

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Гомельский государственный технический университет
имени П.О. Сухого

Механико-технологический факультет

Кафедра: «Маркетинг и отраслевая экономика»

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине: «Организация производства и управление предприятием»

на тему: «Организация производства и расчёт технологической
себестоимости производства штампа»

Руководитель курсовой работы:
_____ Астраханцев С.Е.

Выполнил студент группы ТТ-41:
_____ Тебеньков О.В.

Курсовая работа сдана на проверку _____

Курсовая работа защищена с оценкой _____

Гомель 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА	6
1.1 Описание объекта производства и возможных вариантов изготовления продукции	6
2 РАСЧЁТ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.....	9
2.1 Расчет количества оборудования	9
2.1.1 Расчет количества 3D принтеров.....	10
2.1.2 Расчет количества шлифовальный станков.....	10
2.1.3 Расчет количества компьютеров	11
2.2 Расчет численности рабочих.....	11
2.2.1 Расчет численности рабочих для работы за компьютером.....	11
2.2.2 Расчет численности рабочих для работы на 3D принтере.....	12
2.2.3 Расчет численности рабочих для шлифовального станка	13
3 РАСЧЕТ ИНВЕСТИЦИЙ	13
3.1 Расчет капитальных вложений в основные средства	13
3.1.1 Расчет капитальных вложений в здания.....	14
3.1.2 Расчет капитальных вложений в рабочие машины и оборудование ..	15
3.1.3 Капитальные вложения в транспортные средства.....	15
3.1.4 Капитальные вложения в инструмент и производственный инвентарь ..	15
3.1.4 Полная потребность в основном капитале	15
3.2 Расчет оборотных средств.....	15
3.2.1 Производственные запасы	16
3.2.2 Готовая продукция на складе предприятия.....	16
3.2.3 Полная потребность в оборотном капитале	16
3.3 Состав инвестиций	17
4 РАСЧЕТ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКЦИИ	18
4.1 Расчет затрат на материалы	18
4.2 Расчет заработной платы.....	18
4.3 Расходы на заработную плату вспомогательных рабочих	19
4.4 Расходы на заработную плату младшего обслуживающего персонала ..	19
4.5 Расчет налогов и отчислений в бюджет и внебюджетные средства.....	20
4.6 Затраты по содержанию и эксплуатации машин и оборудования	20
4.6.1 Расчет затрат по амортизации.....	20
4.6.2 Расчет энергетических затрат	20

4.6.3 Прочие расходы.....	21
4.7.1 Амортизация зданий и сооружений	21
4.7.2 Затраты на содержание и эксплуатацию зданий и сооружений.....	21
4.7.3 Расходы по отоплению и освещению цехов	21
4.8 Себестоимость продукции	22
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	24
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	25
ПРИЛОЖЕНИЕ	26

ВВЕДЕНИЕ

SLM (Selective Laser Melting) – селективное лазерное плавление, распространенный метод трехмерной **печати** металлических изделий. В качестве материала используется металлический порошок очень мелкой фракции (меньше 40 мкм), под действием лазерного луча он расплавляется и превращается в однородную металлическую массу.

Данная технология позволяет получить металлические детали любой геометрической формы. Рассмотрим технологический процесс производства детали рычаг с помощью этой технологии и выясним, выгоднее ли это чем традиционное производство.

1 ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

1.1 Описание объекта производства и возможных вариантов изготовления продукции

Деталь "Рычаг" одна из распространённых деталей машиностроения. Её основное назначение - это передача движения. Деталь применяется для деталей типа лопасти гидротурбин, рычаги, фланцы, сектора, венцы зубчатые, ролики обоймы, колеса ходовые и др., а также фасонные отливки, отливаемые методом точного литья, зубчатые колеса, бандажы, отливки небольших сечений и другие детали общего машиностроения к которым предъявляются требования повышенной твердости, сварно-литых конструкций с большим объемом сварки и др [1].

Рассмотрим технологический процесс производства рычага путём печати металлическим порошком на 3D-принтере. В качестве материала возьмём порошок марки 430L, так как из стали 30ХГС порошок не делают. Характеристики материала представим в таблицах 1, 2, 3 [2].

