

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра металлургии, сварочного производства и методики
профессионального обучения

ПРОЕКТ ЦЕХА ЛИТЬЯ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ
ПО ПРОИЗВОДСТВУ ОТЛИВОК ИЗ СТАЛИ С ГОДОВЫМ
ВЫПУСКОМ 4500 тонн

Екатеринбург
2016

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»
Институт инженерного и профессионального образования
Кафедра металлургии, сварочного производства и методики
профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой МСП
_____ Б.Н. Гузанов
«___» _____ 2016г.

ПРОЕКТ ЦЕХА ЛИТЬЯ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ
ПО ПРОИЗВОДСТВУ ОТЛИВОК ИЗ СТАЛИ С ГОДОВЫМ
ВЫПУСКОМ 4500 тонн

Выпускная квалификационная работа бакалавра
по направлению 44.03.04 Металлургия

Идентификационный код ВКР:

Исполнитель:

студент группы МП–501

П.С. Крымский

Руководитель:

Старший преподаватель
кафедры МСП

М. В. Ведерников

Нормоконтролер:

профессор кафедры МСП,
канд.техн.наук, доцент

Ю. И. Категоренко

Екатеринбург
2016

РЕФЕРАТ	5
ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ.....	8
1. 1 Структура цеха литья по выплавляемым моделям.....	8
1. 2 Производственная программа.....	8
1. 3 Режим работы и фонды времени	12
1. 4 Расчет производственных отделении цеха.....	14
1. 4. 1 Плавильное отделение	14
1. 4. 2 Модельное отделение	16
1. 4. 3 Прокалочно – заливочное отделение	20
1. 4. 4Термообрубное отделение.....	20
1. 5 Расчет шихты.....	21
1. 6 Расчет складов	24
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	26
2. 1 Технологический процесс изготовления отливки методом ЛВМ	26
2. 1. 1 Поэтапное проведение работы по технологическому процессу ...	26
2. 1. 2 Характеристика отливки	28
2. 1. 3 Материл отливки и его свойств	28
2. 1. 4 Химический состав	32
2. 1. 5 Проектирование и изготовление пресс-формы.....	32
2. 1. 6 Припуски на механическую обработку	33
2. 1. 7 Определение величины формовочных уклонов	33
2. 1. 8 Расчет литниковой системы.....	33
2. 2 Комплексная автоматизация процесса.....	37
2. 2. 1 Комплексная автоматическая линия приготовления суспензии...	37
2. 2. 2 Автоматическая линия изготовления оболочек.....	38
2. 2. 3 Автомат изготовления оболочек	39
2. 2. 4 Механизированная поточная линия заформовывания оболочек, прокаливания заливки форм, охлаждения и выбивки отливок конструкции.....	39

2. 2. 5 Автоматическая линия очистки отливок от оболочки и отделения отливок от стояка конструкции	40
2. 2. 6 Полуавтоматическая установка для обрубки питателей конструкции.....	42
2. 2. 7 Контроль качества отливки осуществляем следующими ме-тодами	43
3 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	44
3. 1 Расчёт численности рабочих.....	44
3. 2 Организация и планирование заработной платы.....	51
3. 3 Определение основного фонда заработной платы	52
3. 4 Отчисления на социальные нужды	57
3. 5 Затраты на возведения здания цеха.....	58
3. 6 Затраты на приобретение, монтаж оборудования и подъемно-транспортных механизмов.	58
3. 7 Расчет суммы амортизационных отчислений и отчислений в фонд ремонта и эксплуатации оборудования	62
3. 8 Определение затрат и планирование себестоимости	62
4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	68
4. 1 Безопасность труда	68
4.1.1 Идентификация опасных и вредных производственных факторов	68
4.1.2 Микроклимат	69
4.1.3 Тепловое излучение	71
4.1.4 Запылённость, загазованность	72
4.1.5 Вентиляция, отопление.....	72
4.1.6 Производственное освещение.....	74
4.1.7 Защита от шума	76
4.1.8 Защита от вибрации	79
4.1.9 Электробезопасность	80
4. 2 Пожарная безопасность	82
5 ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	84
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	86
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	87

РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 85 листов машинописного текста, 2 рисунка, 37 таблицы, 8 источников литературы, графическую часть на пяти листах формата А1.

В дипломном проекте разработана система организации технологического процесса изготовления отливок из сталей методом литья по выплавляемым моделям с годовым выпуском 4500 тонн.

Произведен расчет основных отделений литейного цеха и выбор технологического оборудования для производства отливок.

В экономической части произведены расчеты по организации труда и заработной платы, себестоимость одной тонны годных отливок, коммерческая эффективность проекта.

Рассмотрены вопросы безопасности труда производственных рабочих и охраны окружающей среды.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОТЛИВКА, ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ МОЩНОСТЬ, СЕБЕСТОИМОСТЬ, ОХРАНА ПРИРОДЫ, ОХРАНА ТРУДА, ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТА, ЛИТЬЕ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ, ЭТИЛСИЛИКАТ, ИНДУКЦИОННАЯ ПЕЧЬ, ПРЕСС-ФОРМА, ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦЕХА.

					44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

ВВЕДЕНИЕ

Метод литья по выплавляемым моделям, благодаря преимуществам по сравнению с другими способами изготовления отливок, получил значительное распространение в машиностроении и приборостроении.

Промышленное применение этого метода обеспечивает получение из любых литейных сплавов сложных по форме отливок массой от нескольких граммов до десятков килограммов со стенками, толщина которых в ряде случаев менее 1 мм, с шероховатостью от $Rz=1,25$ мкм (ГОСТ 2789-73) и повышенной точностью размеров (до 9-10-го квалитетов по СТ СЭВ 144-75).

Указанные возможности метода позволяют максимально приблизить отливки к готовой детали, а в ряде случаев получить литую деталь, дополнительная обработка которой перед сборкой не требуется. Вследствие этого резко снижаются трудоемкость и стоимость изготовления изделий, уменьшается расход металла и инструмента, экономятся энергетические ресурсы, сокращается потребность в рабочих высокой квалификации, в оборудовании, приспособлениях, производственных площадях. Применение литья по выплавляемым моделям открывает перед конструкторами возможности проектировать сложные тонкостенные конструкции, объединять различные детали в компактные цельнолитные узлы, уменьшая массу и габариты изделия, создавать детали (например, охлаждаемые лопатки со сложными лабиринтными полостями газового тракта), невыполнимые каким-либо другим методом обработки. Вследствие химической инертности и высокой огнеупорности оболочек форм, пригодных для нагрева до температур, превышающих температуру плавления заливаемого сплава, создается возможность эффективно использовать методы направленной кристаллизации, управлять процессом затвердевания для получения, например, герметичных прочных тонкостенных точных отливок, либо монокристаллических деталей с высокими эксплуатационными свойствами.

Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса изготовления отливок из стальных сплавов способом литья по выплавляемым моделям с годовым выпуском 4,5 тыс. тонн.

Для достижения целей нам было необходимо решить следующие задачи

- рассчитать производственную программу цикла;

					44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

- выбрать режим работы цеха и рассчитать фонды времени
- рассчитать производственные отделения цеха;
- разработать новую технологию изготовления отливок «Кронштейн»;
- выполнить экономические расчеты;
- провести расчет производственных мощностей с учетом требованиями к безопасности и экологичности проекта.

					44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

1. ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ

1.1. Структура цеха литья по выплавляемым моделям

Цехи литья по выплавляемым моделям различают по роду сплава, массе отливок, объему производства, серийности, степени механизации.

Проектируемый цех литья по выплавляемым моделям относится к цехам:

- по виду литейного сплава;
- по массе отливок: мелкого литья;
- по объему производства: со средним выпуском;
- по серийности производства: крупносерийного производства;
- по степени механизации: механизированный.

В состав цеха входят производственные отделения и склады.

К производственным отделениям, где выполняется технологический процесс изготовления отливок, относятся следующие:

- плавильное отделение;
- модельное отделение;
- отделение изготовления оболочки формы;
- прокалочно-заливочное отделение;
- термо-обрубное отделение;

К вспомогательным относят следующие отделения:

- склад шихты и формовочных материалов;
- ремонта технологической оснастки
- мастерские механика и энергетика

К складам относят закрытые склады шихтовых, вспомогательных материалов, готовых отливок.

1.2. Производственная программа

Производственная программа служит основным документом, на основе которого осуществляется проектирование цеха.

Проектом цеха литья по выплавляемым моделям предусмотрено:

					44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

- годовой выпуск годного литья 4500 тонн в год;
- специализация на производстве

Производственная программа составляется на основе маркетинговых исследований по наличию на рынке неудовлетворенного спроса на отливки. Расчет производственной программы производится по технологическим картам отливок, представленных в производственной программе, и их серийности.

					44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

Таблица 1. 1 – Производственная программа

№ п/п	наименование	группа отливок	Сплав	масса без лпс, кг	масса с лпс, кг	количество моделей в пресс-форме, шт	количество запрессовок	число в модельном блоке, шт	Кол-во слёв облоочки	Число блоков на программу, шт	масса модельного состава, кг			масса суспензии на программу, кг	масса песка на программу, кг	количество отливок на программу, шт	масса без лпс на программу, кг	масса с лпс на программу, кг
											на 1 модель	на 1 блок	на программу					
1	Кронштейн	0,02-0,04	35Л	0,02	0,11	6	1083333	120	6	81250	0,0051	0, 28	15600	312000	507000	8666666	260000	764705,88
2	Переходник	0,04-0,06	35Л	0,04	0,16	6	625000	90	6	62500	0,0102	0, 37	15750	306000	585000	5000000	300000	750000
3	Ручка	0,1-0,2	35Л	0,21	0,40	4	270834	30	6	54166	0,03	0, 25	9450	196560	390000	1444444	260000	541666,66
4	Кожух	0,2-0,6	35Л	0,26	0,47	4	171874	30	6	34375	0,0405	0, 30	6952	135960	330000	916666	220000	415094,34
5	Кронштейн	0,6-1,5	35Л	0,48	0,81	4	139534	15	6	55813	0,0735	0, 25	9600	182400	480000	744186	320000	561403,5
6	Крышка	1,5-2,0	35Л	0,64	1,03	2	198112	15	6	39622	0,09	0, 31	8400	159600	420000	528302	280000	491228,08
7	Вилка	2,0-2,5	35Л	0,84	1,51	2	105769	9	7	35256	0,1335	0, 28	6600	156750	330000	282052	220000	385964,92
8	Основание	2,5-3,0	35Л	1,79	1,89	1	154639	9	7	25773	0,165	0, 34	6000	142500	300000	206186	200000	350877,2
9	обтекатель	3,0-3,5	35Л	2,32	3,98	1	58695	3	7	29347	0,3915	0, 27	5400	128250	270000	78260	180000	315789,48
10	переходник	3,5-4,0	35Л	1,71	2,89	1	91666	9	7	15277	0,3075	0, 64	6600	156750	330000	122222	220000	385964,92
11	державка	4,0-4,5	35Л	2,16	3,68	1	78571	9	7	13095	0,3585	0, 75	7920	156750	330000	104762	220000	385964,92
12	колосник	4,5 и более	35Л	2,69	4,56	1	46153	9	7	7692	0,444	0, 93	4800	114000	240000	61538	160000	280701,76
13	корпус	4,5 и более	35Л	3	5,09	1	51724	9	7	8620	0,495	1,05	6000	171000	300000	68966	200000	350877,2
14	вилка	4,5 и более	35Л	3,4	5,26	1	40000	9	7	6666	0, 511,	1,08	4800	136800	160000	53334	160000	280701,76
15	корпус золотника	4,5 и более	35Л	3,35	5,96	1	30882	9	7	5146	0, 579	1,23	4200	119700	210000	41176	140000	245614,04

Окончание таблицы 1. 1

16	стойка правая	4,5 и более	35Л	3,5	6,14	1	40714	9	7	6786	0, 597	1,26	5700	162450	285000	54286	19000	333333,34
17	гайка	4,5 и более	35Л	3,8	6,67	1	39474	9	10	6579	0, 648	1,36	6000	171000	300000	52632	200000	350877,2
18	защелка	4,5 и более	35Л	3,89	7,02	1	35250	9	10	5875	0, 682	1,44	5640	187530	282000	47000	188000	329824,56
19	шків	4,5 и более	35Л	4,16	7,37	1	25000	9	10	4167	0, 715	1,51	4200	139650	210000	33334	140000	245614,04
20	полумуфт а	4,5 и более	35Л	4,47	7,89	1	26667	9	10	4444	0, 766	1,62	4800	159600	240000	35556	160000	280701,76
21	вилка	4,5 и более	35Л	4,82	8,25	1	22341	9	10	3723	0, 801	1,69	4200	139650	210000	29788	140000	245614,04
22	корпус	4,5 и более	35Л	4,73	8,42	1	25000	9	12	4167	0, 819	1,72	4800	182400	240000	33334	160000	280701,76
23	крышка	4,5 и более	35Л	5	8,77	1	27000	9	12	4500	0, 852	1,8	5400	205200	270000	36000	180000	315789,48
24	переходни к	4,5 и более	35Л	5,11	9,12	1	24519	9	12	4086	0, 886	1,87	5100	193800	255000	32692	170000	298245,62
25	гайка	4,5 и более	35Л	5,32	9,30	1	18679	9	12	3112	0, 903	1,90	3960	150480	198000	24906	132000	231578,94
Итого:				67,32	124,47	Итого:	3431436	Итого:		522046	11,307	24,60	166552	4266780	7752000	1869828 6	5000000	8784846,6

1.3. Режим работы и фонды времени

В литейных цехах применяют два режима работы: последовательный (ступенчатый) и параллельный.

