

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА «ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ СВАРОЧНОГО
ПРОИЗВОДСТВА»

**ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СВАРНЫХ
КОНСТРУКЦИЙ**

*Методические указания к выполнению выпускной квалификационной
работы*

Волгоград 2025

1. Техничко-экономические показатели разработанной технологии

Расчет технико-экономических показателей производится на сборку и сварку одного изделия.

В таблице 4.1 приводятся нормы времени на выполнение необходимых операций по сборке и сварке изделия.

Пример заполнения таблицы 4.1

Таблица 4.1 – Нормы времени для каждой операции.

Номер п/п	Технологические операции	Норма времени
1	Сборка продольных стыков обечаек	30
2	Сварка продольных стыков обечаек	50
3	Сборка кольцевых стыков корпуса	32
4	Сварка кольцевых стыков корпуса	80
5	Разметка и вырезка отверстий под штуцера	40
6	Сборка штуцеров с корпусом, крышкой корпуса и распределительной камерой	44
7	Сварка штуцеров с корпусом, крышкой корпуса и распределительной камерой	50
8	Сборка корпуса с опорой	18
9	Сварка корпуса с опорой	26
10	Сборка готового корпуса с распределительной камерой и крышкой днища	20
11	Контрольные операции	48

В соответствии с технологическим процессом сборки и сварки изделия, а также учитывая трудоемкость и нормы времени каждой операции, определяем количество основных рабочих, задействованных в производстве (сборщики, сварщики, контролеры и т.д), а также вспомогательных рабочих (крановщик, стропальщик и т.д.) и специалистов (мастер, инженер). Данные сводим в таблицу 4.2.

Пример заполнения таблицы 4.2.

Таблица 4.2 - Общая численность работающих.

Категории рабочих, профессии	Кол-во, чел.
1. Основные рабочие	
1.1 Сборщик продольных стыков обечаек	1
1.2 Сварщик продольных стыков обечаек	2
1.3 Сборщик кольцевых стыков обечаек	1
1.4 Сварщик кольцевых стыков обечаек	2
1.5 Резчик	1
1.6 Сборщик штуцеров с корпусом, крышкой корпуса и распределительной камерой	1
1.7 Сварщик штуцеров с корпусом, крышкой корпуса и распределительной камерой	1

1.8 Сборщик корпуса с опорой	1
1.9 Сварщик корпуса с опорой	1
1.10 Сборщик готового корпуса с распределительной камерой и крышкой днища	1
1.11 Дефектоскопист	1
1.12 Гидроиспытатель	1
Всего основных рабочих	14
2. Вспомогательные рабочие	
2.1 Крановщик	1
2.2 Ремонтник	1
2.3 Наладчик	1
2.4 Стropальщик	1
Всего вспомогат. рабочих	4
3. Специалисты	
3.1 Мастер	1
3.2 Инженер	1
Всего специалистов	2
Итого	20

Расчет капитальных вложений на оборудование и оснастку ведется на основе технологического процесса сборки и сварки изделия и числа рабочих мест. Наименование оборудования берется из технического процесса; количество – из расчетов; стоимость единицы оборудования включает рыночную стоимость + затраты на транспорт и монтаж (от 5 до 20 % от стоимости).

Мощность оборудования определяется по техническому паспорту. Данные сводятся в таблицу 4.3, 4.4 .

Пример заполнения таблиц 4.3, 4.4.

Таблица 4.3 – Капитальные вложения в оборудование.

Наименование	Количество , шт	Стоимость тыс.руб./шт	Общая стоимость, тыс. руб.	Общая мощность, кВт
1. Технологическое оборудование:				
1.1 Роликовый стенд HGZT-60	3	500	1500	90
1.2 Сварочный центр ESAB 300S с установленной сварочной головкой ESAB A6	2	1500	3000	120
1.4 Полуавтомат сварочный LORCH MicorMIG 500	3	400	1200	8
1.5 Выпрямитель LAF 1001	5	700	3500	250
1.6 Сварочный трактор ESAB MASTERTRAC A6TF Twin	3	1000	3000	-
1.7 Рельсовая тележка ESAB 4WD	2	300	600	10
1.8 Горелка газовая ПП10026	5	1	5	-
1.9 Резак РЗПГ-1	3	1,5	4,5	-
Итого	26		12809,5	478
2 Энергетическое оборудование:			38	25
Итого:			38	25
3 Транспортное оборудование:				
3.1 Мостовой кран	1	500	500	35
Итого:	1		500	35
4 Контрольно-измерительное				

оборудование:				
4.1 Цифровой термометр ХА/ЦТТ/600	3	1,5	4,5	
4.2 Универсальный набор сварщика УШС-3	4	25	100	
4.3 Дефектоскоп ультразвуковой УД2В-П46	1	200	200	1,2
4.4 Твердомер ТЭМП-3	1	30	30	
4.5 Стилоскоп СЛП-4	1	265	265	1,2
4.6 Переносной рентгенографический комплекс "SXR-150"	1	700	700	1,2
Итого:	11		1299,5	3,6
Всего:	38		14647	516,6

Таблица 4.4 – Структура капитальных вложений в оборудование.

