + 14746,47 = 591946,47 \text{ руб}$$

Проект (с ЧПУ)

$$P_{ц} = 0 + 72000 + 4152,47 = 76152,47 \text{ руб}$$

Базовый участок (2 станка)

Смета цеховых расходов

Таблица 3.8

№	Наименование статьи	Сумма, руб.
1	Фонд заработной платы ИТР, вспомогательных рабочих, контролёров, МОП	444000
2	Отчисления на социальные нужды	133200
3	Охрана труда	14746,47
	Итого по смете	591946,47

Проект (с ЧПУ)

Смета цеховых расходов

Таблица 3.9

№	Наименование статьи	Сумма, руб.
1	Фонд заработной платы ИТР, вспомогательных рабочих, контролёров, МОП	0
2	Отчисления на социальные нужды	72000
3	Охрана труда	4152,81
	Итого по смете	76152,47

Норма цеховых расходов:

$$N_{цех} = \frac{P_{цех}}{\Phi_{ЗПосн}} * 100\%$$

Базовый участок (2 станка)

$$N_{цех} = 591946,47 / 293323,71 * 100\% = 201,8\%$$

Проект (с ЧПУ)

$$N_{цех} = 76152,47 / 207640,76 * 100\% = 36,67\%$$

Расчет себестоимости единицы изделия

Затраты на основные материалы

$$M = C \cdot M_3,$$

где C – цена материала, руб/кг

M_3 – масса заготовки, кг

Базовый участок (2 станка)

$$M = 48,5 \cdot 6,98 = 338,53 \text{ руб}$$

Проект (с ЧПУ)

$$M = 48,5 \cdot 2,73 = 132,4 \text{ руб}$$

Возвратные отходы

$$P_{в.о.} = C_0 \cdot M_0$$

Базовый участок (2 станка)

$$P_{во} = 6,35 \cdot 1,78 = 11,3 \text{ руб}$$

Проект (с ЧПУ)

$$P_{во} = 6,35 \cdot 5,67 = 36,0 \text{ руб}$$

где M_0 – масса отходов, кг

C_0 – цена отходов, руб./кг

Транспортно-заготовительные расходы:

$$P_{тз} = \frac{N_{тз} \cdot M}{100\%},$$

где $N_{тз}$ – норма транспортно-заготовительных расходов, 3%

Базовый участок (2 станка)

$$P_{тз} = 3\% \cdot 338,53 = 10,15 \text{ руб}$$

Проект (с ЧПУ)

$$P_{тз} = 3\% \cdot 132,4 = 3,97 \text{ руб}$$

Основная заработная плата основных рабочих

$$ЗПОСН = 1_{н/ч} \cdot \frac{\Sigma T_{шт}}{60},$$

где $\Sigma T_{шт}$ – норма штучно-калькуляционного времени по всем операциям, мин.

Отчисления по единому социальному налогу (страховым взносам во внебюджетные фонды)

Базовый участок (2 станка)

$$Осн = 30\% \cdot (83,07 + 3,35) / 100\% = 25,92 \text{ руб}$$

Проект (с ЧПУ)

$$Осн = 30\% \cdot (117,64 + 2,05) / 100\% = 35,90 \text{ руб}$$

Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования

Базовый участок (2 станка)

$$P_{\text{сэо}} = 229\% \cdot 83,07 / 100\% = 190,23 \text{ руб}$$

Проект (с ЧПУ)

$$P_{\text{сэо}} = 116,99\% \cdot 117,64 / 100\% = 137,62 \text{ руб}$$

где Нсэо – норма расходов по содержанию и эксплуатации оборудования, 229 и 116,99 % соответственно

Технологическая себестоимость:

$$\text{Стехн} = \text{М} - \text{Рво} + \text{Ртз} + \text{ЗПосн} + \text{ЗПдоп} + \text{Осн} + \text{Рсэо}$$

Базовый участок (2 станка)

$$\text{Стехн} = 338,53 - 11,3 + 10,15 + 25,92 + 3,35 + 83,07 + 190,23 = 639,95 \text{ руб}$$

Проект (с ЧПУ)

$$\text{Стехн} = 132,4 - 36 + 3,97 + 117,64 + 35,90 + 2,05 + 137,62 = 393,58 \text{ руб}$$

Цеховые расходы

Базовый участок (2 станка)

$$P_{\text{ц}} = 201,8 \cdot 83,07 / 100\% = 167,63 \text{ руб}$$

Проект (с ЧПУ)

$$P_{\text{ц}} = 36,67 \cdot 117,64 / 100\% = 43,13 \text{ руб}$$

где Нцех – норма цеховых расходов, 201,8 и 36,67 соответственно

Цеховая себестоимость

$$C_{\text{ц}} = \text{Стех} + P_{\text{ц}}$$

Базовый участок (2 станка)

$$C_{\text{ц}} = 639,95 + 167,63 = 807,58 \text{ руб.}$$

Проект (с ЧПУ)

$$C_{\text{ц}} = 393,58 + 43,13 = 436,71 \text{ руб}$$

Заводские расходы

Базовый участок (2 станка)

$$P_3 = 70\% \cdot 83,07 / 100\% = 58,14 \text{ руб}$$

Проект

$$P_3 = 20\% \cdot 117,64 / 100\% = 23,52 \text{ руб}$$

где Нзав – норма заводских расходов, % (70% и 20%)

