

ГЛАВА 5

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

5.1. Организация производственного процесса

5.1.1 Описание технологического процесса

Таблица 5.1 – Варианты технологических процессов

Наименование операции технологического процесса	Длительность операции, мин	Марка оборудования	Краткая характеристика оборудования (производительность, грузоподъемность, емкость оборудования)
Базовый технологический процесс			
Завалка бадьи для металлозавалки	25	Кран Бадья	Грузоподъемность 180 тонн Емкость 60 тонн
Транспортировка бадьи к печи	5	Кран Бадья	Грузоподъемность 180 тонн Емкость 60 тонн
Выплавка металла	56	ДСП	Производительность 120 тонн в час Емкость 100 тонн
Слив металла	5	ДСП Стальковш	Производительность 120 тонн в час Емкость 100 тонн
Транспортировка стальковша на ВОС	2	Стальковш Кран	Емкость 100 тонн Грузоподъемность 180 тонн
Обработка стали на ПК	35	Стальковш ПК	Емкость 100 тонн Производительность 70 тонн в час
Транспортировка стальковша к МНЛЗ	2	Стальковш Кран	Емкость 100 тонн Грузоподъемность 180 тонн
Разливка стали на МНЛЗ	40	МНЛЗ	Производительность 120 тонн в час
Итого	170		

					ДП 2121.05.00.000 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Плех А.В.				Разработка комплекса реконструкционных мероприятий для ДСП-1 ОАО «БМЗ» с целью повышения энергоэффективности и производительности плавки	Лит.	Лист	Листов
Провер.	Ридецкая И.Н.						85	117
Рук. Проект.	Жаранов В.А.					ГГТУ им. П.О. Сухого гр. МЛ-51		
Н. Контр.	Жаранов В.А.							
Утверд.	Бобарикин Ю.Л.							

Продолжение таблицы 5.1

Технологический процесс после внедрения проектного решения			
Завалка бадьи для металлозавалки	25	Кран Бадья	Грузоподъёмность 180 тонн Емкость 60 тонн
Транспортировка бадьи к печи	5	Кран Бадья	Грузоподъёмность 180 тонн Емкость 60 тонн
Выплавка металла	50	ДСП	Производительность 120 тонн в час Емкость 100 тонн
Слив металла	5	ДСП Стальковш	Производительность 120 тонн в час Емкость 100 тонн
Транспортировка стальковша на ВОС	2	Стальковш Кран	Емкость 100 тонн Грузоподъёмность 180 тонн
Обработка стали на ПК	35	Стальковш ПК	Емкость 100 тонн Производительность 70 тонн в час
Транспортировка стальковша к МНЛЗ	2	Стальковш Кран	Емкость 100 тонн Грузоподъёмность 180 тонн
Разливка стали на МНЛЗ	40	МНЛЗ	Производительность 120 тонн в час
Итого	164		

Таблица 5.2 – Структурный баланс 1 т жидкого металла для базового и проектного вариантов

Структуры элементов	База		Проект	
	кг	%	кг	%
Металлозавалка	1360	100	1360	100
ЖД лом	495	36,4	495	36,4
Лом СЗ	255	18,8	255	18,8
Чугун П2	150	11	150	11
Известь	55	4	55	4
Науглераживатель тип «С»	15	1,1	15	1,1
FeSi 65	15	1,1	15	1,1
FeMn 78	15	1,1	15	1,1
Безвозвратные потери и угар	140	10,3	90	6,6
Шлак	220	16,2	150	11
Выход жидкого	1000	73,5	1120	82,4
Брак	41	3	20	1,5
Выход годного	959	70,5	1100	80,9

5.1.2 Расчет производственной мощности и пропускной способности агрегатов и участков

1. Определяем ведущую операцию процесса. Ведущей операцией процесса является плавка, следовательно, часовая производительность будет равна:

$$P_v = E * 60 / T \quad (5.1)$$

где E – емкость орудия труда, т

T – продолжительность процесса.

$$P_v(\text{база}) = 120 * 60 / 56 = 128 \text{ т/час}$$

$$P_v(\text{проектное}) = 120 * 60 / 50 = 144 \text{ т/час}$$

2. Определяем часовую производительность последующих операций используя формулу:

$$P_i = 60 Q_{\text{ц}} k_n / \tau, \quad (5.2)$$

где τ – период или такт процесса;

$Q_{\text{ц}}$ – количество продукции, получаемой за один цикл;

k_n – коэффициент непрерывности процесса, т. е. отношение времени обработки к сумме времени обработки и необходимого вспомогательного времени на единицу предмета труда.