Таблица 1 - Химический состав нержавеющей стали ALSI 430L

Fe	Cr	не более				
		Mn	Si	C	P	S
Остальное	16-18	1	1	0,12	0,045	0,03

Таблица 2 - Механические свойства нержавеющей ALSI 430L

Предел текучести, 0,2 %	205
Относительное удлинение, мин. %	22
Предел прочности (временное сопротивление разрыву), мин., МПа	450
Твердость по Бриннелю, НВ тип.	160
Усталостная прочность, $\frac{N}{\text{мм}^2}$	210

Таблица 3 – Характеристики ALSI 430L при повышенных температурах

Температура, °C	300	400	550	650	700	750
Предел прочности, МПа	450	430	220	120		50

Предел текучности, МПа			50	15	5	3
------------------------------	--	--	----	----	---	---

Для производства мы будем использовать 3D-печать металлическими порошками (технология SLM). Эта технология дает возможность получать качественные металлические изделия сложной геометрической формы. Даже после печати в большинстве случаев не требуется никакой механической обработки, кроме удаления опор.

На данный момент 3D принтеров для печати металлов большое количество. Все обладают различными характеристиками. Для нашего производства выберем принтер ЛАР 3D LAR10 (Россия). Его технические характеристики представлены в таблице 4 [3].

Таблица 4 – Технические характеристики 3D принтера ЛАР 3D LAR10 (Россия)

Характеристика	Значения
Область печати	100× 100 × 100 мм
Толщина слоя	30 мкм
Диаметр пятна	15-50 мкм
Скорость 3d-печати	30 куб. см./час
Тип лазера	Волоконный 200/300 Вт
Габариты (Ш×В×Д)	1700 × 1500 × 750 мм
Вес	600
Материалы	Металлические порошки: инструментальная сталь, титан, алюминий, кобальт-хром, нержавеющая сталь, инконель, отечественные порошки

Для финишной обработки можно использовать ручную шлифовальную машинку EINHELL TC-US 400 [4].

Его характеристики представлены в таблице 5 [4].

Таблица 5 – Технические характеристики шлифовального станка EINHELL TC-US 400

Характеристика	Значения
Потребляемая мощность, Вт	375
Частота оборотов холостого хода, об/мин	1450
Вес, кг	15,5

Технологический процесс изготовления детали представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Технологический процесс изготовления деталей

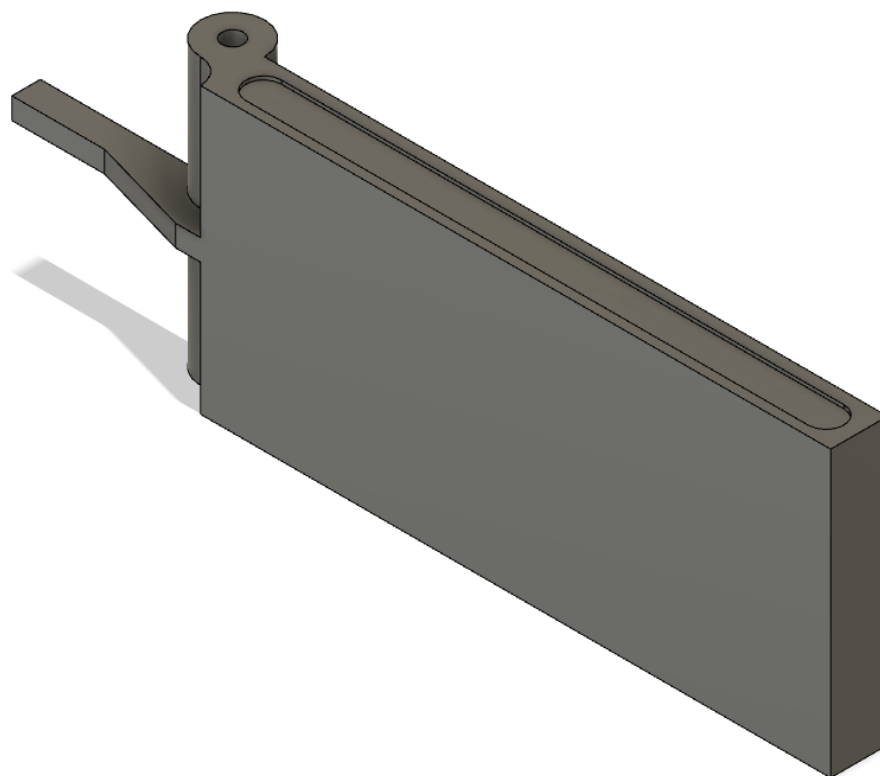
№	Наименование технологических операций	Марка технологического оборудования	Содержание операций
1	3D моделирование	Компьютер (программное обеспечение SolidWorks)	Моделирование CAD моделей. Подготовка модели к печати, настройка параметров 3D принтера.
2	3D печать	ЛАР 3D LAR10 (Россия)	Печать CAD моделей
3	Пост-обработка	EINHELL TC-US 400	Удаление поддержек. Шлифование детали.