Для нашего цеха выбираем параллельный режим работы в две смены при пятидневной рабочей неделе, третью смену отводим для поддержания режимов работы печей термообработки и для проведения профилактики и ремонтов, чтобы обеспечить непрерывность работы литейного оборудования.

При выборе режима работы проектируемого цеха необходимо обратить внимание на требования охраны труда, которые допускают в общем, неизолированном помещении производить формовку, сборку, операции по заливке, выбивке литья, обрубке и приготвлению смесей.

Вредные операции с большим выделением газов, пыли, шума, других вредных и опасных факторов необходимо изолировать от помещения с менее вредными условиями труда.

Фонды времени рассчитываются, исходя из существующих законов о выходных и праздничных днях, продолжительности рабочего дня и количестве смен. Определяются фонды времени работы оборудования и персонала. При расчетах используют номинальный и действительные фонды времени. Номинальный фонд времени T_n (в часах) рассчитывается по формуле:

$$T_n = (366 - P) \cdot C \cdot Ч$$

Где P – число выходных и праздничных дней в году

C – количество смен

$Ч$ – продолжительность работы смены

$$T_n = (366 - (52 \cdot 2 + 9)) \cdot 2 \cdot 8 = 4032 \text{ ч.}$$

Действительный фонд времени работы оборудования рассчитывается с учетом коэффициента потерь рабочего времени K_n по формуле:

$$T_d = T_n (1 - K_n) = 4032 \cdot (1 - 0,12) = 3548 \text{ ч} - \text{ для индукционной печи;}$$

$T_d = T_n (1 - K_n) = 4032 \cdot (1 - 0,08) = 3709 \text{ ч}$ - для автоматизированного оборудования;

$T_d = T_n(1 - K_n) = 4032 \cdot (1 - 0,06) = 3790$ ч - для механизированного оборудования.

Коэффициент потерь времени работы оборудования в основном обусловлен его простоями из-за поломок и, следовательно, зависит от интенсивности эксплуатации. Для индукционной печи, работающей в 2-х сменном режиме K_n равен 0,12, для технологического оборудования среднего литья – 0,08, для механизированного – 0,06.

					44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

1.4. Расчет производственных отделении цеха

1.4.1. Плавильное отделение

В плавильном отделении осуществляется плавка легированных сплавов. В данном производстве будем использовать индукционную электропечь, так как в проектируемом цехе довольно узкий выбор сплавов, а так же она является сравнительно экологичной, потому что использует электрическую энергию.

Индукционная печь

Таблица 1,2. – Технические характеристики индукционной печи

Модель	СНО-6-4-12/10М1	
Объем (тонн)	0,30	
Мощность (кВт)	250	
Частота (кГц)	1	
Напряжение питания (В)	380	
Выплавка стали (при 650 °С)	Производительность (т/ч)	0,300
	Расход энергии (кВт·т/час)	800
Объем охлаждающей воды (м ³ /час)	3	
Габаритные размеры (мм)	2100×1580×1740	

$$n = \frac{Q \cdot T}{T_d \cdot V}, \text{шт}$$

где Q – годовая потребность в металле, т;

T – один такт времени работы печи, ч;

n – количество печей, т;

V – ёмкость печи, т;

T_д – действительный фонд времени, ч.

$$n = \frac{4264 \cdot 0.82}{3548 \cdot 0.30} = 3,83$$

Принимаем количество печей равное 4.

Коэффициент загрузки рассчитываем по формуле:

$$K_3 = \frac{Q \cdot T}{(T \cdot V \cdot n)}$$

где Q – годовая потребность в металле, т;

T – один такт времени работы печи, ч;

V – ёмкость печи, т;

T_д – действительный фонд времени, ч;

n – количество печей, шт.

$$K_3 = \frac{4974 \cdot 0,82}{(3548 \cdot 0,30 \cdot 4)} = 0,95$$

Выбор и расчет парка ковшей

Для приема металла из печи ёмкостью 0,30 т, транспортировки его к месту расположения форм и заливке легированных сплавов в формы используется чайниковый ковш ёмкостью 100 кг.

Расчет ковшей, одновременно работающих, проводим по формуле:

$$N = \frac{q \cdot N_n \cdot T}{60 \cdot m},$$

где q – производительность плавильной печи, т/ч;

T – время оборота ковша, мин;

N_n – число одновременно работающих печей, шт;

m – ёмкость ковша, т.

$$N = \frac{0,30 \cdot 4 \cdot 10}{60 \cdot 0,1} = 2 \text{ шт}$$

Принимаем 2 ковша – это одновременно работающих ковшей, четыре ковша в ремонте, общее количество ковшей – восемь. Остальные два ковша в запасе.

Таблица 1,3 – Парк ковшей

Ёмкость ковша, кг	Число одновременно работающих ковшей, шт	Число ковшей на ремонте, шт	Запас ковшей	Общее количество ковшей, шт
100	2	4	2	8

1.4.2. Модельное отделение

Годовое потребление модельного состава составляет: 88050 кг.

Плотность модельного состава 890кг/м³.

Рассчитываем объем модельного состава:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{88050}{890} = 98,93$$

где V – объем модельного состава, м³;

m – масса модельного состава, кг;

ρ – плотность модельного состава, кг/м³.

Рассчитаем необходимое оборудование для приготовления модельного состава:

$$q = \frac{V}{\Phi \cdot n} = \frac{82,93}{3548 \cdot 0,025} = 0,93$$

где V – объем модельного состава, м³;

Φ_d – действительный фонд времени;

n – производительность, запрессовок/час.

Рассчитаем коэффициент загрузки данного оборудования по формуле:

$$K_z = \frac{0,93}{1} \cdot 100\% = 93\%$$

Плавильный агрегат предназначен для расплавления твердого модельного состава и подачи его в бак, состоит из плавильного бака, двух фильтров, сборника и центробежного насоса. Расплавление твердого модельного состава осуществляется паром, подаваемым в два коллектора. Стенки плавильного бака обогреваются паром, снаружи имеют теплоизоляцию. Сборник обогревается горячей водой.

Бак предназначен для накопления и стабилизации расплавленного модельного состава перед его подачей в шестеренчатую мешалку мазеприготовительного агрегата.

Мазеприготовительный агрегат предназначен для преобразования модельного состава в пастообразное состояние, а также для подачи готовой

					44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

пасты под заданным давлением к установкам для изготовления моделей. Этот агрегат состоит из смонтированных на сварной раме шестеренчатой мешалки, сборника, блока раздачи, двух пневмонасосов двойного действия. Мешалка представляет собой десять попарно расположенных шестеренчатых насосов, причем каждая пара вращается в сторону, противоположную предыдущей. Наличие полостей в корпусе позволяет либо разогреть мешалку перед работой водой от насосно-нагревательных станций, либо охлаждать во время работы подачей холодной воды. Привод мешалки состоит из электродвигателя, клиноременной передачи и редуктора. Для получения различных режимов работы мешалки предусмотрены две пары запасных шкивов.

Насосно-нагревательная станция предназначена для нагрева воды до заданной температуры и подачи ее в обогревательные рубашки узлов и агрегатов установки с целью поддержания стабильной температуры модельного состава. Станция состоит из бака с теплоизолированными стенками, трубчатых электронагревателей и двух центробежных насосов.

Таблица 1,4 — Оборудование для приготовления модельного состава мод. 651

	651	652А
Наибольшая производительность, л/ч	63	500
Наибольшее давление в магнепроводе, МПа	1	
Температура модельной пасты на выходе, °С	40-60	
Содержание воздуха в модельной пасте, %	0-20	
Температура воды в насосно-нагревательной станции, °С	40-90	
Давление пара, МПа	0,11-0,14	
Температура пара, °С	100-110	
Расход:		
пара, кг/ч	25	50
сжатого воздуха, м ³ /ч	0,5	2
воды, м ³ /ч	1	4
Мощность нагревателей, кВт	24	96

Установленная мощность общая, кВт	34,1	133,1
Габаритные размеры, мм:		
длина	7600	21350
ширина	2700	5620
высота	1850	2410
Масса, кг	4900	22200

Рассчитаем количество шприц-машин для запрессовки модельного состава:

$$q = \frac{v}{\Phi \cdot n} = \frac{1325741}{3548 \cdot 180} = 1,9$$

где Q – количество запрессовок на программу;

Φ_d – действительный фонд времени;

n – производительность, запрессовок/час.

Рассчитаем коэффициент загрузки данного оборудования по формуле:

$$K_3 = \frac{1,9}{2} \cdot 100\% = 90\%$$

Гидролизер для приготовления связующего раствора на этилсиликате.

Масса суспензии на этилсиликате равна 682,140 т.

Произведем расчет объема суспензии плотность этилсиликата – 40 равна 1060 кг/м³

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{642120}{1060} = 605,7$$

где m – масса модельного состава, кг;

ρ – плотность этилсиликата, кг/м³.

Рассчитаем количество данного оборудования:

$$q = \frac{V}{\Phi \cdot n} = \frac{621,2}{3548 \cdot 0,125} = 1,4$$

где V – объем суспензии этилсиликата – 40 на готовую программу;

Φ_d – действительный фонд времени;

n – производительность, м³/час.

Рассчитаем коэффициент загрузки данного оборудования по формуле:

$$K_3 = \frac{1,4}{2} \cdot 100\% = 70\%$$

Определим количество роботизированных комплексов для нанесения огнеупорного покрытия модельного блока:

$$q = \frac{V}{\Phi \cdot n} = \frac{273162}{3548 \cdot 41} = 1,8$$

где Q – число блоков на программу, шт.;

Φ_d – действительный фонд времени;

n – количество загружаемых блоков.

Рассчитаем коэффициент загрузки данного оборудования по формуле:

$$K_3 = \frac{1,8}{2} \cdot 100\% = 80\%$$

Рассчитаем количество оборудования для выплавки модельного состава:

$$q = \frac{Q}{\Phi \cdot n} = \frac{273162}{3548 \cdot 90} = 0,85$$

где Q – число блоков на программу, шт.;

Φ_d – действительный фонд времени;

n – количество загружаемых блоков.

$$K_3 = \frac{0,85}{1} \cdot 100\% = 85\%$$

1.4.3. Прокально – заливочное отделение

В этом отделении будет проходить прокатка и заливка оболочковых форм. Мы выбрали следующее оборудование, которое понадобится нам для всех технологических операций характерных для данного отделения:

					44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

Рассчитаем количество данного оборудования:

$$q = \frac{Q}{\Phi \cdot n} = \frac{273162}{3548 \cdot 85} = 0,90$$

где Q – число блоков на программу, шт.;

Φ_d – действительный фонд времени;

n – количество загружаемых блоков.