3. Определяем загрузку операций относительно ведущей по формуле

$$K_{zi} = P_v / P_i. \quad (5.3)$$

4. Результаты расчетов сводим в таблицу 5.3.

Таблица 5.3 – Результаты расчета производительности и загрузки операций базового и проектного вариантов

Наименование операции	База	
	P_i	K_{zi}
Бадья	$(60 * 60 * 1) / 25 = 144$	$109 / 144 = 0,75$
Кран	$(60 * 180 * 1) / 5 = 2160$	$109 / 2160 = 0,050$
ДСП	$(60 * 109 * 1) / 56 = 116$	$109 / 116 = 0,94$
Стальковш	$(60 * 100 * 1) / 5 = 1200$	$109 / 1200 = 0,090$
Кран	$(60 * 180 * 1) / 2 = 5400$	$109 / 5400 = 0,020$
ПК и РН	$(60 * 70 * 1) / 35 = 120$	$109 / 120 = 0,90$

Продолжение таблицы 5.3

Кран	$(60 \cdot 180 \cdot 1)/2 = 5400$	$109/5400 = 0,020$
МНЛЗ	$(60 \cdot 120 \cdot 1)/40 = 180$	
Наименование операции	Проект	
	P_i	K_{zi}
Бадья	$(60 \cdot 60 \cdot 1)/25 = 144$	$115/144 = 0,79$
Кран	$(60 \cdot 180 \cdot 1)/5 = 2160$	$115/2160 = 0,053$
ДСП	$(60 \cdot 115 \cdot 1)/50 = 138$	$115/138 = 0,83$
Стальковш	$(60 \cdot 100 \cdot 1)/5 = 1200$	$115/1200 = 0,095$
Кран	$(60 \cdot 180 \cdot 1)/2 = 5400$	$115/5400 = 0,021$
ПК и РН	$(60 \cdot 70 \cdot 1)/35 = 120$	$115/120 = 0,95$
Кран	$(60 \cdot 180 \cdot 1)/2 = 5400$	$115/5400 = 0,021$
МНЛЗ	$(60 \cdot 120 \cdot 1)/40 = 180$	$115/180 = 0,63$

5.2. Годовой объём производства продукции

Баланс работы сталеплавильного цеха представлен в таблице 5.4

Таблица 5.4 - Баланс времени работы сталеплавильного цеха

Показатели	Используемые значения, дни
Календарная продолжительность года	365
Капитальный ремонт	20
Календарное время	365
Холодные простои	13
В том числе:	
Смена футеровки	9
В резерве	4
Номинальное время	352
Горячие простои	40
В том числе ремонт оборудования	12
Фактическое время	312

Определив фактическое время работы плавильных агрегатов находим годовое количество плавов по формуле:

$$P = T_{\phi} / T_{\text{ци}}, \quad (5.4)$$

где T_{ϕ} – годовой фонд времени работы плавильных агрегатов, ч.;

$T_{\text{ци}}$ – длительность цикла плавки, часов.

$312 \cdot 24 = 7488$ часов;

Базовый вариант

$P = 7488 / 0,94 = 7965$ плавов.

Проектный вариант

$P = 7488 / 0,83 = 9021$ плавов.

5.2.2 Расчет годового объема производства

На основе таблицы 5.3 и расчетов п. 5.2 определяем годовой объем производства. Результаты расчетов представлены в таблице 5.5

Таблица 5.5 – Годовой объем производства продукции

Показатели	База	Проект
Металлозавалка, т	7965*136,5=1087222	9021*136,5=1231366
Жидкий металл, т	1087222*0,732=795846	1231366*0,805=991249
Годный металл, т	1087222*0,703=764317	1231366*0,78=960465

5. 3. Организация труда рабочих

5.3.1 Расчет численности рабочих

Штаты рабочих определяются в соответствии с принятыми формами организации труда отдельно по каждой группе работников. Каждая из групп рабочих в случае применения различных систем оплаты труда и различных графиков выходов (различный баланс рабочего времени) делится на соответствующие подгруппы.

Исходя из специфики металлургического производства, первоначально определяем норму численности рабочих определенной профессии.

Далее определяем численность рабочих по формуле:

$$Ч_{pi} = K_{ai} \times H_{cm} \times K_{cm}, \quad (5.5)$$

где: K_{ai} – количество i -ых агрегатов;

H_{cm} – норма численности для i -го агрегата, чел/агрегат;

K_{cm} – коэффициент сменности.

$$K_{cm} = F_{agr} / F_{rab}, \quad (5.6)$$

где F_{agr} – действительный годовой фонд времени работы агрегата, ч;

F_{rab} – действительный годовой фонд времени работы рабочего, ч

Принимаем 2025 ч.

$$K_{cm} = 7488 / 2025 = 3,69$$

Результаты расчетов численности рабочих цеха представлены в таблицу 5.6.