2 РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

2.1 Расчет количества оборудования

2.1.1 Расчет количества 3D принтеров

Годовая потребность Республики Беларусь в рычагах такого типа около 1900 штук. На рисунке 1 представлены данные для детали рычаг.



Mass	240.665 g
Volume	30.658 cm ³

Рисунок 1 – 3D-модель рычага

Найдём количество принтеров по формуле (1):

$$w_{\Pi} = \frac{V_{\text{принтера}} \cdot t_{\text{смены}} \cdot T_{\text{год}}}{V_{\text{рыч}} \cdot n_{\text{рыч}}}; \quad (1)$$

где $V_{\text{рыч}}$ – объём рычага, $V_{\text{рыч}} = 30,7 \text{ см}^3$;

$t_{\text{смены}}$ – время работы персонала в день, $t_{\text{смены}} = 8 \text{ часов}$;

$T_{\text{год}}$ – количество рабочих дней в году, $T_{\text{год}} = 248 \text{ дней}$.

$$w_{\Pi} = \frac{30 \cdot 8 \cdot 248}{30,7 \cdot 1900} = 1,02.$$

Принятое количество принтеров ($w_{\text{пр}}$) определяем путем округления до ближайшего меньшего целого числа при условии соблюдения допустимой перегрузки (5%). Следовательно, $w_{\text{пр}} = 1$.

Коэффициент загрузки оборудования (K_3), определяют по формуле (2):

$$K_3 = \frac{w_p}{w_{\text{пр}}}; \quad (2)$$

$$K_3 = \frac{1,02}{1} = 1,02.$$

Степень занятости оборудования обработкой данного изделия характеризуется коэффициентом занятости, который определяем в среднем по всему технологическому процессу для базового и проектного варианта по формуле (3):

$$K_{\text{зан}} = \frac{K_3}{K_{\text{н.з.}}}; \quad (3)$$

где $K_{\text{н.з.}}$ – коэффициент нормативной загрузки для массового типа производства, $K_{\text{н.з.}} = 0,9$.

$$K_{\text{зан}} = \frac{1,02}{0,9} = 1,13.$$

2.1.2 Расчет количества шлифовальных станков

Для нашего производства требуется один шлифовальный станок. Цена шлифовального станка 432 рублей [4].

2.1.3 Расчет количества компьютеров

После расчетов количества оборудования получились следующие результаты: количество 3D принтеров – 1, количество шлифовальных станков 1. Так как одновременно нужно моделировать детали, следить за параметрами принтера и опрашивать новые детали на печать требуется два компьютера. Результаты расчета параметров технологического процесса представляем в таблице 7.

$$K_3 = \frac{1}{1} = 1.$$
$$K_{\text{зан}} = \frac{1}{0,9} = 1,1.$$

Таблица 7 – Параметры технологического процесса

Наименование операции технологического процесса	Наименование оборудования	Показатели			
		w_p	$w_{пр}$	K_3	$K_{зан}$
Моделирование	Компьютер	2	2	1	1,11
3D печать	ЛАР 3D LAR10 (Россия)	1,02	1	1,02	1,13
Шлифование	EINHELL TC-US 400	1	1	1	1,11

2.2 Расчет численности рабочих

Расчет численности работающих по категориям (основные рабочие, вспомогательные рабочие и др.) производим отдельно по каждому варианту технологического процесса.

2.2.1 Расчет численности рабочих для работы за компьютером

Необходимое количество человек для обслуживания оборудования определяется из нормы обслуживания оборудования на одного человека найдём по формуле (4):

$$Ч = \frac{w_p}{n_{обсл}} \cdot K_{см}, \quad (4)$$

где $n_{обсл}$ – норма обслуживания оборудования одним человеком, $n_{обсл} = 0,5$;

$K_{см}$ – коэффициент сменности, $K_{см} = 1$.

$$Ч = \frac{2}{1} \cdot 1 = 2 \text{ чел.}$$

2.2.2 Расчет численности рабочих для работы на 3D принтере

Необходимое количество человек для обслуживания оборудования определяется из нормы обслуживания оборудования на одного человека:

$$Ч = \frac{1}{1} \cdot 1 = 1 \text{ чел.}$$

2.2.3 Расчет численности рабочих для шлифовального станка

Необходимое количество человек для обслуживания оборудования определяется из нормы обслуживания оборудования на одного человека:

$$Ч = \frac{1}{1} \cdot 1 = 1 \text{ чел.}$$

Количество вспомогательных рабочих и младшего обслуживающего персонала будет взято по одному человеку.