Рассчитаем коэффициент загрузки данного оборудования по формуле:

$$K_3 = \frac{0,90}{1} \cdot 100\% = 90\%$$

1.4.4. Термо – обрубное отделение

$$q = \frac{Q}{\Phi \cdot n} = \frac{273162}{3548 \cdot 100} = 0,76$$

Рассчитаем коэффициент загрузки данного оборудования по формуле:

$$K_3 = \frac{0,76}{1} \cdot 100\% = 76\%$$

Рассчитаем количество данного оборудования:

$$q = \frac{m}{\Phi \cdot n} = \frac{1900000}{3548 \cdot 300} = 1,78$$

где m – масса без литниково питающей системы на программу, кг,

Φ_d – действительный фонд времени;

n – производительность; кг/час.

Рассчитаем коэффициент загрузки данного оборудования по формуле:

$$K_3 = \frac{1,78}{2} \cdot 100\% = 89\%$$

Рассчитаем количество гидравлического прессы

					44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

$$q = \frac{m}{\Phi \cdot n} = \frac{273162}{3548 \cdot 100} = 0.76$$

где Q – число блоков на программу, шт.;

Φ_d – действительный фонд времени;

n – количество загружаемых блоков.

Рассчитаем коэффициент загрузки данного оборудования по формуле:

$$K_3 = \frac{0,76}{1} \cdot 100\% = 76\%$$

Рассчитаем количество однотипных печей:

$$n = \frac{M}{T \cdot Q}$$

где M – масса отливок на годовую программу, т;

T_d – действительный фонд времени, ч;

Q – производительность печи, т/ч;

$$n = \frac{4500}{3548 \cdot 0,30} = 3,92$$

Рассчитаем коэффициент загрузки данного оборудования по формуле:

$$K_3 = \frac{3,92}{4} \cdot 100\% = 98\%$$

1. 5 Расчет шихты

Производим расчет шихты для среднеуглеродистой стали 25Л.

Таблица 1.5. – Массовая доля элементов

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0.32 - 0.4	0.17 - 0.37	0.5 - 0.8	до 0.3	до 0.04	до 0.035	до 0.25	до 0.3	до 0.08

Определим массу элементов в шихте:

					44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

$$C_{III} = \frac{0,35 \cdot 100}{100 - 3} = 0,36 \text{ кг};$$

$$Si_{III} = \frac{0,32 \cdot 100}{100 - 3} = 0,32 \text{ кг};$$

$$Mn_{III} = \frac{0,6 \cdot 100}{100 - 3} = 0,61 \text{ кг};$$

$$S_{III} = 0,04 \text{ кг};$$

$$P_{III} = 0,035 \text{ кг}.$$

Определим угар компонентов:

$$Y_c = 0,36 - 0,32 = 0,04 \text{ кг};$$

$$Y_{Si} = 0,32 - 0,04 = 0,02 \text{ кг};$$

$$Y_{Mn} = 0,61 - 0,59 = 0,02 \text{ кг};$$

$$Y_S = 0 \text{ кг};$$

$$Y_P = 0 \text{ кг};$$

$$Y_{Fe} = \frac{(100 - 0,31 - 0,3 - 0,6 - 0,035 - 0,04) \cdot 0,25}{100} = 0,24$$

Возврат носит:

$$C = \frac{0,25 \cdot 42,29}{100,27} = 0,10 \text{ кг};$$

$$S = \frac{0,4 \cdot 42,29}{100,27} = 0,16 \text{ кг};$$

$$Mn = \frac{0,7 \cdot 42,29}{100,27} = 0,29 \text{ кг};$$

$$S = \frac{0,45 \cdot 42,29}{100,27} = 0,18 \text{ кг};$$

$$P = \frac{0,035 \cdot 47}{100,27} = 0,016 \text{ кг}.$$

Стальной лом вносит:

$$C = \frac{0,29 \cdot 57}{100,27} = 0,16 \text{ кг};$$

$$Si = \frac{0,3 \cdot 57}{100,27} = 0,17 \text{ кг};$$

$$Mn = \frac{0,7 \cdot 57}{100,27} = 0,39 \text{ кг};$$

$$S = \frac{0,04 \cdot 57}{100,27} = 0,02 \text{ кг};$$

$$P = \frac{0,035 \cdot 57}{100,27} = 0,01 \text{ кг}.$$

Внесено возвратом и стальным ломом:

$$C = 0,11 + 0,17 = 0,28 \text{ кг};$$

$$Si = 0,13 + 0,23 = 0,36 \text{ кг};$$

$$Mn = 0,3 + 0,4 = 0,7 \text{ кг};$$

$$S = 0,02 + 0,02 = 0,04 \text{ кг};$$

$$P = 0,02 + 0,02 = 0,04 \text{ кг}.$$

Необходимо внести:

$$C = 0,27 - 0,28 = -0,01 \text{ кг};$$

$$Si = 0,31 - 0,36 = -0,05 \text{ кг};$$

$$Mn = 0,72 - 0,7 = 0,02 \text{ кг}.$$

Для доводки химического состава по марганцу введем в расплав ферромарганец ФМн90(РБ) по ГОСТ 4755-91. Определим необходимое количество ферромарганца:

$$\frac{0,02 \cdot (100 - 3)}{90} = 0,02 \text{ кг}.$$

Ферромарганец внесет:

					44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

$$C = \frac{0,5 \cdot 0,02}{100} = 0 \text{ кг};$$

$$Si = \frac{1,8 \cdot 0,02}{100} = 0 \text{ кг};$$

$$Mn = \frac{90 \cdot 0,02}{100} = 0,02 \text{ кг};$$

$$S = \frac{0,5 \cdot 0,02}{100} = 0 \text{ кг};$$

$$P = \frac{0,3 \cdot 0,02}{100} = 0 \text{ кг}.$$

1. 6 Расчет складов

Периодичность поставок сырья вычисляется по формуле:

$$T = \frac{Q}{B},$$

где Q – количество запасов сырья на складе;

B – ежедневный расход материала в производстве.

Критический уровень запасов равняется количеству запасов сырья на складе, так как поставка идет около трех суток. Поэтому поставки производятся каждые трое суток.

Таблица 1.6. – Запасы материалов

Материал	Запас на складе Q, т	Суточный расход, т	Периодичность поставок, т/сут.	Критический уровень запасов Qкр, т	Цена, тыс. руб./т	Стоимость запаса, тыс. руб.
1. Возврат	97,5195	35,1348	9,0000	97,5195		
1. Стальной лом	156,3336	46,1325	9,0000	156,3336	6,0000	938,0016
2. Ферромарганец	0,0732	0,0222	9,0000	0,0732	0,0200	0,0012
3. Модельный состав ПС 50:50	5,8623	1,6782	9,0000	5,8623	50,0000	293,1156
4. Кварцевый песок	112,3914	39,4638	9,0000	112,3914	0,3500	39,3369

5. Раствор этилсиликата	64,3281	23,4525	9,0000	64,3281	0,2500	16,0818
-------------------------	---------	---------	--------	---------	--------	---------

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Разработка технологии

В данной дипломной работе разрабатываем технологию изготовления литой детали «Кронштейн» методом точного литья. Производство крупносерийное, механизированное.

Отливка изготавливается из стального сплава марки 35ХГСЛ

Технологический процесс и оборудование. Выбор технологического процесса и оборудования является определяющим, главным в проектировании цеха. Технологический процесс и оборудование должны обеспечивать получение отливок нужного качества с наименьшими трудовыми и материалами затратами.

На рисунке приведена схема технологического процесса, который можно принимать за основу для технологической части проекта, с распределением операции по отделениям цеха. Характеристики оборудования и рекомендации по его применению приводятся в каталогах на литейное оборудование, раздел «Литье по выплавляемым моделям».

2.1.1. Поэтапное проведение работы по технологическому процессу

Таблица 2.2 — Поэтапное проведение работы

№ работы	№ инструкции	Этап проведения работы
1	№57	Подготовка огнеупорных материалов
2	№271	Приготовление модельного состава
3	№286	Изготовление выплавляемых моделей

4	№286	Зачистка на модели
5	№286	Изготовление литниковой системы
6	№286	Сборка моделей в блоки
7	№254	Приготовление составляющих огнеупорного покрытия
8	№254	Приготовление огнеупорного покрытия
9	№254	Нанесение огнеупорного покрытия на блоки
10	№254	Сушка блоков в парах аммиака и на воздухе
11	№254	Вплавление модельного состава
12	№146	Прокалка форм по выплавляемым моделям
13	№146	Формовка форм по выплавляемым моделям
14	№146	Подготовка шихтовых материалов
15	№146	Подготовка плавильного и раздаточного агрегата к плавке
16	№146	Плавка металла
17	№146	Заливка форм по выплавляемым моделям
18	№146	Выплавка отливок
19	№15	Очистка отливок от огнеупорной корки
20	№15	Отрезка отливок от стояка
21	№15	Зачистка отливок
22	№57	Нормализация
23	№54	Очистка отливок
24	№41	Исправление дефектов отливки

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

44.03.04

Лист

26

Расшифровка инструкции:

№13 - для стропальщика

№57 - для термистов работающих на электронных печах

№271 - для работающих на установке мод 651 по приготовлению модельной массы

№286 - для формовщика по выплавляемым моделям

№254 - для работающих на обмазке модельных блоков их обсыпке и вытопке модельного состава

№146 для плавильщика и заливщика металла на участке точного литья

№15 для обрубщика литья

№57 для термистов работающих на электронных печах

№41 для электросварщиков ручной и полуавтоматической сварки

2.1.2. Характеристика отливки

В данном дипломном проекте рассмотрено изготовление отливки «Кронштейн»

Деталь имеет габариты 126 106 72. Преобладающая толщина стенки 4 мм.

Данная деталь испытывает статические нагрузки.

2.1.3. Материал отливки и его свойств

Отливка «Кронштейн» изготавливается из легированного сплава марки 35ХГСЛ.

Назначение: используется в трамвае при сборке ходовой части трамвайной тележки. Предназначена для передачи тормозного усилия гидроцилиндрам.

Особенности стали 35: при изготовлении высокоточных металлических деталей основное место занимает механическая обработка резанием. В результате обработки резанием на поверхности изделий возникает

					44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

пластически деформированный (наклепанный) слой. Последний аккумулирует около 3% энергии, затрачиваемой на его образование, которая расходуется на накопление искажений и дефектов кристаллической решетки. Наличие на поверхности изделий наклепанного слоя с нестабильной структурой и большим уровнем внутренних напряжений, зачастую существенно превышающим величину предела текучести неупрочненного материала, может приводить к значительному изменению размеров во времени, что особенно характерно для изделий сложной конфигурации и малой жесткости.

За счет рационального отжига наклепанного слоя можно значительно повысить сопротивление микропластическим деформациям и размерную стабильность тонкостенных деталей приборов. С этой целью произведена оценка изменения величины макронапряжений в поверхностном слое и исследовано влияние дорекристаллизационного отжига (отдыха) на сопротивление микропластическим деформациям, распространенных в приборостроении конструкционных сталей и сплавов после механической обработки резанием. Напряжения в наклепанном обработкой резанием слое определяли методом послойного стравливания поверхности образца.

Предел упругости сталей и сплавов после механической обработки резанием в зависимости от температуры дорекристаллизационного отжига изменяется по кривой с максимумом. Температурный интервал максимальных значений предела упругости при отжиге механически обработанных образцов составляет для конструкционной углеродистой стали 350-400° С, для аустенитной стали 450° С, для медных сплавов 230-280° С, для титановых сплавов 500-600° С, для дюралюминия в закаленном и искусственно состаренном состоянии - 200° С. Таким образом, оптимальный отжиг после механической обработки обеспечивает повышение предела упругости различных по природе и структурному состоянию сплавов от 1,5 до 4 раз. Весьма активно возрастает предел упругости при отпуске механически обработанных образцов из закаленной высокоуглеродистой стали.