Себестоимость заводская

$$C_3 = C_{\text{ц}} + P_3$$

Базовый участок (2 станка)

$$C_3 = 807,58 + 58,14 = 865,72 \text{ руб}$$

Проект (с ЧПУ)

$$C_3 = 436,71 + 23,52 = 460,23 \text{ руб}$$

Внепроизводственные расходы

Базовый участок (2 станка)

$$P_{\text{вн.пр}} = 1,5\% \cdot 865,72 / 100\% = 12,98 \text{ руб}$$

Проект (с ЧПУ)

$$P_{\text{вн.пр}} = 1,5\% \cdot 460,23 / 100\% = 6,90 \text{ руб}$$

где Нвн.пр – норма внепроизводственных расходов 1,5%

Полная себестоимость

$$C_{\text{полн}} = C_3 + P_{\text{вн.пр}}$$

Базовый участок (2 станка)

$$C_{\text{полн}} = 865,72 + 12,98 = 878,7 \text{ руб}$$

Проект

$$C_{\text{полн}} = 460,23 + 6,9 = 467,13$$

Базовый участок (2 станка)

Таблица 3.10

Статьи расхода	Сумма,руб
Выручка	338,53
Материалы	
Покупные изделия и полуфабрикаты	-
Полуфабрикаты собственного изготовления	-
Итого материалов	338,53
Возвратные отходы	17,65
Итого за вычетом отходов	320,88
Транспортно-заготовительные расходы,	10,15
Основная зарплата производственных рабочих	83,07
Дополнительная зарплата	3,35
Отчисление по страховым взносам	25,92
Возмещение износа спец. оснастки и инструмента	-
Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования,	117,95
Цеховые расходы	167,63
Итого цеховая себестоимость	807,58
Общезаводские расходы	58,14
Внепроизводственные расходы	12,98

Всего полная себестоимость	878,7

Проект (с ЧПУ)

Таблица 3.11

Статьи расхода	Сумма,руб
Выручка	
Материалы	132,4
Покупные изделия и полуфабрикаты	-
Полуфабрикаты собственного изготовления	-
Итого материалов	132,4
Возвратные отходы	36
Итого за вычетом отходов	96,4
Транспортно-заготовительные расходы	6,88
Основная зарплата производственных рабочих	117,64
Дополнительная зарплата	2,05
Отчисление по страховым взносам	35,9
Возмещение износа спец. оснастки и инструмента	-
Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования	137,62
Цеховые расходы	43,13
Итого цеховая себестоимость	336,71
Общезаводские расходы	23,52
Внепроизводственные расходы	6,9
Всего полная себестоимость	367,13

3.4 Расчёт цены и прибыли

Базовый участок (2 станка)

Расчет выручки

$\Pi = C + \text{добавочная стоимость (НДС)} = 878,70 \cdot 1,18 = 1036,86 \text{ руб}$

$C = C \cdot \text{кол-во} = 878,7 \cdot 10000 = 8787000 \text{ руб}$

$B = \Pi \cdot \text{кол-во} = 1036,86 \cdot 10\,000 = 10368\,600 \text{ руб}$

Пот реализации = $10368600 - 8787000 = 1581000 \text{ руб}$

$\Pi_{\text{налогооблагаемая}} = \Pi \text{ от реализации} \cdot \text{ставка по налогу на прибыль (24\%)} = 1581000 \cdot 0,24 = 379440 \text{ руб}$

Прибыль оставшаяся в распоряжение предприятия

$$1581000 - 379440 = 1201560 \text{ руб}$$

$$\text{Рентабельность} = \text{П от реализации} / \text{С} = (1581000 / 8787000) \cdot 100\% = \underline{17\%}$$

$$\text{Окупаемость станка: затраты / прибыль} = 8787000 / 1201560 = \underline{7,31} \text{ (лет)}$$

Проект (с ЧПУ)

$$\text{Ц} = 367,13 \cdot 1,18 = 433,21 \text{ руб.}$$

$$\text{С} = 367,13 \cdot 10000 = 3671300 \text{ руб.}$$

$$\text{В} = 433,21 \cdot 10000 = 4332100 \text{ руб.}$$

$$\text{П от реализации} = 4332100 - 3671300 = 660800 \text{ руб.}$$

$$\text{Пн} = 660800 \cdot 0,24 = 158592 \text{ руб.}$$

Прибыль оставшаяся в распоряжение предприятия:

$$660800 - 158592 = 502208 \text{ руб.}$$

$$\text{Рентабельность: } (660800 / 3671300) \cdot 100\% = \underline{18\%}$$

$$\text{Окупаемость станка: затраты / прибыль} = 3671300 / 660800 = 5,55 \text{ (лет)}$$

4.1 Производственная безопасность

4.1.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации участка изготовления деталей вырубного штампа

Физические факторы

Тепловое излучение – выделяемое при обработке детали. Могут быть ожоги.