Сведём данные в таблицу 8.

Таблица 8 – Сводная ведомость работающих в цехе

Категории работающих	Количество работающих, чел.
1. Основные рабочие	4
2. Вспомогательные рабочие	1
3. Младший обслуживающий персонал	1
Итого:	6

3 РАСЧЕТ ИНВЕСТИЦИЙ

3.1 Расчет капитальных вложений в основные средства

В общем виде величина капитальных вложений в основные средства может будем рассчитывать как сумму капитальных вложений в здания ($K_{зд}$), машины и оборудование ($K_{об}$), транспортные средства ($K_{тр}$), инструмент ($K_{ин}$), производственный инвентарь ($K_{инв}$).

3.1.1 Расчет капитальных вложений в здания

Расчет величины производственной площади предприятия производим методом укрупненного проектирования, используя усредненные нормативы производственной площади (включая площадь для размещения оборудования, площадь для размещения систем управления и т.д.).

Капиталовложения в здания рассчитываются по формуле (5):

$$K_{зд} = \sum (S_i \cdot w_{при} + S) \cdot K_d \cdot Ц_{зд}, \quad (5)$$

где S_i - площадь, приходящаяся на единицу оборудования i -го наименования, $м^2$; ;

$w_{при}$ - принятое количество единиц оборудования i -го наименования, шт.;

S - площадь, необходимая для размещения транспортных устройств, систем управления, $S = 5 м^2$;

K_d - коэффициент, учитывающий необходимую дополнительную площадь (1,25);

$Ц_{зд}$ - стоимость одного $м^2$ производственной площади, $Ц_{зд} = 200$ руб.

Площадь для установки компьютеров примем $S_{комп} = 1 м^2$;

Площадь 3D принтера найдём по формуле (6), данные возьмём из таблицы 4:

$$S = a \cdot b, \quad (6)$$

где a - ширина принтера, $a = 1,7$ м;

b - длина принтера, $b = 0,75$ м.

$$S_{\text{принт}} = 0,75 \cdot 1,7 = 1,275 \text{ м}^2.$$

Для шлифовальных станков установим столы с площадью $S_{\text{станк}} = 2 \text{ м}^2$.

$$K_{\text{зд}} = (2 \cdot 1 + 1,275 \cdot 1 + 2 + 5) \cdot 1,25 \cdot 200 = 2568,75 \text{ руб.}$$

3.1.2 Расчет капитальных вложений в рабочие машины и оборудование

Капитальные вложения в рабочие машины и оборудование, помимо стоимости приобретения включают затраты на транспортировку и монтаж. Укрупненно их величина может быть определена следующим образом (7):

$$K_{\text{об}} = \sum_{i=1}^n w_{\text{пр}} \cdot C_i \cdot (1 + A_m + A_{\text{м}}), \quad (7)$$

где $w_{\text{пр}}$ – принятое количество единиц оборудования i -го наименования, шт.;

C_i – свободная отпускная цена единицы оборудования i -го наименования, руб.;

$A_m, A_{\text{м}}$ – коэффициенты, учитывающие транспортные расходы и расходы, связанные с монтажом оборудования (0,02 – 0,05).

Стоимость оборудования: $C_{\text{принт}} = 180000 \text{ руб.}$; $C_{\text{стан}} = 432 \text{ руб.}$
Стоимость компьютера найдём по формуле (8) [4], [5]:

$$C_{\text{комп}} = C_{\text{сист.бл.}} + C_{\text{монитор}} + C_{\text{периф.устр.}} + C_{\text{програм.об.}}, \quad (8)$$

где $C_{\text{сист.бл.}}$ – стоимость системного блока, $C_{\text{сист.бл.}} = 3500 \text{ руб.}$;

$C_{\text{монитор}}$ – стоимость монитора, $C_{\text{монитор}} = 950 \text{ руб.}$;

$C_{\text{периф.устр.}}$ – стоимость периферийных устройств, $C_{\text{периф.устр.}} = 50 \text{ руб.}$;

$C_{\text{програм.об.}}$ – стоимость программного обеспечения, $C_{\text{програм.об.}} = 3050 \text{ руб.}$

$$C_{\text{комп}} = 3500 + 950 + 50 + 3050 = 7550 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{об}} = (2 \cdot 7550 + 1 \cdot 180000 + 1 \cdot 432) \cdot (1 + 0,05 + 0,05) = 215085,2 \text{ руб.}$$

3.1.3 Капитальные вложения в транспортные средства

Транспортные средства не требуются. Порошок будет доставляться прямо на производство в течении года небольшими партиями. Сумма расходов на доставку учтена в цену материала.