Таблица 2.3. - Механические свойства

Термообработка	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$ (МПа)	σ_B (МПа)	δ_5 (%)	ψ %	KCU (Дж / см ²)	НВ, не более
Нормализация	300-500	195	195	390	20	45	49	111-156

Нормализация	500-800	215	215	215	18	38	44	123-167
	100-300				20	48	49	
	300-500				18	40	44	
	500-800				16	35	39	
	До 100				2	48	49	
Закалка. Отпуск	100-300	245	245	470	19	42	39	143-179
	300-500	275	275	530	17	35	34	
	До 100				20	40	44	
	100-300				17	38	34	
	До 100	315	315	570	17	38	39	167-207

Таблица 2.4. - Механические свойства зависимости от температуры отпуска

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$ (МПа)	σ_B (МПа)	δ_5 (%)	ψ %	KCU (Дж / см ²)	НВ
Заготовка диаметром 60 мм, закалка 850 °С в воду						
200	600	760	13	60	29	226
300	560	735	14	63	29	212
400	520	690	15	64	98	200
500	470	660	17	67	137	189
600	410	620	18	71	176	175
700	340	580	19	73	186	162

Таблица 2.4. - Механические свойства при повышенных температурах

Механические свойства стали 35 при повышенных температурах						
Температура испытаний, °С	Состояние стали, условия испытания	$\sigma_{0,2}$ (МПа)	σ_B (МПа)	δ_5 (%)	ψ %	KCU (Дж / см ²)
200	Горячекатаное состояние	300	580	9	39	78
300		205	580	21	52	69
400		185	500	23	64	59
500		145	350	24	70	39
600		78	195	35	83	69
700		100	150	34	75	---
800		69	110	56	100	---

900		55	74	54	100	---
1000		30	51	69	100	---
1100		21	39	74	100	---
1200		15	27	85	100	---
1300		18	23	58	100	---

Таблица 2.5. - Предел выносливости

σ_{-1} , МПа	J-1, МПа	Состояние стали и термообработка
265	---	Нормализация 850 °С, $\sigma_{в}=570$ МПа
245	147	Нормализация 850-890 °С.
402	---	Отпуск 650-680 °С Закалка 850 °С. Отпуск 650 °С, $\sigma_{в}=710$ МПа

Таблица 2.6. - Ударная вязкость

Ударная вязкость, (Дж/см ²)					
T= +20 °С	T= -20 °С	T= -30 °С	T= -40 °С	T= -60 °С	Термообработка
63	47	45	14	12	Нормализация

Таблица 2.7. - Физические свойства

T (Град)	E 10 ⁻⁵ (МПа)	α 10 ⁶ (1/Град)	λ (Вт/(м·град))	ρ (кг/м ³)	C (Дж/(кг·град))	R 10 ⁹ (Ом·м)
20	2.06			7826		
100	1.97	12	49	7804	469	251
200	1.87	12.9	49	7771	490	321
300	1.56	13.6	47	7737	511	408

400	1.68	14.2	44	7700	532	511
500		14.6	41	7662	553	629
600		15	38	7623	578	759
700		15.2	35	7583	611	922
800		12.7	29	7600	708	1112
900		13.9	28	7549	699	1156

2.1.4. Химический состав

Таблица 2.8. - Химический состав

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0.32 - 0.4	0.17 - 0.37	0.5 - 0.8	до 0.3	до 0.04	до 0.03 5	до 0.25	до 0.3	до 0.08

Расшифровка марки 35: обозначение 35 свидетельствует о том, что в конструкционной стали содержится 0,35 % углерода, а остальные примеси очень незначительны.

2.1.5. Проектирование и изготовление пресс-формы

Основной предпосылкой для получения точной отливки является точная модель с поверхностью, не имеющей пороков, с точно выдержанными размерами, отвечающая всем технологическим особенностям, которые проявляются при производстве отливок. Для изготовления такой модели применяют точно изготовленную пресс-форму. Часто при выборе способа литья по выплавляемым моделям определяющим является стоимость пресс-формы. Иногда может быть даже так, что расходы на изготовление и пресс-формы будут более высокими, чем экономия, получаемая в результате перевода детали с механической обработки на литье.

Пресс-формы чаще всего состоящих из двух частей — матриц с вертикальными или горизонтальным разъемом.

Плоскость разъема и число разъемов выбирают из условий быстрого и удобного извлечения моделей.

Пресс-форма должна отвечать следующим основным требованиям: обеспечить получение моделей с заданной точностью и чистотой поверхности;

- иметь минимальное число разъемов при обеспечении удобного и быстрого извлечения моделей;
- иметь устройства для удаления воздуха из рабочих полостей;
- быть технологичными в изготовлении, долговечными и удобными в работе.

Выбор типа пресс-формы зависит от точности, предъявляемой к отливкам, свойств модельного состава и характера производства.

Пресс-форму проектируют на основании чертежа отливки.

Изготовление рабочей полости пресс-формы должно производиться с точностью, обеспечивающей получение отливки по 5-7 классам точности, в зависимости от конструкции, размеров и требования к отливкам. Однако не следует ужесточать условия изготовления пресс-форм, назначая более высокие классы точности, так как неизбежные колебания формы и металла сводят на нет высокую точность размеров, полученную в пресс-форме. Практически точность размеров рабочей полости пресс-формы должна быть на 1-2 класса выше требуемой точности отливок.

Для отливки «Кронштейн» необходимо изготовить 2 пресс-формы, а получившиеся модели между собой склеить.

2.1.6. Припуски на механическую обработку.

Класс точности. Точность отливки 6-5-4-7 ГОСТ Р 53454-2009.

Допуски литейных размеров отливки (на сторону) 0,9 мм по ГОСТ Р 53464-2009.

Верхние передельные отклонения массы отливок 4% по ГОСТ Р 53464-2009. Принимаем припуск на механическую обработку равный 2 мм.

2.1.7. Определение величины формовочных уклонов

Для извлечения модели из пресс формы, ей необходимо назначить формовочные уклоны. Величину уклонов принимаем по ГОСТ 3212-92.

					44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

Формовочные уклоны в пресс форме находятся в пределах.

2.1.8. Расчет литниковой системы

Литниково-питающая система служит для обеспечения заполнения литейной формы металлом с оптимальной скоростью, исключающей образования в отливке недоливов и неметаллических включений, и компенсации объемной усадки в период затвердевания отливки с получением в ней металла заданной плотности. ЛПС должна также удовлетворять требованиям технологичности при изготовлении моделей, форм и отливок. При этом необходимо стремиться к созданию по возможности компактных ЛПС. Излишнее их развитие ведет к перерасходу металла, завышению затрат труда, низкой эффективности использования оборудования и площадей.

Конкретная литая деталь представляет собой оригинальную конструкцию, что приводит к необходимости создания самостоятельной ЛПС для каждой отливки. Вместе с тем литье детали имеют много общего в размерах стенок, узлов, их сочленении, благодаря чему открываются возможности для типизации конструкции ЛПС.

Разработку ЛПС на конкретные машиностроительные и приборостроительные отливки целесообразно выполнять в четыре этапа: выбор типа системы, расчет элементов питания, расчет литниковых каналов, анализ систем.

При выборе конструкции ЛПС необходимо стремиться к соблюдению следующих принципиальных положений, направленных на получение годных отливок и на экономичность их производства.

1. Обеспечивать принцип направленного затвердевания, т.е. последовательного затвердевания от наиболее тонких частей отливки через ее массивные узлы к прибыли, которая должна затвердевать последней
2. Наиболее протяженные стенки и тонкие кромки ориентировать в форме вертикально т.е. наиболее благоприятно для их спокойного и надежного заполнения
3. Создавать условия для экономического и механизированного производства отливок с учетом эффективного использования оснастки, имеющегося технологического оборудования, печей; возможность

применения модельных блоков и форм с металлическими каркасами; удобство выполнения и минимальный объем механической обработки при отрезке отливок и последующем изготовлении из них деталей.

В конкретном производстве конструкции ЛПС необходимо выбирать на возможно более ранней стадии разработки технологии, лучше всего – при эскизном и рабочем проектировании изделия, когда требования к надежной работе ЛПС могут быть учтены в чертеже детали наиболее полно.

ЛПС при литье по выплавляемым моделям строят из известных традиционных элементов: литниковых воронок, стояков, зумфов и литниковых ходов, прибылей и коллекторов. Благодаря характерной для литья по выплавляемым моделям неразъемной форме указанные конструктивные элементы удается расположить наиболее эффективно, максимально используя объем формы. ЛПС, применяемые к моделям, целесообразно разделить на восемь типов. Учитывая приоритет процесса питания над процессом заполнения, за основу деления ЛПС взят вид того элемента, от которого непосредственно осуществляется питания отливки. Типы ЛПС расположены в таблице по принципу перехода от центрального стояка как предельно коллективной прибыли до системы местных прибылей как предельно расчлененной прибыли.

1. Расчет оптимальной продолжительности заливки выполняется по формуле:

$$\frac{H}{V} = \frac{106}{30} = 3,5с,$$

где $H_{отл}$ – высота отливки;

$V_{пот}$ – оптимальное значение скорости подъема сплава в форме;

$V_{мин}$ – минимальное значение скорости заливки, при котором обеспечивается качественное заполнение формы без образовывания спаев и недоливов;

$V_{макс}$ - максимальное значение скорости подъема сплава в форме, при котором еще обеспечивается заполнение формы без охвата сплавом модели и возникновением дефектов, вызванных наполнением жидкой фазы парафина и ее проникновением на границу отливки и формы.

$$V_{мин} \cdot V_{опт} \cdot V_{макс}$$

Толщина стенки отливки – 6 мм.

					44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

$$V_{\text{опт}} - 25 \text{ мм/с};$$

$$V_{\text{мин}} - 20 \text{ мм/с};$$

$$V_{\text{макс}} - 30 \text{ мм/с};$$

Площадь узкого места литниковой системы рассчитывается исходя из обеспечения заполнения формы за оптимальное время. При литье легированных сплавов узким местом системы является сечения стояка снизу.

$$S_{\text{уз}} = 154 \text{ мм}^2$$

Площадь сечения остальных элементов литниковой системы определяется из соотношении:

$$S_{\text{ст.н.}} - 154 \text{ мм}^2;$$

$$S_{\text{кол}} - 2 \cdot S_{\text{ст.н.}};$$

$$S_{\text{кол}} - 2 \cdot 154 = 308 \text{ мм}^2;$$

$$S_{\text{лит}} - 3 \cdot S_{\text{ст.н.}};$$

$$S_{\text{лит}} - 3 \cdot 154 = 462 \text{ мм}^2;$$

2.2. Комплексная автоматизация процесса

Комплексная механизированная и комплексная автоматическая линии изготовления моделей.

Из ванны сплавления моделей идет возврат модельного состава вместе с горячей водой стекает по лотку в разделитель. Если модели из оболочек выплавляют не в воде, а в модельном составе, то разделитель может быть изъят из системы. В разделителе модельный состав отделяется от воды, которая после очистки сливается в канализацию, а модельный состав скапливается в баке, откуда насосом по трубопроводу перекачивается в плавильный агрегат. Сюда же подают и свежие модельные материалы. В плавильном агрегате расплавленный модельный состав отстаивается, дополнительно очищается от воды и посторонних включений. Далее насосом он подается по трубопроводу в емкостные баки, откуда направляется в пастообразные агрегаты. В них модельный состав приобретает пастообразную консистенцию благодаря охлаждению до температуры частичной кристаллизации и замешиванию воздуха.

Пастообразный модельный состав по трубам подают под давлением к автоматам и карусельным установкам изготовления моделей. Температуру обогревательных устройств во всех звеньях линий поддерживают насосно-нагревательные станции. На поворотных столах автоматов установлено по десять пресс-форм. Заполнение рабочей полости пресс-форм модельным составом, выдержка для затвердевания модели, раскрытие пресс-форм, выталкивание звена моделей, очистка литникового отверстия и обдув рабочей полости выполняются автоматический по заданному циклу.

На карусельных установках механизированы заполнение полости пресс-форм раскрытие их и выталкивание моделей. Выем звена моделей, очистку литникового отверстия, обдув и смазывание рабочей полости пресс-формы выполняют вручную.