Наименование	Стоимость, тыс.руб.	Процент к итогу, %
1. Технологическое оборудование	12809,5	87,4
2. Энергетическое оборудование	38	0,26
3. Подъемно-транспортное	500	3,4
4. Контрольно- измерительное	1299,5	8,86
5. Производственный и хозяйственный инвентарь	12,5	0,08
Итого:	14659.5	100

2. Расчет себестоимости изделия

Себестоимость включает в себя основные материалы, полуфабрикаты и комплектующие, заработную плату, общепроизводственные расходы (ОПР), общехозяйственные расходы (ОХР), коммерческие расходы (КР).

Стоимость полуфабрикатов и комплектующих определяется исходя из потребности в них на изделие и цену за единицу.

Стоимость основных материалов определяется по формуле:

$$Z_{ом} = H_{расх} \cdot C_{ом} \cdot K_{мз} \quad (1)$$

где $H_{расх}$ – норма расхода основных материалов на изделие, [т.];

$C_{ом}$ – цена на основные материалы, [тыс. руб./т.];

$K_{мз}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, принимается 1,08.

Результаты заносим в таблицу 4.5, 4.6.

Пример заполнения таблицы 4.5.

Таблица 4.5 – Стоимость основных материалов.

Наименование	Норма расхода, т./шт.	Цена, тыс. руб. за 1 т	Стоимость, тыс. руб.
1. Обечайка корпуса	3,0		135

2. Обечайка распределительной камеры	2,0	45	90
3. Обечайка крышки корпуса	1,5		67,5
2. Днище	2,0		90
3. Опора	0,25	20	5
Всего			387,5

Пример заполнения таблицы 4.6.

Таблица 4.6 – Стоимость полуфабрикатов и комплектующих изделий.

Наименование, марка материала	Потребности на изделие, шт.	Цена с учётом транс-загот. расходов, тыс. руб. за единицу	Стоимость, тыс. руб.
Штуцера	6	50	300
Фланцы	5	45	225
Всего			525

Стоимость сварочных материалов определяется по формуле:

$$Z_{св.м} = M_{нм} \cdot K_{рас} \cdot C_{свм} \cdot K_{тз}, \quad (2)$$

где $M_{нм}$ – масса наплавляемого металла, [т.];

$K_{рас}$ – коэффициент расхода сварочного металла;

$C_{свм}$ – цена сварочного материала, [руб./ед. изм.].

Результаты расчетов приводятся в таблице 4.7.

Пример заполнения таблицы 4.7.

Таблица 4.7 – Стоимость сварочных материалов

Номер п/п	Наименование	Расход на изделие, кг (л)	Стоимость за кг (л), тыс. руб	Стоимость на ед. изделия, тыс. руб
1	Св-08Г2С Ø1,2, кг	5	0,2	1
2	Св-08Г2С Ø1,6, кг	20	0,22	4,4
3	Св-08ГА Ø4, кг	45	0,19	8,55
4	Св-08ГА Ø3, кг	180	0,18	32,4
5	Флюс АН-47, кг	45	0,22	9,9
6	Смесь Ar 82% + CO ₂ 18%, л	120	0,09	10,8
Общее				67,05
С учетом транспортно-заготовительных операций				72,4

3. Расчет затрат на электроэнергию

Электроэнергия расходуется: на технологические цели; силовую энергию для привода рабочих машин; осветительную.

1. Технологическая энергия:

$$Z_{э.тех.} = IU t_o / 1000 \quad (3)$$

где $Z_{э.тех.}$ – затраты на технологическую энергию, кВт×час;

I – сварочный ток, А;

U – сварочное напряжение, В;

t_o – основное время сварки, ч/шт.