Виброакустические факторы – исходящие от работающих станков (вращающиеся шпиндели, двигатели). Отрицательно влияют на психику человека.

Шум - исходящие от работающих станков (вращающиеся шпиндели, двигатели).

Отрицательно влияют на слуховой аппарат, на психику человека, а также на внимательность, из-за уменьшения которой возникает опасность более серьезного ВПФ и ОПФ.

Инfrasound - генерируется разнообразным оборудованием при колебаниях поверхностей больших размеров, при ударном возбуждении конструкций, вращательном и возвратно-поступательном движении больших масс. Основными техногенными источниками инфразвука являются тяжёлые станки, вентиляторы, электродуговые печи, поршневые компрессоры, турбины, виброплощадки.

Отрицательно влияют на слуховой аппарат, на психику человека, а также на внимательность, из-за уменьшения которой возникает опасность более серьезного ВПФ и ОПФ.

Ультразвук исходящий от работающих станков (вращающиеся шпиндели, двигатели). Отрицательно влияют на слуховой аппарат, на психику человека, а также на внимательность, из-за уменьшения которой возникает опасность более серьезного ВПФ и ОПФ.

Общая и локальная вибрация исходящие от работающих станков (вращающиеся шпиндели, двигатели). Отрицательно влияют на психику человека.

Химический фактор

Один из самых вредных химических факторов применяемых на данном производственном объекте – СОЖ (спецохлаждающая жидкость).*

Как известно, в составе современных жидкостей содержатся различные ингибиторы коррозии, противозадирные присадки, гликоль, анионоактивные и неионогенные эмульгаторы, индустриальные и минеральные масла, масляный асидол, едкий натр, бактерицидные препараты (каустическая сода, хлорпарафины и т. д.). В последнее время на многих СОЖ не указывают состав, что делает их применение просто опасным. В процессе работы станков смазочные масла и СОЖ нагреваются (до 500-700°C), и в воздух рабочей зоны выделяются туманы масел, пары углеводородов, альдегидом, окись углерода и другие токсические вещества.

Также очень вредна олеиновая кислота (пары), которые содержатся в СОЖ.

Токсическое действие смазочных масел может проявиться главным образом при чистом попадании масла на открытые участки тела, при длительной работе в одежде, пропитанной маслом, а также при вдыхании тумана. Токсичность смазочных масел усиливается с повышением температуры кипения масляных фракций, с повышением их кислотности, и увеличением в их составе количества ароматических углеводородов, смол и сернистых соединений.

Масло и охлаждающие смеси в виде аэрозолей (ПДК для масляного аэрозоля - 5 мг/м³) могут оказывать резорбтивное действие, попадая в организм через органы дыхания, а также поражать последние. При этом наибольшую потенциальную опасность представляют смазочные масла, содержащие в своем составе летучие углеводороды (бензин, бензол и др.) или сернистые соединения.

Повышенная концентрация в воздухе рабочей зоны токсичных паров и газов иногда является причиной острого отравления, а при их систематическом поступлении в организм человека через органы дыхания или другим путем может со временем стать причиной хронического отравления. Отдельные жидкие токсичные вещества способны проникать в организм через кожу и раздражая ее, приводить к кожным заболеваниям: экземам, дерматитам, в отдельных случаях — к химическим ожогам. У рабочих, выполняющих шлифовальные операции с применением СОЖ, сравнительно часто отмечают бронхиты, катары верхних дыхательных путей и пневмонии. То есть опасность в связи с заражением вредной микрофлорой можно суммировать следующим образом: аэрозоли смазочных материалов с частицами пыли, способными проникать в органы дыхания, могут вызывать тяжелые заболевания; микроорганизмы, которые бесконтрольно развиваются в жидкостях, в состоянии изменить состав продукта до такой степени, что он становится непосредственно опасным.

Допустимые нормы вредных и опасных факторов на рабочем месте

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 за тем, чтобы люди, не имеющие допуска не работали на подъемно-транспортных механизмах. С технической стороны данной проблемы необходимо производить контрольные испытания подъемного оборудования (тросы, стропы, расчалки и т.д.) с целью проверки их пригодности для транспортировки соответствующего груза. Испытания должны производиться с полугодовой периодичностью и сведения о результате испытаний должны заноситься в специальный журнал. Кроме того, на каждой единице грузоподъемного оборудования должна быть прикреплена табличка с указанием сроков проведения последнего и следующего испытания и ответственного за состояние данной единицы оборудования. Также должен осуществляться контроль

за тем, чтобы оборудование, не прошедшее освидетельствование, либо с просроченным временем испытаний не применялось при транспортировке заготовок.