2.2.1. Комплексная автоматическая линия приготовления суспензии

Мешки вспарывает машина. Пылевидная составляющая суспензии из бункера машины закрытым конвейером передается для сушки в печь, затем поступает в аппарата для охлаждения, а оттуда в полигональное сито. Из под сита материал передается в бункер автомата с помощью системы закрытых конвейеров (или в кубелях). Жидкие составляющие суспензии из цистерн подаются насосами по трубам в напорные баки, установленные над автоматом. В напорный бак для подкисленной воды кислота подается из бутылки, а вода из водопровода. В автомате исходные составляющие суспензии непрерывно смешиваются, и готовая суспензия стекает в бак. К местам потребления она подается под действием сжатого воздуха по резиновым шлангам.

Из расходных баков растворителя, этилсиликата и подкисленной воды, в которых поддерживают с помощью насосов и переливных патрубков постоянный уровень, жидкие составляющие суспензии через клапаны по трубопроводам поступают самотеком к дозировочной панели автомата. Расход жидкостей устанавливают с помощью игольчатых кранов по ротаметрам. Заданное количество жидких составляющих суспензии непрерывно поступает в смеситель. Одновременно с жидкостными дозаторами включает дозатор пылевидной составляющей суспензии, которая из бункера по лотку попадает на ленту конвейера. Гайкой регулируют положение заслонки, уменьшая или увеличивая количество пылевидного материала поступающего непрерывно по лотку в смеситель, где все составляющие суспензии интенсивно смешиваются крыльчатками. Выдача готовой суспензии происходит непрерывно через переливной патрубок.

2.2.2. Автоматическая линия изготовления оболочек

На линии выполняются операции по формированию оболочек на блоках моделей и выплавлению последних. Автоматы изготовления оболочки, камера сушки 1 и ванна выплавления моделей 3 объединены в единую линию конвейером, который помимо транспортных функции благодаря конструкции подвески выполняет и рабочие операции: подъем, опускание и вращение подвесок с блоками.

На участке сборки конвейер имеет спуск к рабочим местам навешивания модельных блоков. Модельные блоки поступают в автомат, где формируется первый слой оболочки, и по конвейеру направляются в камеру сушки. Пройдя первую ветвь конвейера, высохшие блоки поступают для нанесения второго слоя в автомат, затем снова в камеру сушки и так далее до получения пятислойной оболочки. После прохождения каждого из автоматов нанесения оболочки автоматический очищается торец литниковой воронки.

Блоки с пятью слоями оболочки транспортируются конвейером в ванну выплавления моделей. Здесь блоки воронкой вверх погружаются в горячую воду или модельный состав. При прохождении через ванну выплавления оболочки удерживаются на стояке благодаря спиральной канавке на металлическом колпачке, формирующем металлоприемник. Подвески конвейера с выплавленными оболочками при выходе из ванны, наезжают на копир и, обкатывая его, поднимаются, получая вращение вокруг продольной оси. При вращении из оболочки выливаются вода и модельный состав. После выплавления моделей оболочки снимают с конвейера. Освобожденные стояки проходят мойку и возвращаются на участок изготовления модельных блоков.

2.2.3. Автомат изготовления оболочек

Автомат из трех узлов: пескосыпа с «кипящим слоем», ванны с суспензией и бака хранения и подачи суспензии. Блоки по конвейеру поступают к ванне с суспензией. Подвеска конвейера, на которой укреплен блок, обкатывая копир, поднимается, переходит через край ванны и, двигатель далее вдоль опускающегося копира, погружает блок в суспензию. Суспензия в ванне охлаждается проточной водой, пропускаемой через рубашку под днищем ванны. Для предотвращения оседания пылевидной составляющей суспензии последняя непрерывно перемешивается.

При дальнейшем движении конвейера блок выходит из суспензии и поступает в пескосып «кипящего слоя» 6 с перфорированной перегородкой.

					44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

В пескосыпе происходит обсыпка нанесенного слоя суспензии зернистым огнеупором. По мере расхода суспензия ванну пополняет, для чего в бак, где хранятся суспензия, падают сжатый воздух, который вжимает ее через трубку и далее по шлангу в ванну. После выдачи необходимого количества суспензии подачу сжатого воздуха прекращают, а давление в баке сбрасывают. В баке суспензия непрерывно перемешивается мешалкой и охлаждается водой. В ванне с суспензией предусмотрены устройства для слива и промывки, а в пескосыпе система очистки песка.

2.2.4. Механизированная поточная линия заформовывания оболочек, прокаливания заливки форм, охлаждения и выбивки отливок конструкции.

Эта линия рассчитана на прокаливание оболочек без опорного материала. Она состоит из печи прокаливания, заливочной карусели и камеры охлаждения, объединенных конвейером.

Оболочки формы устанавливаются на подвески конвейера, литниковые воронки закрывают колпачками, которые фиксируют оболочки на подвесках и предохраняют их полости от засора. Конвейер транспортирует подвески через печь прокаливания. Внутри печи через щель в своде заходит только нижняя часть подвески из жаростойкой стали, цепь конвейера, ходовая часть подвесок и трасса работают вне горячей зоны печи. Сверху вдоль всей щели в своде предусмотрена вытяжная вентиляция для отсоса выбивающихся из печи газов. Прокаленные оболочки у выхода из печи погружаются в горячий песок, которым заполнен желоб заливочной карусели.

Привод заливочной карусели осуществляется конвейером через звездочку. Опускание подвесок выполняет пневматический лифт, который перебрасывает каретку подвесок с верхней трассы на нижнюю при движении конвейера. При опускании штанга подвески скользит во втулке тяговой цепи конвейера. Погружение подвесок с оболочками в песок становится возможным благодаря созданию на позициях погружения «кипящего слоя». «Кипение» его достигается продуктивной снизу горячими газами, поступающими из печи через неподвижный коллектор. Трубы коллектора опущены в желоб карусели через край и не мешают вращению ее, работая в «кипящем слое» подобно плугу.

При дальнейшем движении конвейера оболочки, пригруженные на подвесках в песок выходят из зоны «кипения» и оказываются заформованными. По внешнему сектору вращаются карусели формы

заливают расплавом. Перед заливкой откидывают колпачки, прикрывающие литниковые воронки.

Блоки отливок, затвердевания и частично охлаждаясь в опорном наполнителе, движутся в камере. У входа в камеру подвески с залитыми блоками выдергивают из карусели пневматическим подъемником. При этом каретка подвески переставляется с нижней трассы обратно на верхнюю. Песок с подвесок и блоков отливок продолжает движение по конвейеру, проходит камеру, где отливки окончательно охлаждаются водяным душем. Вышедшие из камеры блоки отливок снимают с подвесок и последние возвращаются на рабочее место установки оболочек. Снизу вдоль камеры охлаждения проходит ленточный конвейер, передающий смытый водой песок и кусочки оболочек на общецеховой конвейер уборки отходов.

Для поддержания постоянного уровня песка в желобе карусели имеется бункер досыпки, в который сухой песок подают со склада пневмотранспортером.

2.2.5. Автоматическая линия очистки отливок от оболочки и отделения отливок от стояка конструкции

Линия имеет три основных механизма: установку очистки отливок, горизонтальный гидравлический пресс для отделения отливок от стояка (гидравлическая станция на рисунке не показана) и конвейер.

При работе линии на приемные призмы тележки конвейера укладывают блок отливок. В исходном положении тележки вторая пара призм с блоком находится на позиции очистки отливок. Перемещаясь по направляющим, тележка передает блок на позицию очистки, очищенный блок на пресс. Приводом тележки конвейера служит пневмоцилиндр, действующий через кулисный механизм. При подходе к крайним положениям тележка приподнимается благодаря форме направляющих, а при обратном ходе начинает свое движение с опускания. Этим обеспечивается беспрепятственный выход призм из зацепления с зажатыми на рабочих позициях блоками при отходе тележки конвейера.

Механизм очистки состоит из цилиндра зажима блоков и вибрационного устройства, смонтированных на общей станине. При подходе тележки конвейера блок отливок, поданный на очистку, зажимается между упорами отбойного молотка и зажимного цилиндра за счет срабатывания пневматических цилиндров. Затем тележка отходит, включается отбойный молоток и начинается очистка отливки от оболочки. Во избежание жестких

ударов отбойный молоток подпружинен. Отскочившие кусочки оболочки падают вниз и через проем станины ссыпаются на ленту конвейера уборки отходов. Длительность очистки регулируют с помощью реле времени. После окончания очистки упоры развигаются и блок отливок спадает на призмы.

При следующем ходе тележки очищенный блок подается на гидравлический пресс. На рабочей позиции прессы блок зажимается между упором рабочего цилиндра, упирающегося в металлоприемник. После отхода конвейера под действием рабочего цилиндра стояк проталкивается через фильеру. Ход прессы может быть пульсирующим. Рабочие кромки фильтры скальвают питатели и отливки падают на наклонный стол прессы и далее в тару либо на ленту конвейера. Обрубленный стояк выталкивается из фильеры штоком подпорного цилиндра.

Обрубленный стояк убирается из рабочей зоны прессы манипулятором с захватом и сбрасывается им в тару или на конвейер. На освободившуюся позицию прессы подается для обрубки следующий блок отливок.

Работа механизма очистки и прессы идет одновременно, синхронность и блокировки обеспечиваются системой автоматики. Линию обслуживает один рабочий, который укладывает блоки отливок на приемные призмы конвейера и следит за работой механизмов.

2.2.6. Полуавтоматическая установка для обрубки питателей конструкции

Установка создана на базе прессы и оснащена поворотным столом, на котором установлены шесть приспособлений. В каждое из них на позициях загрузки вручную укладывают отливки. Две позиции загрузки расположены на выступающей из-под прессы стороне поворотного стола. Стол поворачивается при каждом ходе прессы на 60 градусов и по очереди подает приспособления с отливками на позицию обрубки – под нож, укрепленный на верхней плите. При рабочем ходе ползуна прессы отливки сначала прижимаются к приспособлениям механизмом прижима, а затем нож срубает выступающий питатель. Отрубленные питатели проваливаются через окно под стол прессы в тару для отходов. Привод поворотного стола осуществляется от вала прессы через верхний редуктор, карданный вал и нижний редуктор. Обрубленные отливки выталкиваются из приспособлений механизмом. Отливка падает на лоток и затем соскальзывает в тару, установленную сбоку прессы. Производительность установки до 2100 отливок в час.

2. 2. 7 Контроль качества отливки осуществляем следующими методами

- 1) Испытание образцов на механические свойства.
- 2) Визуальный осмотр
- 3) Проверку на пористость заливкой керосина во внутреннюю полость отливки.

Отливки, прошедшие контроль и не имеющие дефектов, сдаются на склад готовой продукции.

					44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

3 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Расчёт численности рабочих

Численность рабочих бывает списочная и явочная. Явочная численность подразумевает тех рабочих, которые фактически участвуют в производственном процессе. Списочная численность – это все постоянные и временные рабочие, имеющие трудовые договорные отношения с предприятием.

Расчет явочной численности рабочих выполняют по формуле:

$$N_{я.і.} = H_i \cdot A_i \cdot C_i,$$

где H_i – норма обслуживания оборудования в смен, чел.;

A_i – количество одновременно работающих однотипных агрегатов, шт;

C_i – числе смен в сутки.

Списочное число рабочих определяют по формуле:

$$N_{сп.і.} = N_{я.і.} \cdot K_{сп},$$

где $K_{сп}$ – коэффициент списочного состава.

$$K_{сп} = \frac{T_n}{T_d},$$

где T_n – номинальный фонд времени, сут.;

T_d – действительный фонд времени, сут.