2. Силовая энергия

$$Z_{сил} = N_{уст} \cdot F_{об} \cdot K_{мощ} \cdot K_{вр} \quad (4)$$

где $N_{уст}$ – установленная мощность оборудования;

$F_{об}$ – время работы оборудования, ч;

$K_{мощ}$ – коэффициент использования электродвигателя по мощности (0,8-0,9);

$K_{вр}$ – коэффициент использования электродвигателя по времени (0,8-0,9).

3. Осветительная энергия:

$$Z_{э.осв} = H_{э.осв} \times P_{общ} \times F_{осв} \times K_{э}, \quad (5)$$

где $H_{э.осв}$ – норма расхода электроэнергии на 1 м² освещаемой площади;

$P_{общ}$ – общая площадь участка, м²;

$F_{осв}$ – продолжительность осветительного периода, ч;

$K_{э}$ – коэффициент, учитывающий дежурное освещение (1,05).

4. Расход пара на отопление и вентиляцию:

$$Z_{пара} = \frac{(H_{пара} \times T_{отоп} \times V_{зд})}{10^6}, \quad (6)$$

где $H_{пара}$ – удельный расход пара на 1 м³ здания, ккал;

$T_{отоп}$ – продолжительность отопления, ч;

$V_{зд}$ – объем здания, м³.

Сжатый воздух используется при обдувке станков, в пневмоцилиндрах, приспособлениях и инструментах.

На производственные нужды вода рассчитывается исходя из нормы расхода на один час работы оборудования и время его использования, а также на проведение гидроиспытаний.

Расход воды на санитарно-бытовые и хозяйственные цели рассчитывается как 25 л на одного рабочего и 40 л горячей воды на каждого пользующегося душем в смену (количество смен рассчитывается исходя из нормы времени на изготовление изделия).

Результаты по стоимости энергоресурсов заносятся в таблицу 4.8.

Таблица 4.8 – Стоимость энергоресурсов.

Виды энергии	Расход на единицу изделия	Цена за единицу измерения, руб	Стоимость, тыс.руб
Электроэнергия, кВт×час: технологическая силовая осветительная			
Пар, Гкал			
Вода, м ³ : на технологические цели холодная горячая			
Сжатый воздух, м ³			
Итого			

4. Оплата труда и отчисления на социальные нужды

Определим тарифную заработную плату рабочих-сдельщиков по формуле:

$$ЗП_{тар.сд} = C_{сд} \cdot t \quad (7)$$

где $ЗП_{тар.сд}$ – тарифная заработная плата рабочих-сдельщиков, [тыс. руб.];

$C_{сд}$ – средняя часовая тарифная ставка рабочих-сдельщиков, [руб./ч];

t – норма времени на изделие, [ч].

Среднемесячная заработная плата пересчитывается исходя из нормы времени на изделие и количество рабочих часов в месяц.

Все полученные результаты сводятся в таблицу 4.9, 4.10.

Таблица 4.9 – Оплата труда рабочих.

Категории рабочих	Кол-во, чел.	Тариф. ЗП, тыс.руб	Премии		Общий фонд на изделие, тыс.руб.	Среднемесячная ЗП, тыс. руб.
			%	тыс. руб.		
1. Основные рабочие						
2. Вспомогательные						

рабочие						
Итого						

Таблица 4.10 – Оплата труда РСС.

Должность	Кол-во, чел.	Тариф. ЗП, тыс. руб.	Премии		Общий фонд на изделие	Средне месячная ЗП, тыс. руб.
			%	тыс. руб.		
Всего						

В таблице 4.11 приводятся отчисления на социальные нужды.

Таблица 4.11 – Отчисления на социальные нужды.

Категории рабочих	Общий фонд ЗП на изделие, тыс. руб.	Процент отчисления на социальные нужды, %	Сумма отчислений на социальные нужды на изделие, тыс. руб.
Рабочие: Основные Вспомогательные РСС			
Всего			

Величина ОПР определяется по смете (таблице 4.12).

Таблица 4.12 – Амортизационные отчисления основных фондов.

Наименование основных фондов	Балансовая стоимость, тыс.руб.	Норма амортизации, %	Годовые амортизационные отчисления, тыс.руб.
1 Технологическое оборудование и оснастка		10	
2 Транспортное оборудование		10	
3 Энергетическое оборудование		10	
4 Контрольно-измерительное оборудование и приборы		7	
5 Производственный и хозяйственный инвентарь		7	
Итого $A_{год}$			

Амортизационные отчисления на одно изделие рассчитываются по формуле:

$$A_{изд} = (A_{год} \cdot t) / 1972, \quad (8)$$

где t – норма времени на одно изделие, ч; 1972 – количество рабочих часов в году.