Таблица 5.6 – Численность рабочих цеха, чел. Базовый и проектный вариант.

Группы рабочих	Средний тарифный разряд	Формула для вычисления	Полный расстановочный штат
Производственные рабочие электросталеплавильного цеха:			
- сталевар $N_{см} = 32 \text{ чел.} \cdot \text{ч} \cdot \text{см.}$	6	$K_{см} \cdot N_{см} \cdot K_a \cdot 12$	$3,69 \cdot 32 \cdot 1 \cdot 12 = 9,8 \text{ чел}$ Принимаем 10 чел.
- пультащик $N_{см} = 8 \text{ чел.} \cdot \text{ч} \cdot \text{см.}$	5	$K_{см} \cdot N_{см} \cdot K_a \cdot 12$	$3,69 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 12 = 2,46 \text{ чел}$ Принимаем 3 чел.
-разливщики ковшевые $N_{см} = 10 \text{ чел.} \cdot \text{см.}$	5	$K_{см} \cdot N_{см}$	$3,69 \cdot 10 = 36,9 \text{ чел}$ Принимаем 37 чел
- шлаковщики $N_{см} = 2 \text{ чел.} \cdot \text{сут.}$	5	$N_{см}$	2 чел
- бригадир каменщиков $N_{см} = 1 \text{ чел.} \cdot \text{см.}$	6	$K_{см} \cdot N_{см}$	$3,69 \cdot 1 = 3,69 \text{ чел}$ Принимаем 4 чел.
- каменщик огнеупорщик $N_{см} = 8 \text{ чел.} \cdot \text{см.}$	5	$K_{см} \cdot N_{см}$	$3,69 \cdot 8 = 29,5 \text{ чел}$ Принимаем 30 чел
- наборщик скользящих затворов $N_{см} = 0,96 \text{ чел.} \cdot \text{см.}$	5	$K_{см} \cdot N_{см}$	$3,69 \cdot 0,96 = 3,54 \text{ чел}$ Принимаем 4 чел.
Производственные рабочие отделений непрерывной разливки стали:			
- разливщик стали $N_{см} = 1 + m \text{ чел.} \cdot \text{см.}$, где m – кол-во ручьев МНЛЗ Принимаем 4, тогда $N_{см} = 1 + 4 = 5 \text{ чел.} \cdot \text{см.}$	5	$K_{см} \cdot N_{см}$	$3,69 \cdot 5 = 18,45 \text{ чел}$ Принимаем 19 чел.
- ковшевой $N_{см} = 2,5 \cdot B + 3 \text{ чел.} \cdot \text{сут.}$ где B – годовой объем производства, млн.т - по базе $N_{см} = 2,5 \cdot 0,509886 + 3 = 4,27 \text{ чел.} \cdot \text{сут.}$ - по проекту $N_{см} = 2,5 \cdot 0,693742 + 3 = 4,47 \text{ чел.} \cdot \text{сут.}$	5	$N_{см}$	- по базе Принимаем 5 чел. - по проекту Принимаем 5 чел.
- огнеупорщик $N_{см} = 7,5 \cdot B + 1,43 \text{ чел.} \cdot \text{сут.}$ - по базе $N_{см} = 7,5 \cdot 0,509886 + 1,43 = 5,25 \text{ чел.} \cdot \text{сут.}$ - по проекту $N_{см} = 7,5 \cdot 0,693742 + 1,43 = 6,6 \text{ чел.} \cdot \text{сут.}$	5	$N_{см}$	- по базе Принимаем 6 чел - по проекту Принимаем 7 чел

Продолжение таблицы 5.6

- оператор МНЛЗ Нсм= $4+4 \cdot M$ чел./см. где М – кол-во МНЛЗ установленных в цеху. Принимаем 1. Нсм= $4+4 \cdot 1 = 8$ чел./см.	5	Ксм*Нсм	$3,69 \cdot 8 = 29,52$ чел. Принимаем 30 чел.
- наборщик стопоров Нсм= $(0,04 \cdot K \cdot M) \cdot (C \cdot 1000)$ чел./сут. где К – кол-во ковшей разлитых Принимаем 8320 для базового и 8706 проектного варианта); С – средняя стойкость одного стопора. Принимаем 1. Тогда Нсм= $(0,04 \cdot 8320 \cdot 4) \cdot (1 \cdot 1000) =$ $= 1,33$ чел./сут. Нсм= $(0,04 \cdot 8706 \cdot 4) \cdot (1 \cdot 1000) =$ $= 1,39$ чел./сут.	4	Нсм	- по базе и проекту Принимаем 2 чел
- оператор системы охлаждения Нсм = 1 чел./см.	4	Ксм*Нсм	$3,69 \cdot 1 = 3,69$ чел Принимаем 4 чел.
- оператор газовой резки Нсм = 0,5 чел./см.	4	Ксм*Нсм	$3,69 \cdot 0,5 = 1,84$ чел Принимаем 2 чел.
- оператор уборочных механизмов Нсм = 1 чел./см.	4	Ксм*Нсм	$3,69 \cdot 1 = 3,69$ чел Принимаем 4 чел.
- оператор гидросистемы Нсм = 1 чел./см.	5	Ксм*Нсм	$3,69 \cdot 1 = 3,69$ чел Принимаем 4 чел.
- машинист крана металлургического производства Нсм = 1 чел./см.	4	Ксм*Нсм	$3,69 \cdot 1 = 3,69$ чел Принимаем 4 чел. Итого с 2 кранов 8 человек.