Величины T_n и T_d определяются на основе баланса рабочего времени одного трудящегося:

$$T_n = (366 - B - П - П_n) \cdot 8 + П_n \cdot 7,$$

где $B=119$ – число выходных дней;

$П=14$ – число праздничных дней;

$П_n=2$ – предпраздничные дни.

$$T_n = (366 - 119 - 14 - 2) \cdot 8 + 2 \cdot 7 = 231 \cdot 8 + 14 = 1862 \text{ ч.}$$

Таблица 3. 2 – Расчет списочного состава основных рабочих[8]

Наименование отделений, оборудования и профессий		Тарифный разряд	Число смен в сутки	Норма обслуживания, чел.	Количество агрегатов, шт.	Количество рабочих, чел.			Ксп
						явочное		списочное	
						в смену	в сутки		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Модельное отделение								
1.1.	Установка 651				1				
	Модельщик по выплавляемым моделям	2	2	1		1	2	2	1,2
1.2.	Шприцмашина мод.6И141				2				
	Модельщик	2	2	1		2	4	5	1,2
1.3.	Электропаяльник				10				
	Модельщик по ВМ	4	2	1		10	20	24	1,2
					Итого	13	26	32	
2.	Отделение изготовления оболочки форм								
2.1.	Агрегат 662А				2				
	Оператор	4	2	1		2	4	5	1,2
2.2.	Роботизированный комплекс 7713				2				
	Оператор	4	2	1		2	4	5	1,2
2.3.	Выплавка мод.64531				1				
	Оператор	4	2	1		1	2	2	1,2
					Итого	5	10	12	
3	Прокалочно - заливочное отделение								
3.1.	Агрегат 675А				1				

	Оператор	3	2	1		1	2	2	1,2
3.1.	ИСТ - 0,06				13				
	Плавильщик	5	2	0,5		7	13	16	1,2
	Шихтовщик	3	2	1		13	26	31	1,2
	Завальщик	2	2	1		13	26	31	1,2
	Заливщик	3	2	0,5		7	13	16	1,2
			8		Итого	41	80	96	
4	Термо - обрубное отделение								
4.1.	Установка 6А92				1				
	Оператор	3	2	1		1	2	3	1,2
4.2.	Установка 6Б95				1				
	Оператор	3	2	1		1	2	3	1,2
4.3.	Пресс гидравлический 6А93				1				
	Оператор	3	2	1		1	2	3	1,2
4.4.	Печь ПШЗ 5.10/12				1				
	Термист	3	2	1		4	2	3	1,2
4.5.	Печь ПШО 5.10/7				1				
	Термист	3	2	1		1	2	3	1,2
					Итого	8	10	15	
Всего производственных рабочих							126	155	

Таблица 3.3 – Расчет списочного состава вспомогательных рабочих [8]

Профессия	Разряд	Количество рабочих, чел.			Ксп
		явочное		списочное	
		в смену	в сутки		
Комплектовщик пресс-форм	3	2	4	5	1,2
Ковшевой	2	2	4	5	1,2
Маркировщик литья	1	1	2	3	1,2
Контролер	2	2	4	5	1,2
Лаборант	3	2	4	5	1,2
Весовщик	2	2	4	5	1,2
Водитель внутрицехового транспорта	2	2	4	5	1,2
Крановщик	3	3	6	8	1,2
стропальщик	2	3	6	7	1,2
Кладовщик	2	1	2	3	1,2
Слесарь	2	2	4	5	1,2
Станочник	3	6	12	14	1,2
Электрик	4	2	4	5	1,2
Работник по подготовке шихты и формовочных материалов	3	2	4	5	1,2
Печник - футеровщик	3	2	4	5	1,2
Всего		34	68	85	

Таблица 3. 4 – Штатное расписание ИТР, служащих и МОП [8]

Должность	Количество, чел	Должностной оклад,тыс.руб.	Сумма оклада с учетом районного коэф., тыс.руб.	
			месячный	годовой
ИТР				
1.Начальник цеха	1	49	56,35	676,2
2. Заместитель начальника	1	30	34,5	414
3. Начальник техбюро	1	34	39,1	469,2
4. Старший мастер	1	28	32,2	386,4
5.Сменный мастер	2	22	50,6	607,2
6. Мастер	4	22	101,2	1214,4
7. Энергетик цеха	1	23	26,45	317,4
8. Механик цеха	2	21	48,3	579,6
9. Инженер - экономист	1	25	28,75	345
10. Инженер - технолог	4	23	105,8	1269,6
Итого	18	277	523,25	6279
Служащие				
Специалист по кадрам	1	21	24,15	289,8
Нормировщик	1	19	21,85	262,2
Бухгалтер по расчетам	1	20	23	276
Секретарь	2	17	39,1	469,2
Диспетчер	1	17	19,55	234,6
Табельщик	1	16	18,4	220,8
Завхоз	1	15	17,25	207
Итого	8	125	163,3	1959,6
МОП				
Курьер	2	11	25,3	303,6
Охранник	4	12	55,2	662,4
Уборщик	2	9	20,7	248,4
Итого	8	32	101,2	1214,4
Всего	34	434	787,75	9453

Принятое количество персонала занесем в таблицу, с указанием удельного веса в общей численности.

Таблица 3. 5 – Структура трудящихся в цехе [8]

Категория персонала	Количество чел.	Удельный вес в общей численности, %
Рабочие, всего	240	88,9
в том числе:		
основные	155	57,4
вспомогательные	85	31,5
ИТР	20	7,4
Служащие	7	2,6
МОП	3	1,1
Итого	270	100,0

3. 2 Организация и планирование заработной платы

Различают сдельно-премиальную и повременно-премиальную системы оплаты труда. Повременная оплата труда ориентируется только на степень сложности труда. Она применяется, когда количественный результат труда уже определен ходом рабочего процесса, когда количественный результат труда не может быть измерен, когда качество труда важнее его количества, когда работа неоднородна по своему характеру и нерегулярна по нагрузке.

При сдельной системе оплаты труда учитывается как степень сложности труда, так и производительность, достигнутая в течении рабочего времени.

Порядок расчета планового фонда заработной платы основных и производственных рабочих следующий:

- 1) определение тарифного фонда заработной платы;
- 2) установка выплат и доплат;
- 3) расчет общего фонда заработной платы;
- 4) определение средней заработной платы рабочих.

3.3. Определение основного фонда заработной платы

Расчет фонда заработной платы осуществляется укрупнено (по средней тарифной ставке) по каждому отделению цеха[8]:

$$T_{cp} = \sum_{m=1}^m T_{ст.м} \cdot \frac{N_i}{N_{Я}},$$

где $T_{ст.i}$ – тарифная ставка рабочего i -ого разряд;

N_i – явочное число рабочих соответствующего разряда;

$N_{Я}$ – явочное число рабочих данной группы.

Расчет фонд заработной платы представлен в таблице 3. 6.

Фонд заработной платы по каждой группе рабочих (отделению)

рассчитывается по формуле:

$$З_{т.ф.} = T_{cp} \cdot N_{ч};$$

$$З_{т.ф.с} = З_{т.ф.} + \Delta З_{с},$$

где $З_{т.ф.с}$ – зарплата сдельщиков;

$\Delta З_{с} = З_{т.ф.} (K-1)$ – приработок сдельщика (коэффициент выполнения норм выработки K можно принять в пределах 1,5 – 1,3);

$N_{ч}$ – годовые затраты времени данных рабочих на программу.

$$N_{ч} = N_{сп} \cdot T_{д},$$

где $N_{сп}$ – списочное число рабочих данной группы;

$T_{д}$ – действительный фонд времени рабочего, ч.

Фонд основной заработной платы рабочих каждой группы рассчитывается по формуле[8]:

$$Z_{ос} = Z_{т.ф.с} \left(1 + K_{пр} + K_{ст} + K_{ком} + K_{др} \right) \cdot K_{рн},$$

где $K_{пр}$ – коэффициент премиальных доплат;

$K_{ст}$ – коэффициент стимулирующих доплат;

$K_{ком}$ – коэффициент компенсационных доплат;

$K_{др}$ – коэффициент прочих доплат;

$K_{рн}$ – районный коэффициент.

Дополнительная заработная плата высчитывается по формуле[8]:

$$Z_{доп} = Z_{ос} \cdot K_{доп} / 100,$$

где $K_{доп}$ – коэффициент дополнительной зарплаты.

$$K_{доп} = T_{отп} \cdot 100 / T_{д} + T_{г.о} \cdot 100 / T_{д} + T_{у.о} \cdot 100 / T_{д} + 0,5,$$

где $T_{отп}$ – длительность отпуска рабочего, сут.;

$T_{д}$ – действительный фонд рабочего времени, сут.;

$T_{г.о}$ – время выполнения государственных обязанностей, сут.;

$T_{у.о}$ – время учебного отпуска, сут.;

0,5 – размер прочих составляющих дополнительной зарплаты.

Расчет фонда заработной платы основных и вспомогательных рабочих приведен в таблице 3. 6.

оператор	4	68,04	6208,00	422,39	211,20	190,08	95,04	63,36	982,06	1129,37	28,21	1157,58	96,46	24,12
плавильщик	18	68,04	27936,00	1900,77	950,38	855,34	427,67	285,11	4419,28	5082,17	126,92	5209,09	434,09	24,12
Шихтовщик	34	68,04	52768,00	3590,33	1795,17	1615,65	807,83	538,55	8347,53	9599,66	239,74	9839,40	819,95	24,12
Завальщик	34	68,04	52768,00	3590,33	1795,17	1615,65	807,83	538,55	8347,53	9599,66	239,74	9839,40	819,95	24,12
Заливщик	18	68,04	27936,00	1900,77	950,38	855,34	427,67	285,11	4419,28	5082,17	126,92	5209,09	434,09	24,12
Итого	108											31254,57	2604,55	120,58
4.Термо - обрубное отделение														
Оператор	11	65,00	17072,00	1109,68	554,84	499,36	249,68	166,45	2580,01	2967,01	74,10	3041,11	253,43	23,04
Термист	8	65,00	12416,00	807,04	403,52	363,17	181,58	121,06	1876,37	2157,82	53,89	2211,71	184,31	23,04
Итого	19											5252,82	437,73	46,08
Всего основные рабочие	181											50975,91	4247,99	234,31
Вспомогательные рабочие														
Комплектовщик пресс-форм	6	58	9312	540,096	270,048	243,04	121,52	81,01	1255,72	1444,08	36,06	1480,15	123,35	20,56
Ковшевой	6	51	9312	474,912	237,456	213,71	106,86	71,24	1104,17	1269,80	31,71	1301,51	108,46	18,08
Маркировщик литья	4	39	6208	242,112	121,056	108,95	54,48	36,32	562,91	647,35	16,17	663,51	55,29	13,82
Контролер	6	51	9312	474,912	237,456	213,71	106,86	71,24	1104,17	1269,80	31,71	1301,51	108,46	18,08
Лаборант	6	51	9312	474,912	237,456	213,71	106,86	71,24	1104,17	1269,80	31,71	1301,51	108,46	18,08
Весовщик	6	45	9312	419,04	209,52	188,57	94,28	62,86	974,27	1120,41	27,98	1148,39	95,70	15,95
Водитель внутрицехового транспорта	6	45	9312	419,04	209,52	188,57	94,28	62,86	974,27	1120,41	27,98	1148,39	95,70	15,95
Крановщик	10	58	15520	900,16	450,08	405,07	202,54	135,02	2092,87	2406,80	60,11	2466,91	205,58	20,56

стропальщик	8	45	12416	558,72	279,36	251,42	125,71	83,81	1299,02	1493,88	37,31	1531,19	127,60	15,95
Кладовщик	4	45	6208	279,36	139,68	125,71	62,86	41,90	649,51	746,94	18,65	765,59	63,80	15,95
Слесарь	6	51	9312	474,912	237,456	213,71	106,86	71,24	1104,17	1269,80	31,71	1301,51	108,46	18,08
Станочник	16	51	24832	1266,432	633,216	569,89	284,95	189,96	2944,45	3386,12	84,57	3470,69	289,22	18,08
Электрик	6	65	9312	605,28	302,64	272,38	136,19	90,79	1407,28	1618,37	40,42	1658,78	138,23	23,04
Работник по подготовке шихты и формовочных материалов	6	51	9312	474,912	237,456	213,71	106,86	71,24	1104,17	1269,80	31,71	1301,51	108,46	18,08
Печник - футеровщик	6	58	9312	540,096	270,048	243,04	121,52	81,01	1255,72	1444,08	36,06	1480,15	123,35	20,56
всего вспомогательных рабочих	102											22321,29	1860,11	270,79
Итого основных и вспомогательных рабочих	283											73297,20	6108,10	505,11

3. 4 Отчисления на социальные нужды

В соответствии с законодательством в этот раздел себестоимости

включается:

- 1) Отчисления в фонд социального страхования;
- 2) Отчисления в пенсионный фонд;
- 3) Отчисления в фонд медицинского страхования.