Таблица 4.13 – Смета расходов на ОПР.

Статьи затрат	Сумма затрат на изделие, тыс.руб.
1 Электроэнергия (кроме технологической)	
2 Пар	
3 Сжатый воздух	
4 Вода	
5 Амортизации основных фондов	
Всего	

В таблице 4.14 представлен расчет себестоимости одного изделия.

Таблица 4.14 – Себестоимость изделия.

Наименование затрат	Сумма затрат на изделие, тыс.руб.
1 Основные материалы	
2 Полуфабрикаты и комплектующие	
3 Сварочные материалы	
4 Технологическая энергия	
5 Заработная плата рабочих и РСС	
6 Отчисления на социальные нужды	
7 ОПР	
Итого цеховая себестоимость	

По результатам расчетов строится круговая диаграмма, показывающая состав затрат, входящих в себестоимость сборки и сварки изделия.

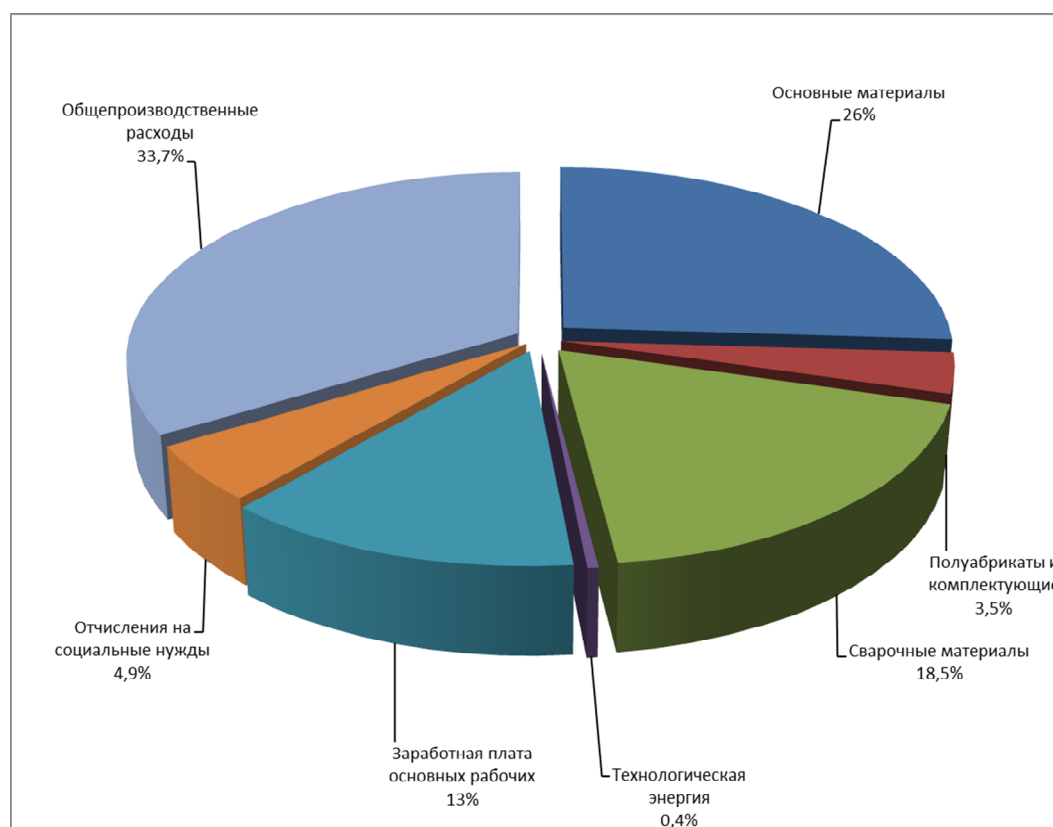


Рисунок – Смета затрат, входящих в себестоимость изделия.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО ДЛЯ МАГИСТРАНТОВ

5. Расчет экономической эффективности разработанного технологического процесса сборки и сварки

Экономическая эффективность новой разработанной технологии определяется на основе технологической себестоимости, которая включает изменяющиеся по сравнению с базовой технологией затраты.

$$S_{tex} = Z_{cm} + Z_{en} + Z_{zn} + Z_A \quad (9)$$

где Z_{cm} – затраты на сварочные материалы;

Z_{en} – затраты на энергоресурсы;

Z_{zn} – затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды;

Z_A – затраты на амортизацию оборудования;

Результаты сводятся в таблицу.

Таблица – Сравнение технологической эффективности разработанной и базовой технологий.