3.1.4 Капитальные вложения в инструмент и производственный инвентарь

Капитальные вложения в инструмент и инвентарь будем рассчитывать укрупнено в размере 1-2% от стоимости оборудования.

$$K_{\text{инв.}} = (180000 \cdot 0,02 + 432 \cdot 0,01) = 3604,32 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{ин.}} = (180000 \cdot 0,02 + 432 \cdot 0,01) = 3604,32 \text{ руб.}$$

3.1.5 Полная потребность в основном капитале

Полную потребность в основном капитале определяем по формуле (9):

$$K_{\text{оф}} = (K_{\text{зд}} + K_{\text{об}} + K_{\text{инв}} + K_{\text{ин}}) \cdot K_{\text{зан}}, \quad (9)$$

$$K_{\text{оф}} = (2568,75 + 215085,2 + 3604,32 + 3604,32) \cdot 1,12 = 251846,1 \text{ руб.}$$

3.2 Расчет оборотных средств

3.2.1 Производственные запасы

Среднесуточное потребление материалов определяем по формуле (10):

$$P_c = \sum M_m \cdot N'_i, \quad (10)$$

где M_m – норма расхода материала на изготовление единицы изделия, кг;

N'_i – количество деталей произведенных в сутки.

Рассчитаем массу детали с учетом поддержек. В нашем случае, поддержки составляют около 3% от массы детали.

$$M_{\text{рыч}} = 0,241 + (0,241 \cdot 0,03) = 0,248 \text{ кг.}$$

Определим среднесуточное потребление материалов:

$$P_c = 0,248 \cdot 7 = 1,736 \text{ кг.}$$

Величина страхового запаса определяем по формуле (11):

$$Z_{\text{стр}} = P_c \cdot T_o, \quad (11)$$

где P_c – среднесуточное потребление материалов, кг;

T_o – количество суток, на которые создается страховой запас (10).

$$Z_{\text{стр}} = 1,736 \cdot 10 = 17,36 \text{ кг.}$$

Величина текущего запаса определяем по формуле (12):

$$Z_T = P_c \cdot T_n, \quad (12)$$

где T_n – норма текущего запаса, дни (30).

$$Z_T = 1,736 \cdot 30 = 52,08 \text{ кг.}$$

Потребность в оборотных средствах для создания производственных запасов определяем по формуле (13):

$$H_{\text{зм}} = C_m \cdot \left(\frac{Z_T}{2} + Z_{\text{стр}} \right), \quad (13)$$

где Z_T – величина текущего запаса, кг;

C_m – стоимость одного килограмма материалов с учетом транспортно заготовительных расходов, C_m – 35 руб. [4];

$Z_{\text{стр}}$ – величина страхового запаса, кг.

$$H_{\text{зм}} = 35 \cdot \left(\frac{52,08}{2} + 17,36 \right) = 1519 \text{ руб.}$$

3.2.2 Незавершенное производство

Так как печать детали проходит за один этап, то незавершенного производства не будет. Это связано с тем, что если остановить печать, то продолжить её уже невозможно и деталь уйдёт в брак.

3.2.3 Готовая продукция на складе предприятия

Норматив оборотных средств, для создания запаса готовой продукции определяем по формуле (15):

$$H_{\text{гот}} = N' \cdot C_{\text{ед}} \cdot T_{\text{гот}}, \quad (15)$$

где $T_{\text{гот}}$ – время на оформление документов и подготовку продукции к отправке, $T_{\text{гот}} = 1$ дня.

$$H_{\text{гот}} = 7 \cdot 109,4 \cdot 1 = 765,8 \text{ руб.}$$

3.2.4 Полная потребность в оборотном капитале

Полная потребность в оборотном капитале определяем по формуле (16):

$$K_{oc} = H_{гот} + H_{зм}. \quad (16)$$

$$K_{oc} = 765,8 + 1519 = 2287,8 \text{ руб.}$$

3.3 Состав инвестиций

В общем виде величина инвестиций будем определять по формуле (17):

$$И = K_{оф} + K_{oc}, \quad (17)$$

где $K_{оф}$ – инвестиции в основные средства, руб;

K_{oc} - инвестиции в оборотные средства, руб.

$$И = 251846,1 + 2287,8 = 254133,9 \text{ руб.}$$

Расчет инвестиций по вариантам технологического процесса сводим в таблицу 9.