5.4 Капитальные вложения

5.4.1 Капитальные вложения при модернизации оборудования

Капитальные вложения при модернизации оборудования могут складываться из следующих элементов:

5.4.2 Затраты на комплектующие и узлы, необходимые для модернизации оборудования целесообразно определять прямым счетом.

Результаты оформлены в таблице 5.7

Таблица 5.7 – Затраты на комплектующие и узлы, необходимые для модернизации оборудования

Наименования комплектующего узла	Требуемое количество комплектующих узлов, шт.	Цена комплектующего узла, руб.	Затраты на комплектующие узлы, руб.
Кислородная горелка	4	21206	84824
Углеродно-инжекторная установка	3	10671	32013
Итого	7	31877	116837

5.4.3 Затраты на энергию, необходимую для модернизации оборудования определяется по формуле:

$$K_{\text{э}} = K_{\text{эл}} + K_{\text{эн}}, \quad (5.7)$$

где $K_{\text{эл}}$ – затраты на электроэнергию, руб.;

$K_{\text{эн}}$ – затраты на энергоносители, руб. (Кислород, газоуглеродная смесь и тд.) Принимаем 1200 руб.

$$K_{\text{эл}} = \sum \frac{N_y K_N k_{\text{вр}} k_w}{\eta} T_{\text{м}} \text{Ц}_{\text{э}}, \quad (5.8)$$

N_y – суммарная установленная мощность оборудования, используемого при проведении модернизации, кВт; Принимаем мощность необходимых сварочных аппаратов для установки оборудования 200 кВт.

$k_N k_{\text{вр}}$ – коэффициент загрузки оборудования по мощности и времени (в зависимости от вида, используемого оборудования значение принимается в пределах 0,35-0,7); Принимаем 0, 5 и 0,5.

k_w – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети предприятия (в зависимости от вида, используемого оборудования значение принимается в пределах 1,05-1,08); Принимаем 1,05.

η – среднее значение коэффициента полезного действия электродвигателя (в зависимости от вида, используемого оборудования значение принимается в пределах 0,65-0,95). Принимаем 0,7.

$T_{\text{м}}$ – длительность проведения работ, связанных с модернизацией, ч; Принимаем 15 часов.

Ц_э-стоимость 1 кВт-ч электроэнергии. Принимаем равную 0,15 руб.

$$K_{эл} = \frac{200 * 0,5 * 0,5 * 1,05}{0,7} 15 * 0,15 = 168,75 \text{ руб.}$$

Следовательно

$$K_э = 168,75 + 1200 = 1368,75 \text{ руб.}$$

5.4.4 Затраты на оплату труда рабочих

Таблица 5.8 - Затраты на оплату труда рабочих, выполняющих работы по модернизации

Профессия	Количество	Разряд	Часовая тарифная ставка соответствующего разряда	Продолжительность работ, ч
Инженер	1	14	3,622*2,17=7,85	32
Сварщик	4	6	1,827*1,38=2,52	15
Каменьщик	2	5	1,503*1,29=1,93	10
Механик	4	7	1,672*1,47=2,45	20
Газовщик	2	6	1,827*1,38=2,52	10

$$ЗП_{\text{сотч}} = \sum T_{\text{чи}} \cdot T_{\text{pi}} \cdot (1 + 0,34) \quad (5.9)$$

где $T_{\text{чи}}$ – часовая тарифная ставка i -го разряда, руб./ч;

T_{pi} – продолжительность выполнения определенного вида работ по модернизации работником i -го разряда, ч;

0,34 – размер отчислений на социальное страхование.