Для устранения возможности попадания стружки в глаза на станках, где есть такая возможность, необходимо установить защитные ограждения, а там, где установка невозможна по техническим причинам необходимо выдавать рабочим защитные очки.

Чтобы устранить вредное воздействие на здоровье работающих продуктов горения и испарения СОЖ необходимо установить в цехе систему вентиляции, поддерживающую необходимый состав атмосферы в рабочем помещении. Кроме того, для устранения влияния СОЖ на кожу рук работающих необходимо выдавать им мыло и «биологические перчатки».

Несмотря на наличие стен и покрытий, климат производственных зданий меняется с переменой внешних атмосферных условий. Поэтому метеорологические условия производственных зданий и помещений подвержены колебаниям сезонного характера, что особенно существенно для автоматизированного производства, где при использовании станков с ЧПУ и обрабатывающих центров в помещении должны сохраняться термokonстантные характеристики.

Для обеспечения микроклимата производственных помещений установлены нормы, которые включены в «Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий» (СН 245-71). На машиностроительном предприятии для предупреждения чрезмерного охлаждения рабочих поверхностей применяют приточную вентиляцию с подачей теплого воздуха, препятствующую поступлению в помещения холодных масс воздуха зимой при открывании дверей и ворот.

Для создания благоприятных условий труда важное значение имеет рациональное освещение. Неудовлетворительное освещение затрудняет проведение работ, снижает производительность труда и вызывает болезни глаз. Согласно санитарным нормам и правилам (СНиП) устанавливается минимальная освещенность на рабочих местах в зависимости от разряда работы, системы освещения, источника света.

Система освещения в цехе должна включать в себя общее и местное освещение. Величина минимальной освещенности должна составлять 400лк (СНиП II-4-79).

Допустимый уровень шумов в помещении участка 80дБ (устанавливается в соответствии с ОСТ 12.1.003-76). Снижение уровня шума достигается путем своевременного устранения неисправностей технологического оборудования.

Для работников по необходимости выдаются средства индивидуальной и коллективной защиты - технические средства, используемые для предотвращения или уменьшения воздействия на работников вредных и (или) опасных производственных факторов, а также для защиты от загрязнения.

Средства коллективной защиты- средства защиты, конструктивно и функционально связанные с производственным процессом, производственным оборудованием, помещением, зданием, сооружением, производственной площадкой.

На участке по изготовлению деталей вырубного штампа широко используются тормозные устройства, которые можно подразделить на колодочные, дисковые, конические и клиновые. Чаще всего используют колодочные и дисковые тормоза. Тормозные системы могут быть ручные, ножные, полуавтоматические и автоматические.

Для обеспечения безопасной и надежной работы оборудования очень важны информационные, предупреждающие, аварийные устройства автоматического контроля и сигнализации. Устройства контроля – это приборы для измерения давлений, температуры, статических и динамических нагрузок, характеризующих работу машин и оборудования. Системы сигнализации бывают: звуковыми, световыми, цветовыми, знаковыми, комбинированными.

4.1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации участка изготовления деталей вырубного штампа

Источники механической опасности

Под механическим травмированием человека понимают повреждения кожных покровов, мышц, костей, сухожилий, позвоночника, глаз, головы и других частей тела. Причиной такого рода травм на данном производстве являются, прежде всего, острые кромки и грани инструмента и оборудования, движущиеся механизмы и машины, незащищенные элементы производственного оборудования, передвигающиеся изделия, механизмы (тележки), материалы, заготовки, разрушающиеся конструкции. Механические травмы могут быть следствием падения с высоты. Возможны травмы глаз твердыми частицами, образующимися при обработке материалов.

Все источники механического травмирования можно разделить на реально и потенциально опасные.

К первым можно отнести: шероховатости поверхности, риски, заусенцы, острые кромки и выступы на различных частях оборудования и подвижные заготовки при работах на металлообрабатывающих станках, рабочие органы штамповочного и прессового оборудования, частицы абразива при заточке инструмента, движущиеся грузоподъемные машины и средства транспорта.

Ко вторым: сосуды, работающие под давлением, разрушение (взрыв) которых может произойти при нарушении Правил в эксплуатации, штабели материалов, заготовок, готовых изделий, которые при неправильной их укладке могут

обрушаться, площадки обслуживания оборудования на высоте, лестницы при несоответствии их требованиям безопасности.

Шероховатость, риски, заусенцы, острые кромки и выступы на движущихся частях механизмов и инструментов могут иметь место в следующих трех основных местах:

- в точке операции выполняются следующие виды работ: резка, формовка, штамповка, тиснение, сверление, формирование заготовок;
- на приводах и устройствах передающих механическую энергию: маховики, шкивы, ремни, шатуны, муфты, кулачки, шпиндели, цепи, кривошипы, шестерни;
- на прочих движущихся частях, таких как возвратно-поступательные части, а также на механизмах подачи и на вспомогательных частях машины.

Значительную травмоопасность представляют движущиеся заготовки, части машины и оборудования.