Таблица 9 – Величина инвестиций по вариантам технологического процесса

Наименование инвестиций	Сумма, руб.
Здания	2568,75
Рабочие машины и оборудование	215085,2
Инструмент и производственный инвентарь	3604,32
	3604,32
Стоимость основных средств с учетом коэффициента занятости ($K_{оф}$)	251846,1
Потребность в оборотном капитале (K_{oc})	2287,8
Всего инвестиций ($K_{оф} + K_{oc}$)	254133,9

4 РАСЧЕТ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКЦИИ

4.1 Расчет затрат на материалы

Затраты на материалы рассчитаем по формуле (18):

$$З_{cn} = \sum q_{ni} \cdot N \cdot Ц_n, \quad (18)$$

где q_{ni} – норма расхода материала на одну деталь, кг;

N – количество деталей, шт;

$Ц_n$ – цена материала, кг.

$$З_{cn} = 0,248 \cdot 1900 \cdot 35 = 16492 \text{ руб.}$$

4.2 Расчет заработной платы

Общие затраты по заработной плате производственных рабочих складываются из затрат на основную и дополнительную заработные платы.

Основную заработную плату производственных рабочих определяем по формуле (19):

$$C_{зо} = \sum I_i \cdot N \cdot n \cdot k_n, \quad (19)$$

где I_i – расценка за изготовление тонны продукции, $I_{\text{принт}} = 60$ руб; $I_{\text{станок}} = 15$ руб.;

N – количество дней в году, $N = 365$;

n – количество рабочих, обслуживающих оборудование, чел.;

k_n – коэффициент, неравномерности загрузки оборудования (1,1).

$$C_{зо} = (60 \cdot 365 \cdot 3 \cdot 1,1) + (15 \cdot 365 \cdot 1 \cdot 1,1) = 78292,5 \text{ руб.}$$

Дополнительную заработную плату определяем в процентах от основной в размере 20% по формуле (20):

$$C_{зд} = \frac{C_{зо} \cdot Д_d}{100}, \quad (20)$$

где $Д_d$ – процент заработной платы, %.

$$C_{зд} = \frac{78292,5 \cdot 20}{100} = 15658,5 \text{ руб.}$$

4.3 Расходы на заработную плату вспомогательных рабочих

Расходы на основную заработную плату вспомогательных рабочих определяем по формуле (21):

$$C_{\text{ов}} = \Phi_{\text{эф}} \cdot P_{\text{д}} \cdot \sum_{i=1}^m I_{\text{ч}} \cdot n_i, \quad (21)$$

где $\Phi_{\text{эф}}$ – эффективный фонд времени рабочего, $\Phi_{\text{эф}} = 1984$ час.;

$P_{\text{д}}$ – коэффициент, учитывающий премии и доплаты (1,5);

$I_{\text{ч}}$ – часовая тарифная ставка рабочего соответствующего разряда,
 $I_{\text{ч}} = 5$ руб;

n_i – количество рабочих, шт.

$$C_{\text{ов}} = 1984 \cdot 1,5 \cdot 5 \cdot 1 = 14880 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата:

$$C_{\text{зд}} = \frac{14880 \cdot 20}{100} = 2976 \text{ руб.}$$

4.4 Расходы на заработную плату младшего обслуживающего персонала

Расходы на основную заработную плату младшего обслуживающего персонала определяем по формуле (22):

$$C_{\text{оп}} = \Phi_{\text{эф}} \cdot P_{\text{д}} \cdot \sum_{i=1}^m I_{\text{ч}} \cdot n_i, \quad (22)$$

где $\Phi_{\text{эф}}$ – эффективный фонд времени рабочего, $\Phi_{\text{эф}} = 1984$ час.;

$P_{\text{д}}$ – коэффициент, учитывающий премии и доплаты (1,5);