$$ЗП_{\text{сотч}}(\text{Инженер}) = 1 * 7,85 * 32 * 1,34 = 336,6 \text{ руб.}$$

$$ЗП_{\text{сотч}}(\text{Сварщик}) = 4 * 2,52 * 15 * 1,34 = 202,6 \text{ руб.}$$

$$ЗП_{\text{сотч}}(\text{Каменьщик}) = 2 * 1,93 * 10 * 1,34 = 51,7 \text{ руб.}$$

$$ЗП_{\text{сотч}}(\text{Механик}) = 4 * 2,45 * 20 * 1,34 = 262,6 \text{ руб.}$$

$$ЗП_{\text{сотч}}(\text{Газовщик}) = 2 * 2,52 * 10 * 1,34 = 67,5 \text{ руб.}$$

Общая сумма затрат:

$$ЗП_{\text{сотч}} = 336,6 + 202,6 + 51,7 + 262,6 + 67,5 = 921 \text{ руб.}$$

5.4.5 Накладные затраты.

Расчет ведется укрупнено по формуле:

$$K_{\text{нак}} = \frac{ЗП_{\text{сотч}} \times 150}{100} \quad (5.10)$$

где 150 – средний % накладных затрат при проведении модернизации оборудования в металлургических цехах.

$$K_{\text{нак}} = \frac{921 \times 150}{100} = 1381,5 \text{ руб.}$$

Таблица 5.9 - Смета затрат на модернизацию оборудования

Элементы затрат	Сумма, руб.
1. Комплектующие и узлы	116837
2. Энергия	168,75
3. Оплата труда рабочих (с отчислениями на социальное страхование)	921
4. Накладные затраты	1381,5
Итого	119308,2

5.5 Затраты на производство продукции

Таблица 5.10. Затраты на сырье и материалы

	База				Проект		
Структура металлозавалки	норма расхода, кг на 1 т годного	цена 1кг, руб.	сумма, руб.	Структура металлозавалки	норма расхода, кг на 1 т годного	цена 1 кг, руб.	сумма, руб.
ЖД лом	495	1,55	767,25	ЖД лом	495	1,55	767,25
Лом СЗ	255	0,45	114,75	Лом СЗ	255	0,45	114,75
Чугун П2	150	0,60	93	Чугун П2	150	0,60	93
Известь	55	0,30	16,50	Известь	55	0,30	16,50
Наугл. тип «С»	15	0,18	2,70	Наугл. тип «С»	15	0,18	2,70
FeSi 65	15	2,23	33,45	FeSi 65	15	2,23	33,45
FeMn 78	15	2,45	36,75	FeMn 78	15	2,45	36,75
Итого	1000	7,76	1064,4	Итого	1000	7,76	1064,4

2. Брак определяются прямым счетом.

Таблица 5.11 - Брак при производстве

Наименование	База		
	норма брака, кг на 1 т годного	цена 1 кг, руб.	сумма, руб.
Брак	41	0,50	20,5
Наименование	Проект		
	норма брака, кг на 1 т годного	цена 1 кг, руб.	сумма, руб.
Брак	20	0,50	10

3. Отходы определяются прямым счетом.

Таблица 5.12- Отходы производства

Наименование	База		
	норма отходов, кг на 1 т годного	цена 1 кг, руб.	сумма, руб.
Шлак	220	0,25	55
Наименование	Проект		
	норма отходов, кг на 1 т годного	цена 1 кг, руб.	сумма, руб.
Шлак	150	0,25	37,5

4. Энергетические затраты.

Фактический расход электроэнергии на 1 т металла W , кВт. ч/т, в предположении, что потери тепла при простое компенсируются в период расплавления, будет равен:

$$W_1 = \frac{q_1 \cdot \tau_1}{\eta_{эл} \cdot G} + \frac{S \cdot \cos \phi \cdot \tau_2}{G} + \frac{q_3 \cdot \tau_3 + Q_3}{G} \quad (5.11)$$

где q_1 и q_3 - тепловые потери печи в час за время простоев и восстановления;

Q_3 - тепло, затраченное на эндотермические реакции и подогрев металла в период восстановления;

G - ёмкости печи, т;

τ_1 - время простоев печи за плавку, ч;

τ_2 - время расплавления металла, ч;

τ_3 - время окислительного и восстановительного периодов, ч.

Время же расплавления металла τ_2 , зависит от мощности печного трансформатора:

$$\tau_2 = Q \cdot G / (S \cdot \cos \varphi \cdot \eta_{эл} - q_2), \quad (5.12)$$

где Q - теоретический удельный расход электроэнергии на расплавление металла (для стали равный около 340 кВт·ч/т).