Средства и методы защиты от механического травмирования

Защита от травмирования достигается применением технических средств, исключающих либо уменьшающих воздействие на работающих травмоопасных производственных факторов. Они могут быть коллективными и индивидуальными. Первые обеспечивают защиту любого работника, обслуживающего травмоопасное оборудование с указанными средствами защиты. Вторые — только тех, кто их использует.

Средства коллективной защиты от механического травмирования стандартизованы ГОСТ 12.4.125—83 и включают в себя целый ряд подвидов.

Наибольшее применение для защиты от механического травмирования машин, механизмов, инструмента находят оградительные, предохранительные, тормозные устройства, устройства автоматического контроля и сигнализации, дистанционного управления.

Термические опасности (источники, средства защиты);

Термические опасности могут приводить к:

- ожогам и ошпариванию из-за соприкосновения с предметами или материалами, имеющими чрезвычайно высокую или низкую температуру, вызванную, например, пламенем или взрывом, а также излучением источников тепла;
- ущерб здоровью из-за воздействия высокой или низкой температуры окружающей производственной среды.

Коллективными средствами защиты выступают ограждения, защитные устройства (стекла, ограждения и т.д.). Индивидуальными средствами являются перчатки, каски

с защитными стёклами, фартуки и другая спецодежда, предотвращающая влияние температуры (как очень высокой, так и очень низкой) на организм человека.

Электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);

Класс пожароопасности участка изготовления деталей вырубного штампа относится к категории Д.

Категория Д - производства, связанные с обработкой негорючих веществ и материалов в холодном состоянии.

Поражение электрическим током на производстве может произойти при прикосновении к токоведущим частям, находящимся под напряжением, отключенным токоведущим частям, на которых остался заряд или появилось напряжение в результате случайного включения в сеть, к нетокведущим частям, выполненным из проводящего электрический ток материала, после перехода на них напряжения с токоведущих частей.

Кроме того, возможно поражение человека электрическим током воздействием напряжением шага при нахождении человека в зоне растекания тока на землю; электрической дугой, возникающей при коротких замыканиях; при приближении человека к частям высоковольтных установок, находящимся под напряжением, на недопустимо малое расстояние.

К средствам защиты от поражения электрическим током :

- оградительные устройства;
- устройства автоматического контроля и сигнализации;
- изолирующие устройства и покрытия;
- устройства защитного заземления и зануления;
- устройства автоматического отключения;
- устройства выравнивания потенциалов и понижения напряжения;
- устройства дистанционного управления; ~ предохранительные устройства;
- молниеотводы и разрядники;
- знаки безопасности.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) предназначены для защиты:

- **Перчатки диэлектрические** (могут быть бесшовные или шовные) служат средством индивидуальной защиты рук от поражения электрическим током. Они используются в качестве основного средства индивидуальной защиты при работе в электроустановках с напряжением
- **Галоши и боты диэлектрические**, служат дополнительными средствами индивидуальной защиты от поражающего действия электрического тока, напряжением до 2000 В. Они предназначены для работы обычно в

закрытых помещениях, и возможно использование их в открытых электроустановках при отсутствии осадков.

- **Коврики диэлектрические** резиновые также являются средствами индивидуальной защиты и предназначены для комплектации электроустановок и помещений с номинальным напряжением более 1,0 кВ и используются в качестве дополнительных защитных средств.
- **Клещи** для снятия изоляции для электрика также являются средствами индивидуальной защиты.

Мероприятия по противопожарной профилактике

Пожары на машиностроительных предприятиях представляют большую опасность для работающих и могут причинить огромный материальный ущерб. Основы противопожарной защиты предприятий определены стандартами (ГОСТ 12.1.004 - 76 "Пожарная безопасность" и "Взрывоопасность. Общие требования" ГОСТ 12.1.010 - 76 ").

Для оценки пожарной опасности того или иного технологического процесса необходимо знать, какие огнеопасные вещества или смеси используются или получаются в процессе производства внутри технологических аппаратов, при каких условиях и по каким причинам они могут оказаться вне этих аппаратов.

Проектирование и эксплуатация всех промышленных предприятий регламентируются "Строительными нормами и правилами" (СНиП II-90-81, СНиП II-2-85), "Правилами устройства электроустановок" (ПУЭ-96), а также "Типовыми правилами пожарной безопасности для промышленных предприятий (1975 г.)".

Пожарная безопасность может быть обеспечена мерами пожарной профилактики и активной пожарной защитой. Понятие пожарной профилактики включает комплекс мероприятий, необходимых для предупреждения возникновения пожара или уменьшения его последствий. Под активной пожарной защитой понимаются меры, обеспечивающие успешную борьбу с возникающими пожарами или взрывоопасной ситуацией.

Опасными факторами пожара для людей являются: открытый огонь, искры, повышенная температура воздуха и окружающих предметов, токсичные продукты горения, дым, обрушения и повреждения зданий и сооружений, а также возможность взрыва.