$I_{\text{ч}}$ – часовая тарифная ставка рабочего соответствующего разряда,
 $I_{\text{ч}} = 2,5$ руб;

n_i – количество рабочих, шт.

$$C_{\text{оп}} = 1984 \cdot 1,5 \cdot 2,5 \cdot 1 = 7440 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата:

$$C_{\text{зд}} = \frac{7440 \cdot 20}{100} = 1488 \text{ руб.}$$

4.5 Расчет налогов и отчислений в бюджет и внебюджетные средства

Отчисления в бюджет и внебюджетные фонды определяем по формуле (23) укрупненно в размере 34% от средств на оплату труда всех категорий работников.

$$OT = (C_{30} + C_{ов} + C_{оп}) \cdot 0,34, \quad (23)$$

$$OT = (78292,5 + 14880 + 7440) \cdot 0,34 = 34208,25 \text{ руб.}$$

4.6 Затраты по содержанию и эксплуатации машин и оборудования

4.6.1 Расчет затрат по амортизации

Статья «Амортизация основных средств» включает амортизационные отчисления на все основные средства цеха, расчет по статье осуществляем по формуле (24):

$$A = \frac{K_{об} \cdot H_a \cdot w_{пр} \cdot K_{зан}}{100}, \quad (24)$$

где $K_{об}$ – инвестиции в оборудования i-го вида;

H_a – норма амортизационных отчислений для принтера, компьютеров и шлифовальных станков, $H_{a.пр} = 5 \%$, $H_{a.комп} = 5 \%$, $H_{a.шм} = 7 \%$.

$$A = \frac{(180000 \cdot 1 \cdot 5 \cdot 1,11) + (7550 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 1,13) + (432 \cdot 1 \cdot 7 \cdot 1,1)}{100} \\ = 10786,4 \text{ руб.}$$

4.6.2 Расчет энергетических затрат

Расчет затрат на электроэнергию производим по формуле (25):

$$З_э = \sum q_i \cdot w_{при} \cdot \Phi_{эд} \cdot Ц_э, \quad (25)$$

где q_i – потребление электроэнергии станком за час работы, кВт;

$$Ц_э – \text{цена за 1 кВт электроэнергии, } Ц_э = 0,2 \frac{\text{кВт}}{\text{час}}.$$

Потребление электроэнергии 3D принтером за час: $q_{принт} = 5 \text{ кВт}$,

Потребление электроэнергии шлифовальным станком за час: $q_{станок} = 0,375 \text{ кВт}$,

Потребление электроэнергии компьютером за час: $q_{\text{комп}} = 4 \cdot 10^{-3}$ кВт.

$$З_э = ((5 \cdot 1) + (0,375 \cdot 1) + (4 \cdot 10^{-3} \cdot 2)) \cdot 1984 \cdot 0,2 = 2136 \text{ руб.}$$

4.6.3 Прочие расходы

В прочие расходы включаем затраты, которые не вошли ни в одну из вышеперечисленных групп. Расчет прочих расходов осуществляем с помощью выражения (26):

$$З_{\text{проч}} = (З_{\text{сн}} + C_{\text{зо}} + C_{\text{ов}} + C_{\text{оп}} + OT + З_э) \cdot K_{\text{пц}}, \quad (26)$$

где $K_{\text{пц}}$ – коэффициент, учитывающий величину прочих цеховых расходов (0,15-0,20).

$$\begin{aligned} З_{\text{проч}} &= (16492 + 78292,5 + 14880 + 7440 + 34208,25 + 2136) \cdot 0,15 \\ &= 23017,3 \text{ руб.} \end{aligned}$$

4.7.1 Амортизация зданий и сооружений

Затраты по данной статье определяем по формуле (27):

$$A_{\text{зд}} = \frac{(K_{\text{зд}} \cdot H_{\text{а.зд}})}{100}, \quad (27)$$

где $K_{\text{зд}}$ – инвестиции в здания, руб.;

$H_{\text{а.зд}}$ – норма амортизации зданий (%), $H_{\text{а.зд}} = 7 \%$.

$$A_{\text{зд}} = \frac{2568,75 \cdot 7}{100} = 179,8 \text{ руб.}$$

4.7.2 Затраты на содержание и эксплуатацию зданий и сооружений

Затраты на содержание зданий и сооружений определяем по формуле (28):

$$З_{\text{зд}} = q_{\text{зд}} \cdot S \cdot K_{\text{д}}, \quad (28)$$

где $q_{\text{зд}}$ – затраты на 1 квадратный метр здания, $q_{\text{зд}} = 15$ руб;