S - мощность печного трансформатора, кВт·А;

$\cos \varphi$ — средневзвешенный коэффициент мощности печного агрегата (0,87);

$\eta_{эл}$ - его электрический к. п. д. (0,65-0,95);

q_2 — мощность тепловых потерь печи, кВт (все — за время расплавления)

$$З_{эл} = W \cdot Ц_{эл} \cdot K_{вг}, \quad (5.13)$$

где $Ц_{эл}$ — стоимость 1 кВт·ч электроэнергии. Принимаем 0,15 руб.
 $K_{вг}$ — коэффициент, учитывающий выход годного металла.

Базовый вариант

$$\tau_2 = \frac{340 \cdot 120}{90000 \cdot 0,87 \cdot 0,8 - 9000} = 0,76 \text{ ч} = 46 \text{ мин}$$

$$W_1 = \frac{4500 \cdot 0,067}{0,8 \cdot 100} + \frac{90000 \cdot 0,87 \cdot 0,76}{120} + \frac{4800 \cdot 0,12 + 2282}{120} = 523,48 \text{ кВт·ч/т}$$

$$З_{эл} = 523,48 \cdot 0,15 = 78,52 / \left(\frac{764317}{7965} \right) = 0,81 \text{ руб}$$

Проектный вариант

$$\tau_2 = \frac{340 \cdot 120}{90000 \cdot 0,87 \cdot 0,8 - 9000} = 0,76 \text{ ч} = 46 \text{ мин}$$

$$W_1 = \frac{4500 \cdot 0,033}{0,8 \cdot 100} + \frac{90000 \cdot 0,87 \cdot 0,76}{120} + \frac{4800 \cdot 0,05 + 2282}{120} = 523,48 \text{ кВт·ч/т}$$

$$З_{эл} = 523,48 \cdot 0,15 = 78,52 / \left(\frac{960465}{9021} \right) = 0,73 \text{ руб.}$$

Энергетические затраты остального оборудования определяем по формуле:

$$З_{эл} = \sum \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{вр} \cdot k_w}{q_{ч}} \cdot Ц_э \quad (5.14)$$

где N_y – суммарная установленная мощность оборудования, кВт;

k_N и $k_{вр}$ – коэффициент загрузки оборудования по мощности и времени (принимается в пределах 0,35-0,7);

k_w – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети предприятия (в зависимости от вида, используемого оборудования значение принимается в пределах 1,05-1,08);

$q_{ч}$ – часовая производительность оборудования, т годного/ч;

$Ц_э$ – стоимость 1 кВт-ч электроэнергии, принимаем 0,15 руб.

Базовый вариант

$$З_{эл} = \frac{200000 \cdot 0,66 \cdot 0,66 \cdot 1,07}{764317/7488} \cdot 0,15 = 136,99 \text{ руб}$$

Проектный вариант

$$З_{эл} = \frac{200000 \cdot 0,7 \cdot 0,7 \cdot 1,08}{960465/7488} \cdot 0,15 = 123,78 \text{ руб}$$

5. Затраты на оплату труда. Величина заработной платы рабочих-повременщиков, занятых на технологических операциях по формуле:

$$C_{зз} = (F_{эф} \cdot P_d \sum_{i=1}^n J_{чи} \cdot n_i) / Q_{г} \quad (5.15)$$

где $F_{эф}$ – эффективный фонд времени рабочего), ч;

P_d – коэффициент, учитывающий премии и доплаты к тарифному фонду (1,7);

$J_{чи}$ – часовая тарифная ставка рабочего соответствующего разряда, руб./ч;

n_i – количество рабочих i-го разряда, чел;

$Q_{г}$ – годовой объем производства в тоннах годного металла

Для базового варианта:

$$C_{зз} = (2025 \cdot 1,7((2,25 \cdot 1,9 \cdot 14) + (2,5 \cdot 1,73 \cdot 140) + 2,5 \cdot 1,57 \cdot 20)) / 764317 = 3,38 \text{ руб.}$$

Для проектного варианта:

					ДП 2121.05.00.000 ПЗ	Лист
						97
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$C_{33}=(2025 \cdot 1,7((2,5 \cdot 1,9 \cdot 14)+(2,5 \cdot 1,73 \cdot 141)+2,5 \cdot 1,57 \cdot 20))) / 960465=2,70 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальное страхование определяются в размере 34% от фонда оплаты труда работников цеха

$$\text{Соц.ст (база)}=3,38 \cdot 34\%=3,88 \text{ руб.}$$

$$\text{Соц.ст (проект)}=2,70 \cdot 34\%=0,91 \text{ руб}$$

6. Амортизация оборудования. Величина амортизационных отчислений на 1 т годного металла определяется по формуле:

$$A = (\sum_{j=1}^m C_{6j} \cdot H_{aj}) / Q_r \quad (5.16)$$

где C_{6j} – балансовая стоимость оборудования j-го вида, руб.