Средства пожаротушения

Порошковые огнетушители, предназначенные для тушения загораний различных материалов и установок под напряжением (ОП-1, ОП-10). Значительно больше заряд углекислоты содержат одно- и двухбаллонные углекислотные огнетушители УП-1М и УП-2М. Для тушения загораний электрооборудования,

находящегося под напряжением устанавливают стационарные углекислотные установки типа СУМ-8.

Песок входящие в конструкцию пожарного стенда, должны быть вместимостью не менее 0,1 куб. м. Конструкция ящика должна обеспечивать удобство извлечения песка и исключать попадание осадков.

Асбестовые полотна, грубошерстные ткани и войлок размером не менее 1х1м предназначены для тушения небольших очагов пожаров при воспламенении веществ, горение которых не может происходить без доступа воздуха. В местах применения и хранения ЛВЖ и ГЖ размеры полотен могут быть увеличены. Асбестовое полотно, войлок рекомендуется хранить в металлических футлярах с крышками, периодически (не реже одного раза в три месяца) просушивать и очищать от пыли.

Применение автоматических средств обнаружения пожаров (дымовых ИДФ-1М, ДИП-1; ионизированных РИД-1; ультразвуковых ФИКУС) является одним из основных условий обеспечения пожарной безопасности в машиностроении, поскольку позволяет оповестить дежурный персонал о пожаре и месте его возникновения.

Причины пожаров в производственном помещении участка могут быть следующими:

- Пользование открытым огнем
- Курение в непригодных для этого местах
- Возгорание промасленной использованной ветоши
- Появление искры при авариях в электроустановках

Для предотвращения пожара необходимо предусмотреть следующие меры:

- Предотвращение образования горючей среды
- Предотвращение образования в горючей среде источников воспламенения
- Поддержание температуры и давления горючей среды ниже максимально допустимого по горючести
- Уменьшение определяющего размера горючей среды ниже максимально допустимого по горючести
- Максимальное, по возможности, применение негорючих и трудно горючих материалов и веществ вместо горючих
- Изоляция горючей среды
- Предотвращение распространения пожара за пределы очага
- Применение средств пожаротушения
- Применение конструкций объектов с регламентированным пределом огнестойкости и горючести
- Эвакуация людей
- Применение средств коллективной и индивидуальной защиты.

- Применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре.
- Организация пожарной охраны объекта
- Соблюдение противопожарного режима производства

В цехе имеются первичные средства для тушения пожара, которые могут быть использованы любым работающим или сотрудником, оказавшимся на месте возгорания. На каждом участке установлены специализированные щиты со следующим противопожарным инвентарем:

1. Топоры – 2шт.
2. Багры – 2шт.
3. Ломы – 2шт.
4. Ведро – 2шт;

Дополнительно возле каждого станка имеется порошковый огнетушитель. В непосредственной близости от щита установлен ящик с песком. На участке имеется пожарная сигнализация, оповещающая пожарную службу завода при появлении возгорания. Кроме того в цехе имеются пожарные краны, оборудованные пожарными рукавами, которые установлены в предназначенных для этого местах (выходы, лестничные площадки) .

Мероприятия по предотвращению пожара

Так как возможность пожара полностью не удалить, то необходимо предусмотреть ряд профилактических мероприятий технического, эксплуатационного, организационного плана.

К техническим мерам относятся:

- Соблюдение пожарных норм при проектировании и сооружении зданий
- Устройство отопления и вентиляции
- Выбор и монтаж оборудования
- Наличие плана эвакуации

К организационным мерам относятся:

- Обучение производственного персонала правилам противопожарной безопасности
- Изучение инструкций, плакатов
- Наличие плана эвакуации

Необходимо предусмотреть ряд мер, направленных на обеспечение тушения пожара:

- Обеспечить подъезды к зданию
- Обесточить электрические кабели
- Наличие пожарных щитов и ящиков с песком в коридорах
- Наличие гидрантов с пожарными рукавами
- Тепловая сигнализация.

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, а в некоторых случаях и лакокрасочные туманы выбрасываются через высокие трубы без предварительной очистки. Анализ состава загрязнений, выбрасываемых в атмосферу машиностроительным предприятием, показывает, что кроме основных примесей атмосферы (CO , SO_2 , пыль) в выбросах содержатся токсичные соединения, которые почти всегда оказываются более значительными в плане отрицательного воздействия на окружающую среду.

4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации – это обстановки на определенных территориях, сложившихся в результате стихийных бедствий и катастроф, которые могут или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери или нарушение условий жизнедеятельности людей. При рассмотрении работы объектов народного хозяйства в условиях чрезвычайной ситуации используют понятие устойчивости.

Под устойчивостью работы машиностроительного предприятия понимается его способность в этих условиях производить запланированную продукцию в установленной номенклатуре и объеме.

Сущность повышения устойчивости завода в чрезвычайных ситуациях заключается в разработке и заблаговременном проведении комплекса организационных и инженерно-технических мероприятий, направленных на максимальное снижение возможных потерь и разрушений. Для решения задач повышения устойчивости функционирования машиностроительного предприятия важное значение приобретают нормы инженерно-технических мероприятий - руководящие

документы, определяющие требования и рекомендации к проведению мероприятий, обеспечивающих повышение устойчивости функционирования экономики.