Затраты	Разработанная технология	Базовая технология
Сварочные материалы, тыс.руб.		
Энергоресурсы, тыс.руб.		
Заработная плата с отчислениями на социальные нужды, тыс.руб.		
На амортизацию оборудования, тыс.руб.		
Абсолютное снижение (повышение) себестоимости, тыс.руб.		
Относительное снижение (повышение) себестоимости, %		

Основные технико-экономические показатели разработанной технологии

Диаграмма затрат, входящих в себестоимость изделия

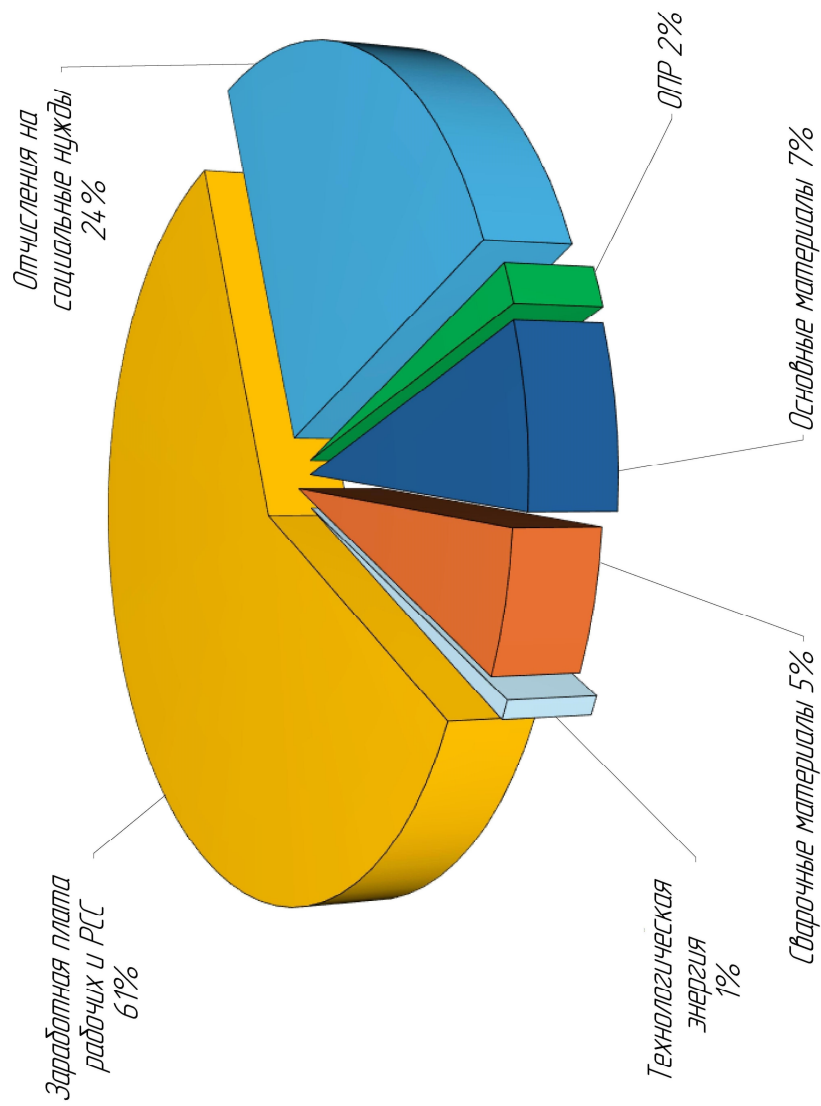


Таблица – Технико-экономические показатели

Наименование	Значение показателя
Себестоимость изделия, тыс. руб	384
Капитальные вложения в оборудование, тыс. руб	26,79
Стоимость основных материалов, тыс. руб	26,6
Стоимость сварочных материалов, тыс. руб	21,4
Общепроизводственные расходы, тыс. руб	6,14
Численность работающих всего, чел	15
основных	9
вспомогательных	4
РСС	2
Среднемесячная заработная плата, тыс. руб	87,12
основных	58,2
вспомогательных	60,48
РСС	60,48

РСС – руководители, специалисты и служащие

ВКРБ-806-15.03.01-14-07/И-25	Технико-экономические показатели	Всего	1
Директор	Исполнители	Директор	1
Зам. Директора	Исполнители	Зам. Директора	1
Инженер	Исполнители	Инженер	1
Мастер	Исполнители	Мастер	1
Сварщик	Исполнители	Сварщик	1
Всего	Исполнители	Всего	1