H_{aj} – норма амортизационных отчислений j-го вида основных средств;

m – количество видов оборудования.

Для базового 532500 руб.

Для проектного 532500,00+432910=965410 руб.

Базовый вариант

$$A = \frac{532500 \cdot 0,1}{764317} = 0,069 \text{ руб,}$$

Проектный вариант

$$A = \frac{965410 \cdot 0,1}{960465} = 0,10 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов приведены в таблице 5.13

Таблица 5.13 - Основные технологические затраты на производство 1т годного металла, руб.

Наименование затрат	База	Проект
Затраты на сырье и материалы	1064,4	1064,4
Отходы	55	37,5
Брак	20,5	10
Энергетические затраты		
- затраты на электроэнергию печи	0,81	0,73
- затраты на электроэнергию остального обор.	136,99	123,78
Расходы на оплату труда	3,38	2,70
Отчисления на социальное страхование	3,88	0,91
Амортизация оборудования	0,069	0,10
Итого	1285,03	1240,12

5.6 Оценка экономической эффективности проектных решений

Дополнительная прибыль определяется по формуле

$$\Delta\Pi_Q = (Z_6 - Z_n)Q_n - (Z_6 - Z_n)Q_6 \quad (5.17)$$

где Z_6 и Z_n – соответственно затраты по базовому и проектному варианту на 1 т годного металла

Q_n – годовой объем производства по проектному варианту, т годного металла;

Q_6 – годовой объем производства по базовому варианту, т годного металла.

$$\Delta\Pi_Q = (1285,03 - 1240,12)96465 - (1285,03 - 1240,12)76317 = 904846,68$$

- за счет снижения затрат на эл. энергии

$$\Delta\Pi_{эл} = Z_{эл}^6 Q_6 - Z_{эл}^n Q_n \quad (5.18)$$

где $Z_{эл}^6$ и $Z_{эл}^n$ - соответственно затраты на электроэнергию в базовом и проектном вариантах на 1 т годного металла

$$\Delta\Pi_{эл} = 0,81 * 904846,68 - 0,73 * 904846,68 = 72387,73 \text{ руб}$$

- за счет снижения затрат на энергоносители

$$\Delta\Pi_{эл} = Z_{эл}^6 Q_6 - Z_{эл}^n Q_n \quad (5.19)$$

где $Z_{эл}^6$ и $Z_{эл}^n$ - соответственно затраты на энергоносители в базовом и проектном вариантах на 1 т годного металла

$$\Delta\Pi_{эл} = 136,99 * 764317 - 123,79 * 764317 = 1088984,6 \text{ руб}$$

-за счет снижения зарплаты

$$\Delta\Pi_{зп} = Z_{зп}^6 Q_6 - Z_{зп}^n Q_n \quad (5.20)$$

$$\Delta\Pi_{зп} = 3,38 * 764317 - 2,70 * 764317 = 519735,56 \text{ руб}$$

-за счет снижения амортизации

					ДП 2121.05.00.000 ПЗ	Лист
						99
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\Delta\Pi_a = 3_a^6 Q_6 - 3_a^п Q_п \quad (5.21)$$

$$\Delta\Pi_a = 0,069 * 764317 - 0,10 * 960465 = -23693,83 \text{ руб}$$

5.7 Расчет статических показателей эффективности реализации проектного решения

1. Материалоемкость определяется по базовому и проектному вариантам по формуле:

$$M_e = 3_m, \text{руб./т} \quad (5.22)$$

Для базового и проектного варианта: $M_e = 594,46 \text{ руб/т}$.

2. Энергоемкость определяется по базовому и проектному вариантам по формуле:

$M_3 = 3_3, \text{руб/т}$.

Для базового: $M_3 = 136,99 \text{ руб/т}$

Для проектного: $M_3 = 123,78 \text{ руб/т}$

3. Производительность труда рассчитывается по базовому и проектному вариантам по формуле:

$$Пт = \frac{Q}{Ч}, \text{т годного металла/чел} \quad (5.23)$$

Для базового: $Пт = \frac{764317}{174} = 4392,6 \text{ т/чел}$

Для проектного: $Пт = \frac{960465}{175} = 5488,3 \text{ т/чел}$

4. Срок окупаемости капитальных вложений в проектный вариант определяется по формуле:

$$T = \frac{K}{\Delta\Pi}, \text{лет.} \quad (5.24)$$

$$T = \frac{119308,2}{54106,9} = 2,2$$

5. Рентабельность капитальных вложений в проектный вариант определяется по формуле:

					ДП 2121.05.00.000 ПЗ	Лист
						100
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$P_k = \frac{\Delta\P \cdot 100}{K}, \% \quad (5.25)$$

$$P_k = \frac{54106,9 \cdot 100}{119308,2} = 45,3\%$$

5.8 Расчет динамических показателей эффективности реализации проектного решения

1. Величина ежегодных денежных потоков.