Устойчивость работы завода зависит от ряда факторов: надежность защиты рабочих, служащих от поражающих факторов; способность инженерно-технического комплекса противостоять поражающим факторам; защищенность объектов от воздействия вторичных поражающих факторов; надежность системы снабжения объекта всем необходимым для производства продукции; надежность оповещения и связи; подготовленность объекта к ведению спасательных и других неотложных работ. При отсутствии вышеперечисленных факторов работа предприятия перестает быть устойчивой и может случиться авария или несчастный случай.

Производственная авария – это внезапное прерывание работы или нарушение устойчивого режима процесса производства на любом предприятии которые приводят к повреждению или уничтожению зданий, сооружений, материальных ценностей и поражению людей. При различного рода авариях и возникает необходимость в спасательных и других неотложных работах. Их целью является: спасение людей и оказание помощи пораженным; локализация аварий и устранение повреждений, препятствующих проведению спасательных работ; создание условий для проведения восстановительных работ. Спасательные работы проводят непрерывно до полного завершения работ и характеризуются большим объемом и сложностью обстановки.

В перечень спасательных работ входят

- разведка маршрутов выдвижения невоенизированных формирований
- розыск пострадавших, извлечение их из-под завалов, из задымленных помещений
- эвакуация людей из опасной зоны
- вскрытие разрушенных объектов и подача в них воздуха.

В планах гражданской обороны на мирное время предусмотрено создание группировки сил гражданской обороны, предназначенной для ведения спасательных и других неотложных работ в условиях чрезвычайных ситуаций.

Разработка ситуации ЧС.

На нашем производстве могут произойти следующие ЧС:

- Угроза возгорания производственного помещения.
- Угроза теракта
- Угроза загрязнения окружающей среды, например, при разливе СОЖ, и утечки в канализационную систему больших объемов.

Предположим, что на предприятии произошло возгорание офисного помещения. На предприятии работает около 50 человек. Время происшествия 14.00 (вторник). На

случай пожара, на производстве должен быть предусмотрен ПЛАС (план ликвидации аварийных ситуаций)

При обнаружении пожара, первый заметивший должен оповестить оперативного начальника (мастер, начальник участка, начальник цеха), который в свою очередь берет на себя ответственность о ликвидации пожара. Оценив размер бедствия, ответственный должен принять решение об эвакуации людей, либо о преступлении к тушению пожара. Одновременно, должен быть отдан приказ об удалении с места всех посторонних людей, и вызове городской пожарной службы.

Для начала тушения пожара, работники должны надеть на себя противогазы, для предотвращения отравления продуктами горения. Срок годности противогазов должен контролироваться, и по истечении срока годности заменяться.

4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Правовые нормы трудового законодательства

- 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»

Гражданское (конституционное) право закрепляет основы общественно-политической системы государства, основные права и обязанности граждан и государственных органов управления. Ряд положений действующей Конституции Российской Федерации, относится к правовым основам обеспечения безопасности жизнедеятельности. В конституционных документах субъектов Российской Федерации также содержатся основные положения государственного права по вопросам обеспечения безопасности жизнедеятельности на подведомственной территории.

Административное право – совокупность законодательных актов, указов высших должностных лиц и постановлений органов исполнительной власти, а также

ведомственных актов, регламентирующих общественные отношения в области государственного управления.

Составной частью административного права являются ведомственные акты, к которым относятся системы государственных стандартов, строительные нормы и правила, санитарные нормы, социально-экономические нормативы, инструкции и правила.

Государственная система стандартизации (ГСС) включает три системы государственных стандартов в области безопасности жизнедеятельности:

- систему стандартов безопасности труда (ССБТ);
- систему стандартов “Охрана природы” (ССОП);
- комплекс стандартов “Безопасность в чрезвычайных ситуациях” (БЧС).

Санитарные нормы и правила также являются составной частью административного права. Они устанавливаются Министерством Здравоохранения Российской Федерации и содержат санитарно-гигиенические нормативы по концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и воде, предельные уровни физического воздействия различных негативных факторов (вибрации, шума, электромагнитных полей, ионизирующих излучений и т.д.) на человека и окружающую среду, а также порядок проведения медицинских мероприятий по обеспечению безопасности жизнедеятельности населения.

Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Рабочая (производственная) зона – пространство высотой до 2-х метров над уровнем пола или площадки, на которой находятся места постоянного или временного пребывания работающих (рабочие места).

Рабочее место – это часть рабочей зоны, в которой постоянно или временно находятся работающие в процессе трудовой деятельности.

Система организации рабочего места

Освещение

Важнейшим фактором организации рабочего места является освещение.

Значение рационального освещения во время работы трудно переоценить.