Принимаем процент отчислений для: фонда социального страхования 2,9% от фонда заработной платы; пенсионного фонда 22% от фонда заработной платы; фонда медицинского страхования 5,1% от фонда заработной платы.

Данные по отчислениям сводим в таблицу 3.7.

Таблица 3. 7 – Отчисления на социальные нужды по фонду оплаты труда основных и вспомогательных рабочих, а также управленческого и обслуживающего персонала [8]

Фонд зарплаты	Отчисления в фонд, тыс. руб.			Отчисления на социальные нужды, тыс. руб.
	пенсионный	медицинского страхования	социального страхования	
Основные рабочие по цеху	13082,6848	3032,8080	1724,5356	17840,03
Вспомогательные рабочие по цеху	6621,095	1534,8902	872,7807	9028,76
Управленческий и обслуживающий персонал по цеху	1650,79	382,683	217,604	2251,08

Данные по общему фонду заработной платы с учетом доплат из фонда потребления сводим в таблицу 3. 8

Таблица 3. 8 – Общий фонд заработной платы по цеху [8]

	Фонд заработной платы	Виды доплат из фонда потребления						Общий фонд заработной платы, тыс.руб.
		Единовременные премии	Вознаграждения за выслугу лет	Материальная помощь	Доплаты к отпуску	Оплата жилья	Другие доплаты	
Основных рабочих	62795,10	3139,755	2825,78	1883,853	1255,902	3139,755	627,951	75668,10
Вспомогательных рабочих	19596,80	979,84	881,856	587,904	391,936	979,84	195,968	23614,14
ИТР, служащих и МОП,	12144,3	607,215	546,4935	364,329	242,886	607,215	121,443	14633,88
Итого	94536,20	4726,81	4254,13	2836,09	1890,72	4726,81	945,36	113916,12

3. 5 Затраты на возведения здания цеха

Расчет выполняется по ориентировочным нормативам. Стоимость здания литейного цеха примем ориентировочно 1 тысяч рублей за 1 м³, стоимость бытовых помещений 1,5 тыс. руб. за м³.

Затраты на здание и бытовые помещения вычисляются по формуле[8]:

$$C_{зд} = V_{зд} \cdot c_{зд} \text{ и } C_{б.п.} = V_{б.п.} \cdot c_{б.п.},$$

где $V_{зд}$, $V_{б.п.}$ – объемы здания и бытовых помещений, м³;

$c_{зд}$, $c_{б.п.}$ – удельная цена здания и помещений, тыс. руб./м³.

Расчет затрат приведен в таблице 3.9.

3.6 Затраты на приобретение, монтаж оборудования и подъемно-транспортных механизмов.

Расчет выполняется по ведомости основного оборудования, составленной на основании расчетов количества оборудования.

Затраты на монтаж оборудования составляют 10% для горячих цехов.

Затраты на приобретение и монтаж подъемно-транспортного оборудования принимаем в размере 60% от стоимости технологического оборудования.

Затраты на инструмент и приспособления принимаем 1000 рублей на 1 тонну отливок.

Стоимость хозяйственного инвентаря на одного работающего принимаем из расчета 2000 рублей на одного работающего.

Данные по вышеперечисленным затратам приведены в таблице 3. 9.

					44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

Таблица 3. 9 – Расчет капитальных затрат и амортизационных отчислений [8]

Наименование	Общая площадь м3	Марка (модель) оборудования	Количество, шт.	Стоимость единицы оборудования			Общая стоимость, тыс.р.	Амортизационный отчисления		
				цена, тыс.р	монтаж			Норма, %	Сумма, тыс.р.	
					%	тыс.р				
1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0
Здания и сооружения	38808,4			1,0				38808,4	2,0	776,2
Бытовые помещения	16580,4			1,5				24870,6	2,0	497,4
Итого	55388,8							63679,0		1273,6
Основное оборудование										
1. Индукционная печь			8,0	350,0	10,0	35,0	385,0	3080,0	7,0	215,6
2.Автомат для приготовления мод.пасты			1,0	150,0	10,0	15,0	165,0	165,0	9,0	14,9
3. Шприц-машина			4,0	100,0	10,0	10,0	110,0	440,0	9,0	39,6
4.Приготовление огнеупорного покрытия			2,0	300,0	10,0	30,0	330,0	660,0	9,0	59,4
5. Роботизированный комплекс для формирования оболочек			2,0	3500,0	10,0	350,0	3850,0	7700,0	9,0	693,0
6. Выплавка модельного состава			2,0	250,0	10,0	25,0	275,0	550,0	9,0	49,5
7.Обжиг, формовка, заливка, выбивка			2,0	1500,0	10,0	150,0	1650,0	3300,0	9,0	297,0
8. Отделение керамики			2,0	300,0	10,0	30,0	330,0	660,0	9,0	59,4
9. Выщелачивания			2,0	300,0	10,0	30,0	330,0	660,0	9,0	59,4
10. Пресс гидравлический			2,0	200,0	10,0	20,0	220,0	440,0	9,0	39,6

11.Печь закалочная			4,0	450,0	10, 0	45,0	495,0	1980,0	9,0	178,2
12. Печь для отпуска			4,0	400,0	10, 0	40,0	440,0	1760,0	9,0	158,4
Итого			35,0	7800, 0		780,0	8580, 0	21395,0		1864,0
Подъемно-транспортное оборудование										
Кран мостовой			6,0	2000, 0	60, 0	1200, 0	3200, 0	19200,0	10,0	1920,0
кран консольный			1,0	1000, 0	60, 0	600,0	1600, 0	1600,0	10,0	160,0
Итого			7,0	3000, 0		1800, 0	4800, 0	20800,0		2080,0
Инструмент и оснастка								1500,0	50,0	750,0
Хозяйственный инвентарь								540,0		540,0
Итого								2040,0		1290,0
Итого								107914,0		6507,5

44235,0

3. 7 Расчет суммы амортизационных отчислений и отчислений в фонд ремонта и эксплуатации оборудования

При выполнении проектных расчетов принимаем следующие значения норм отчисления:

- 1) Для зданий и сооружений – 2 %;
- 2) Плавильных печей – 7 %;
- 3) Технологического оборудования – 9 %;
- 4) Подъемно-транспортного оборудования – 10 %;
- 5) Инструмента и оснастки – 50 %;
- 6) Прочего оборудования – 10 %.

Результаты расчета амортизационных отчислений заносим в таблицу 3. 9.

Затраты на содержание и ремонт оборудования рассчитываются в процентах от балансовой стоимости. Эти данные заносим в таблицу 3. 10.

Наименование статьи и затрат	Сумма, тыс.руб.
Эксплуатация оборудования	425,3
Текущий ремонт оборудования	2126,5
Внутрипроизводственное перемещение груза	6000
Износ малоценного и быстроизнашивающегося оборудования	22000
Прочие расходы	9530,96
Итого	42082,76

3. 8 Определение затрат и планирование себестоимости

В себестоимость включают следующие группы затрат:

- 1) Материальные затраты;
- 2) Затраты на оплату труда;
- 3) Отчисления на социальные нужды;
- 4) Амортизация основных фондов;
- 5) Прочие расходы.

Выделяют следующие категории затрат[8]:

- 1) По роли в системе управления – производственные и непроизводственные;
- 2) По их динамике, соответствующей функциональным изменениям;

Производственные затраты подразделяются на четыре категории:

- 1) Прямые затраты на материалы, которые входят в состав конечного продукта, то есть на шихтовые материалы;
- 2) Оплата прямого труда, то есть зарплата основных рабочих;
- 3) Затраты на амортизацию, ремонт и обслуживание оборудования, технологическую энергию и топливо;
- 4) Накладные цеховые и заводские расходы.

Основная себестоимость продукции образуется из стоимости первых трех групп затрат.

Непроизводственные затраты подразделяются на торговые, общие и административные. Они связаны с затратами на продажу продукции и поставку сырья, оплату заводской администрации, судебные издержки и т. п.

Сумма производственных и непроизводственных затрат образует полную себестоимость.

Расчет по затратам приводим в таблице 3. 11.

Расходы на подготовку и освоение производства планируются в размере 520% от основной зарплате производственных рабочих в сумме с затратами на ремонт и эксплуатацию оборудования.

					44.03.04	Лист
Изм.	Лист	№ докум.№	Подпись	Дата		60

Таблица 3. 11 – Калькуляция себестоимости 1 т годных отливок

Статья затрат	Ед. измерения	На 1 т литья			На программу	
		Кол-во	Цена,р.	Сумма,тыс.руб	Кол-во	Сумма, тыс.р
1. Сырье и основные материалы						
Стальной лом	т	2,2500	4800,000	10,8000	2387,3867	25783,7758
Чугун передельный ПЛ1А1	т	0,0446	6500,000	0,2899	51,9000	15,0458
ферромарганец	т	0,0005	70000,000	0,0350	0,7500	0,0263
Возврат собственного производства	т	2,1000			2105,5953	
Итого	т	4,395		11,1249	4545,6320	25798,8479
2. Возвраты (литники и прибыль)	т	1,40			2105,5953	
Угар и безвозвратные потери	т	0,06			86,9900	
Итого за вычетом угара и возврата	т	3		11,1249	2353,0467	25798,8479
3. Оплата труда основных рабочих	тыс.руб.			50,4454		75668,0955
4. Отчисления на социальные нужды	тыс.руб.			2,9509		4426,4205
5. Технологическая электроэнергия	кВт*ч	6795,235 8	4,8000	32,6171	6795235,7500	32617,1316
6. Технологическое топливо	м3		4,7500	3,9715	1254170,0000	5957,3075
7. Энергия на технические нужды:						
вода	м3		6,6300	0,3469	117719,2500	520,3191
воздух	м3		3,5400	1,5951	675900,0000	2392,6860

8.Расходы на подготовку и освоение производства				301,5848		301584,6955
9. Расходы на ремонт и эксплуатацию оборудования				43,4456		43445,5000
10. Отчисление на амортизацию				6,5076		6507,5300
Основная себестоимость				681,8847		748377,8003
Цеховые расходы				170,1908		255286,1433
Цеховая себестоимость				669,1093		1003663,9435
Общезаводские расходы				63,5273		95290,8764
Производственная себестоимость				1401,7458		2102618,7634
Непроизводственные расходы				21,0262		31539,2815
Полная себестоимость				1422,7720		2134158,0449

3.8 Расчет постоянных и переменных затрат

Постоянные затраты складываются из следующих составляющих[8]:

$$FC = FC_1 + FC_2 + FC_3 + FC_4 + FC_5 + FC_6 + FC_7 + FC_8 + FC_9,$$

где FC_1 – отчисления на амортизацию оборудования, зданий и сооружений;

FC_2 – отчисления на эксплуатацию и ремонт оборудования;

FC_3 – расходы на подготовку и освоение производства;

FC_4 – затраты на оплату вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала плюс отчисления на социальные нужды;

FC_5 – затраты на НИОКР, рационализацию и изобретательства;

FC_6 – Расходы на охрану труда;

FC_7 – прочие цеховые расходы;

FC_8 – общезаводские расходы;

FC_9 –непроизводственные расходы.