S – площадь здания, $S = 15 \text{ м}^2$.

$$З_{\text{зд}} = 15 \cdot 15 = 225 \text{ руб.}$$

4.7.3 Расходы по отоплению и освещению цехов

Затраты на отопление и освещение цехов рассчитываем по формуле (29) исходя из норматива затрат энергии на освещение и отопление 1 м^2 :

$$З_{\text{от}} = q_{\text{э}} \cdot S \cdot Ц_{\text{э}}, \quad (29)$$

где $q_э$ – норма расхода электроэнергии на освещение 1 м² по заводским данным, $q_э = 35 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}$;

S – площадь здания;

$\Pi_э$ - цена 1 кВт/ч осветительной энергии, $\Pi_э = 0,05$ руб.

$$З_{от} = 35 \cdot 15 \cdot 0,05 = 26,25 \text{ руб.}$$

4.8 Себестоимость продукции

Расчет себестоимости детали проведем по формуле (30):

$$C_{ед} = \frac{З_i + C_i + OT + A + З_i}{n_i}; \quad (30)$$

$$C_{ед} = (16492 + 78292,5 + 15658,5 + 14880 + 2976 + 7440 + 1488 + 34208,25 + 10786,4 + 2136 + 23017,3 + 179,8 + 225 + 26,25) / 1900 = 109,4 \text{ руб}$$

Таблица 10 – Калькуляция себестоимости продукции

Наименование статей затрат		Значение, руб.
Затраты на материалы		8,68
Заработная плата основных рабочих	основная	41,2
	дополнительная	8,24
Заработная плата вспомогательных рабочих	основная	7,83
	дополнительная	1,56
Заработная плата младшего обслуживающего персонала	основная	3,91
	дополнительная	0,78
Налоги и отчисления в бюджет и внебюджетные средства		18
Затраты на амортизацию		5,67
Энергетические затраты		1,12
Прочие расходы		12,1
Амортизация зданий и сооружений		0,09
Затраты на содержание и эксплуатацию зданий и сооружений		0,11

Расходы по отоплению и освещению цехов	0,013
Себестоимость	109.7
Цена детали, произведенная традиционным способом [7]	50-60

Себестоимость одной детали получилась 109,7 рубля, что превышает стоимость детали при производстве её традиционным способом. Это говорит о том, что данный технологический процесс не выгодный и открывать такое производство глупо.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Себестоимость детали 109,7 рубля. При производстве традиционным методом 60 рублей. Это говорит о нерентабельном предприятии и о том, что печать металлами на 3D-принтере нужно использовать для производства деталей для медицины, авиастроения и т.д. Печать одной детали сейчас стоит тысячи долларов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Служебное назначение детали рычаг. Электронные данные. Режим доступа - https://studbooks.net/2515712/tovarovedenie/sluzhebnoe_naznachenie_detali_rychag_vybor_svoystva_materiala_detali
2. Сталь ALSI 430L. Электронные данные. Режим доступа. - https://emk24.ru/wiki/astm_steels/stal_aisi_430_1324810/
3. SLM 3D принтеры разных производителей. Электронные данные. Режим доступа: <http://larengineering.ru/3d-printing-metal-slm-sravnenie.html#ConceptLaser>
4. Точильно-шлифовальный станок EINHELL TC-US 400 (4419255). Электронные данные. Режим доступа. - https://5element.by/products/538737-tochilno-shlifovalnyy-stanok-einhell-tc-us-400-4419255?utm_source=market.yandex.ru&utm_medium=referral&utm_campaign=tochilnye-stanki&utm_content=Einhell&utm_term=538737&ymclid=16380227785021907730500006
5. Преобразование мира с помощью 3D-печати. Электронные данные - <https://russian.alibaba.com/g/slm-3d-printer.html>
6. Нержавеющая сталь 430L. Электронные данные. Режим доступа. - https://russian.alibaba.com/product-detail/factory-supply-316l-304l-410l-420-430l-17-4ph-alloy-powder-stainless-steel-powder-1700000903795.html?spm=a2700.7724857.normal_offer.d_title.3d65a128fEwPf7
7. Рычаг. Электронные данные. Режим доступа - <https://gomel.deal.by/Rychag-podveski.html>

ПРИЛОЖЕНИЕ

Схема технологического процесса изготовления рычага на 3D-принтере