Требования к рациональному освещению сводятся к следующему: правильный выбор источника света и системы освещения, создание необходимого уровня освещенности рабочей поверхности, нейтрализации эффекта ослепления, устранение бликов, обеспечение равномерного освещения.

Наиболее целесообразным является естественное освещение, когда свет падает с левого бока. Оно вызывает наименьшее утомление. К сожалению, использовать естественное освещение весь рабочий день не представляется возможным, особенно в осеннее – зимний период, когда световой день короткий. Поэтому рекомендуется применять искусственное освещение – как общее, так и локальное. В качестве

искусственного источника света общего назначения рекомендуется применять люминесцентные и металлогалогенные лампы, то систему местного освещения рекомендуется организовать из ламп накаливания или ламп белого света. Искусственный и естественный свет должны иметь одно направление. Освещенность рабочего места должна быть в пределах 500 лк.

Есть еще одна характеристика, на которую необходимо обратить внимание – это чистота воздуха. При работе с СОЖ и другими химическими аппаратами, воздух наполняется различными токсическими веществами и бактериями, которые проникают в организм человека и оказывают раздражающее действие на слизистые оболочки дыхательных путей, глаз, кожу. Особенно опасно, когда токсичные вещества через дыхательные пути или поврежденную кожу попадает непосредственно в кровь, что вызывает нарушение деятельности всего организма или его систем.

В помещениях, где установлены станки, должны соблюдаться определенные параметры микроклимата. Поэтому для обеспечения комфортных условий в цеху, должны использоваться вентиляция, кондиционирование воздуха.

Кроме того, негативно на условия труда работника оказывает шум. Шум ухудшает условия труда, оказывая вредное действие на организм человека. Работающие в условиях длительного шумового воздействия испытывают раздражительность, головные боли, головокружение, снижение памяти, повышенную утомляемость, понижение аппетита, боли в ушах и так далее. Для снижения шума можно установить шумозащитные экраны, и специальную отделку стен и потолков.

Пространственные и размерные характеристики рабочего места должны быть достаточными для:

- размещения работающего человека - с учетом рабочих движений и перемещений согласно функциональному процессу
- расположения средств управления в min-тах пределах моторного пространства (по ширине, глубине, высоте)
- оптимального обзора источников визуальной информации
- смены рабочей позы и рабочего положения
- свободного доступа к местам наладки, ремонта, осмотра
- рационального размещения основных и вспомогательных средств труда.

Заключение

В результате проектирования выполнены все поставленные задачи, а в частности:

1. Усовершенствован технологический процесс изготовления детали «Матрица»;
2. Приведен расчет технологического процесса получения детали «Матрица»;
3. Рассчитан и запроектирован участок изготовления деталей вырубного штампа;
4. Спроектировано специальное приспособление для крепления заготовки на фрезерной и сверлильной операции с ЧПУ. Описан принцип работы данного приспособления;
5. Выполнена экономическая оценка замены фрезерной и сверлильной операций, выполняемых на Вертикальном консольном фрезерном станке 6Н104 и Вертикально-сверлильном станке 2Н118, на Сверлильно-фрезерный станок с ЧПУ FANUC ROBODRILL;
6. Раскрыты вопросы безопасности жизнедеятельности.

Список литературы

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т. I. М.: Машиностроение, 2001. 920 с.
2. Вардашкин Б.Н. Станочные приспособления. Справочник в 2-х томах. Т. II. М.: Машиностроение, 1984. 655 с.
3. Кожевников Д.В., Гречишников В.А., Кирсанов С.В. и др. Режущий инструмент. М.: Машиностроение, 2004. 512 с.
4. Михеевич Е.П. Технология машиностроения. НИ ТПУ, Томск, 2010. 100 с.
5. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков: - М.: Машиностроение, 1966. – 650 с.
6. Кожевников Д. В., Гречишников В. А., Кирсанов С. В., Кокарев В. И., Схиртладзе А. Г. Под редакцией С. В. Кирсанова. - Учебник для вузов- 2-е изд. доп. - М.: Машиностроение, 2005. - 528 с: ил.
7. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения: учеб. Пособие / В.Ф. Скворцов. – 2-е изд. – М.: ИНФРА-М, 2016 – 330 с. + Доп. Материалы [Электронный ресурс; Режим доступа <http://www.znaniyum.com>]. – (Высшее образование: Бакалавриат).
8. Скворцов Ю.В. Организационно-экономические вопросы в дипломном проектировании: Учебное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Студент, 2012. – 374 с.
9. Горелик, О.М. Техничко-экономический анализ и его инструментальные средства: Учебное пособие. – М.: ФиС, 2007. – 240 с.
10. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. М.: Машиностроение, 1985. 496 с.
11. Горбачев А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения.: Учеб. пособие для вузов машиностроительных специальностей. - Москва: ООО ИД «Альянс», 2007. -256 с.
12. SECO SELECTION 2004. Каталог фирмы SECO. Швеция. Издательство фирмы SECO, 2004. 236 с.
13. www.kami-stanki.ru.

Приложение