Таблица 5.14 - Расчет величины ежегодных денежных потоков при $r = 0,15$

Проект					
Годы	Денежный поток, р. (ДП=Пч+А)		Коэффициент дисконтирования (Кдт) при $r = 0$	Дисконтированный денежный поток, р.	
	в год	нарастающим итогом		в год	нарастающим итогом
0	-119308,2	-119308,2	1	-119308,2	-119308,2
1	54104,6	-65203,6	0,9	48307,6	-71000,5
2	54104,6	-11099	0,8	43131,8	-27868,7
3	54104,6	43005,6	0,7	38510,6	10641,9
	43005,6			10641,9	

Таблица 5.15 - Расчет величины ежегодных денежных потоков при $r = 0$

Проект					
Годы	Денежный поток, р. (ДП=Пч+А)		Коэффициент дисконтирования (Кдт) при $r = 0$	Дисконтированный денежный поток, р.	
	в год	нарастающим итогом		в год	нарастающим итогом
0	-119308,2	-119308,2	1	-119308,2	-119308,2
1	54104,6	-65203,6	1	54104,6	-65203,6
2	54104,6	-11099	1	54104,6	-11099
3	54104,6	43005,6	1	54104,6	43005,6
	43005,6			43005,6	

2. Динамический коэффициент рентабельности инвестиций (индекс доходности):

$$PI_{\text{д}} = \left(\frac{\Delta\P_1}{(1+HD)^1} + \frac{\Delta\P_2}{(1+HD)^2} + \dots + \frac{\Delta\P_n}{(1+HD)^n} \right) / K \quad (5.26)$$

$$PI_D = \frac{129950,1}{119308,2} = 1,08$$

3. Внутренняя норма рентабельности:

$$IRR = r_1 - \frac{ЧД_{r_1} \cdot (r_2 - r_1)}{ЧД_{r_2} - ЧД_{r_1}} \quad (5.27)$$

$$IRR = 15 - \frac{10641,9 \cdot (0 - 15)}{43005,6 - 10641,9} = 19,9\%$$

4. Динамический срок окупаемости инвестиций (T_D):

$$T_D = t - \frac{ЧД_{C_t}}{ЧД_{C_{t+1}} - ЧД_{C_t}} \quad (5.28)$$

$$T_D = 2 - \frac{-27868,7}{10641,9 - (-27868,7)} = 2,72$$

5.9 Основные технико-экономические показатели проекта

Итоги расчетов сводятся в таблицу 5.16, которая помещается в расчетно-пояснительной записке курсового проекта.

Таблица 5.16 - Основные технико-экономические показатели проекта

№ п/п	Наименование показателей	Значения показателей по вариантам	
		базовый	проектный
1	Технические показатели:		
	Время одной плавки, мин	56	50
	Количество плавов в год, раз	7965	9021
	Годовой объем выпуска продукции, т годного металла	764317	960465
	т металлозавалки	1087222	1231366
	т жидкого металла	795846	991249
2	Экономические показатели:		
	Капиталовложения, руб.	X	119308,2
	Дополнительная годовая прибыль, руб.	X	54106,9
	в том числе за счет	X	
	- снижения затрат на электроэнергию	X	61145,36
	- снижения затрат на энергоносители	X	1088984,6
	- снижения затрат на оплату труда	X	519735,56

Продолжение таблицы 5.16

	- на амортизацию	X	-23693,83
	Материалоемкость, руб./т годного	594,46	
	Энергоемкость, руб./т годного	26,23	25,66
	Производительности труда, т годного металла/чел	4392,6	5488,3
	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	X	2,2
	Рентабельность капитальных вложений, %	X	45,3
	Динамические показатели эффективности	X	
	-коэффициент рентабельности инвестиций	X	1,08
	- внутренняя норма рентабельности, %	X	19,9
	-динамический срок окупаемости инвестиций, лет	X	2,72

Технико-экономические показатели данного проекта показали, что реконструктивные мероприятия в ЭСПЦ-1 имеют положительный эффект. Средняя длительность плавки сократилась на 6 минут, а количество плавков в год увеличилось на 1056 плавки, что позволит увеличить производительность.

Рентабельность капитальных вложений составляет 45,3 %, что является хорошим результатом внедрения предложенной системы интенсификации процесса плавки. Прогнозируемый срок окупаемости инвестиций 2,2 года.