Таким образом, постоянные затраты равны:

$$FC = 6542,6 + 2610,042 + 349681,04 + (35895,12 + 8676,8) + 5511,55 + 6889,43 + 60301,28 + 147715,518 + 34462,91 = 658286,17 \text{ тыс. р.}$$

Средние удельные постоянные расходы равны:

$$AFC = \frac{FC}{M},$$

где M – годовой выпуск годного литья по программе цеха, т.

$$AFC = \frac{658286,17}{2500} = 263,31 \text{ тыс. руб./т.}$$

Таблица 3. 12 – Смета цеховых расходов

Статья затрат	Цена 1 т литья		Сумма на всю программу, тыс.руб.
	Количество	Сумма, тыс.руб.	
1. Затраты на оплату вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала	26,7981	29,0313	43547,075
2. Отчисления на		4,4264	6639,6307

социальные нужды			
3. Амортизация здания и инвентаря		6,0975	9146,388
4. Затраты на НИОКР, рационализаторство и изобретательство (8% от основной заработной платы производственных рабочих)		4,9603	7440,54
5. Расходы на охрану труда (10% от основной заработной платы производственных рабочих)		6,2004	9300,66
6. Стоимость вспомогательных материалов		160,6546	240981,9
Итого		215,8371	323755,74
7. Транспортный налог (1% от цехового фонда заработной платы)		0,8579	1286,85
8. Прочие расходы (15% от суммы всех предыдущих расходов)		32,3755	48563,3617
Итого цеховых расходов		249,0706	373605,96

Расчет переменных затрат производится по выражению:

$$VC = VC_1 + VC_2 + VC_3 + VC_4 + VC_5 + VC_6 + VC_7,$$

где VC_1 – суммарные затраты на сырье и основные материалы, тыс. руб.;

VC_2 – затраты на оплату труда основных рабочих и отчисления на социальные нужды;

VC_3 – затраты на технологическую электроэнергию;

VC_4 – затраты на технологическое топливо;

VC_5 – затраты на техническое использование воды и сжатого воздуха;

VC_6 – затраты на вспомогательные материалы;

VC_7 – транспортный налог.

Таким образом, переменные затраты равны:

Средние удельные переменные расходы равны:

4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

4.1 Безопасность труда

4.1.1 Идентификация опасных и вредных производственных факторов

В процессе производства на работников литейного цеха возможно воздействие следующих опасных и вредных производственных факторов по ГОСТ 12.0.003-74[10]:

- 1) Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования, передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;
- 2) Повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны;
- 3) Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов;
- 4) Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- 5) Повышенный уровень шума на рабочем месте;
- 6) Повышенный уровень вибрации;
- 7) Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которого может произойти через тело человека;
- 8) Недостаточная освещённость рабочей зоны;
- 9) Повышенный уровень теплового излучения;
- 10) Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструмента и оборудования.

К вредным факторам относят шум, вибрацию, тепловое излучение, пыль, газы, пары; к опасным – электрический ток, движущиеся части оборудования, отлетающие частицы металла, возможность пожара.

В помещениях цеха поддерживаются условия, соответствующие требованиям ГОСТ 12.1.005-88 [11]. Работы, осуществляемые в литейном цехе, относятся к категории работ средней тяжести 2б. Санитарно-защитная зона и территория цеха озеленяются.

В цехе предусмотрены следующие санитарно - бытовые помещения и устройства: гардеробы, душевые и умывальные санузлы, уборные.

К основным особенностям выполняемой работы относится непосредственная близость работника к нагретым элементам агрегата и оборудования, расплавленным веществам и токоведущим частям. Рабочая площадка имеет металлическое ограждение. Все токопроводы и электрические кабели скрыты кабель-каналами, вращающиеся, движущиеся части и элементы оборудования находятся в кожухах, либо свободный доступ к ним отсутствует, а также снабжены конечным выключателем. Рабочее место освещено, достаточно вентилируемо.

4.1.2 Микроклимат

Оптимальные микроклиматические условия – сочетания параметров, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение правильного функционирования и теплового состояния организма без напряжения механизма терморегуляции, эти параметры обеспечивают ощущение теплового комфорта и хорошую работоспособность человека.

По Р 2.2.2006-05 определим категорию тяжести работы. К категории Пб относятся работы, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением (ряд профессий в механизированных литейных, прокатных, кузнечных, термических, сварочных цехах машиностроительных и металлургических предприятий).

Таблица 4. 1 – Классы условий труда по показателю температуры воздуха при работе в помещении с нагревающим микроклиматом

Категория работ *	Класс условий труда					
	допустимый	вредный				опасный
		2	3.1	3.2	3.3	
Ia	26,4	26,6	27,4	28,6	31,0	>31,0
Iб	25,8	26,1	26,9	27,9	30,3	>30,3
IIa	25,1	25,5	26,2	27,3	29,9	>29,9
IIб	23,9	24,2	25,0	26,4	29,1	>29,1
III	21,8	22,0	23,4	25,7	27,9	>27,9

Таблица 4. 2 – Классы условий труда по показателю температуры

воздуха при работе в помещении с охлаждающим микроклиматом

Категория работ	Общие энергозатраты, Вт/м ²	Класс условий труда						
		Оптимальный	Допустимый	Вредный				Опасный
		1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Ia	68 (58–77)	по Сан-ПиН*	по Сан-ПиН*	18	16	14	12	
Iб	88 (78–97)	по Сан-ПиН*	по Сан-ПиН*	17	15	13	11	
IIa	113 (98–129)	по Сан-ПиН*	по Сан-ПиН*	14	12	10	8	
IIб	145 (130–160)	по Сан-ПиН*	по Сан-ПиН*	13	11	9	7	
III	177 (161–193)	по Сан-ПиН*	по Сан-ПиН*	12	10	8	6	

Фактические значения параметров микроклимата превышают допустимые для части основных профессий. Соответственно класс условий труда – 3.1 (вредные условия труда, которые вызывают функциональные изменения, восстанавливающиеся, как правило, при более длительном (чем к началу следующей смены) прерывании контакта с вредными факторами и увеличивают риск повреждения здоровья).

Нормативным документом допустимых и оптимальных параметров микроклимата является ГОСТ 12.1.005-88[11] Характеристика категорий работ по тяжести приведена в табл. 4.3.

Таблица 4.3 – Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений

Период года	Категория работ	Температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения, м/сек	
		Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая
Холодный	Средней тяжести IIб	17-19	15-21	40-60	75	0,2	<0.4
Теплый	Средней тяжести IIб	20-22	16-27	40-60	70	0,3	0,2-0,5

4.1. 3 Тепловое излучение

Таблица 4. 4 – Класс условий труда по показателям теплового излучения по Р 2.2.2006-005

Показатель	Класс условий труда						
	оптимальный	допустимый	вредный				опасный
	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Тепловое излучение: интенсивность, Вт/м ² экспозиционная доза, Вт ч		140	1500	2 000	2 500	2 800	>2 800
		500	1500	2 600	3 800	4 800	>4 800

При плавке и заливке металла наблюдается повышенный уровень инфракрасного излучения 400 Вт/м². Следовательно, класс условий труда – 3.1.

Меры для снижения интенсивности теплового излучения.

Облучению не должно подвергаться более 25% поверхности тела обязательным является использование средств индивидуальной защиты, в том числе средств защиты лица и глаз.

Коллективные средства защиты по ГОСТ 12.4.123-83:

- 1) Краны;
- 2) Водяные завесы;
- 3) Сокращение продолжительности смены, рабочего стажа;
- 4) Вентиляция;
- 5) Организация подсмен;
- 6) Дистанционное управление;
- 7) Питьевой режим 5 л/смену на человека подсоленной газированной воды, чая

Для литейщиков и плавильщиков применяются средства индивидуальной защиты:

- 1) Костюм суконный по ГОСТ 12.4.010-75;
- 2) Рукавицы суконные по ГОСТ 12.4.010-75;
- 3) Валенки типа ТВ по ГОСТ 12.4.050-78;
- 4) Каска защитная по ГОСТ 12.4.091-80;
- 5) Очки защитные по ГОСТ 12.4.013-97.

4.1.4 Запылённость, загазованность

На человека, находящегося на рабочем месте, также воздействуют вредные вещества. Приведем их ПДК, класс опасности и действие на организм используя ГОСТ 12.1.005-88 [11].

Таблица 4. 5 – ПДК и классы опасности вредных веществ

Наименование	Величина ПДК, мг/м ³	Преимущественное агрегатное состояние в условиях производства	Класс опасности	Особенности действия на организм
Аммиак	20	п	IV	Ф, А
СО	20	п	IV	О
Fe ₂ O ₃	6	п	III	Ф
NiO	0,05	а	I	К
SiO ₂	6	п	III	Ф, К
SO ₂	10	п	III	А
NO	5	п	III	О
NO ₂	2	п	III	О

Условные обозначения:

п – пары/или/и газы;

а – аэрозоль;

О – вещества с остронаправленным механизмом действия, требующие автоматического контроля за их содержанием в воздухе;

А – вещества, способные вызывать аллергические заболевания в производственных условиях;

К – канцерогены;

Ф – аэрозоли преимущественно фиброгенного действия.

В целях создания оптимальных условий труда и предупреждения травматизма рабочих, проектом предусматриваются следующие меры защиты.

Средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) в соответствии с ГОСТ 12.4.005-85.

Общеобменная вентиляция в плавильном отделении обеспечивается вытяжкой через шахты на крыше. Приток воздуха направляется к рабочим местам в виде воздушных душей. Количество приточного воздуха компенсирует вытяжку общеобменной и местной вентиляции.

Для исключения попадания в атмосферу газа и пыли предусматривается отсос газов в момент плавки, а также в момент загрузки шихты в индукционную печь. Для удаления загрязненного воздуха над местом, где переливается металл из печей в раздаточные ковши, предусмотрен вытяжной зонт.

Вредные газы удаляются через систему местной вытяжной вентиляции при помощи зонтов и местных отсосов ГН 2.1.6.1338-03[12].

Для очистки отходящих газов предусмотрены пылеосадательные камеры. Это позволяет снизить выброс вредных примесей в атмосферу.

4.1.4 Вентиляция, отопление

Основная задача вентиляции – удаление из рабочей зоны загрязненного или перегретого воздуха и подача чистого воздуха, в результате чего в рабочей зоне создаются благоприятные условия воздушной среды по ГОСТ 12.4.021-75.

Местная вентиляция устраняет недостатки естественной вентиляции. При механической вентиляции воздухообмен осуществляется за счет напора воздуха, создаваемого вентиляторами (осевыми и центробежными). В зимнее время воздух подогревается, в летнее время охлаждается и очищается от загрязнений (пыли и вредных паров газов) СНиП 41 – 01 – 2003.

Системы отопления и системы кондиционирования следует устанавливать так, чтобы ни теплый, ни холодный воздух не направлялся на людей. На производстве рекомендуется создавать динамический климат с определенными перепадами показателей. Температура воздуха у поверхности пола и на уровне головы не должна отличаться более, чем на 5 градусов. В производственных помещениях помимо естественной вентиляции предусматривают приточно-вытяжную вентиляцию, как было отмечено выше. Основным параметром, определяющим характеристики вентиляционной системы, является кратность обмена, то есть сколько раз в час сменится воздух в помещении.

Оптимальным вариантом является кондиционирование воздуха, то есть автоматическое поддержание его состояния в помещении в соответствии с определенными требованиями (заданная температура, влажность, подвижность воздуха) независимо от изменения состояния наружного воздуха и условий в самом помещении.

В здание цеха для ассимиляции тепловыделений от технологического оборудования в летнее время выполнена общеобменная вентиляция – аэрация.

При охлаждении форм выделяются газы. Но так как охлаждение происходит на заливочном плаце под кожухом, то в местах входа и выхода форм из под кожуха проектируется местная вытяжная вентиляция.

Процесс извлечения выбивки и отделения огнеупорных оболочекотливок сопровождается выделением пыли. Что бы локализовать эти выделения так же применяется местная вентиляция.

На участке обрубки, заточки и финишных операций все вредные выделения будут удаляться через систему местной вентиляции. Для защиты от воздействий высокой и низкой температур, пламени, облучения, отлетающих искр, окалины и брызг расплавленного металла в цехе в обязательном порядке применяются средства индивидуальной защиты.

В плавильном отделении обеспечивается общеобменная вентиляция вытяжкой через шахты на крыше. В виде воздушных душей приток воздуха направляется к рабочим местам. Компенсирует вытяжку общеобменной и местной вентиляции количество приточного воздуха.

В момент загрузки шихты в индукционную печь и в момент плавки предусматривается отсос газов для исключения попадания в атмосферу газа и пыли в соответствии с ГН 2.1.6.1338 – 03[12]. Для удаления загрязненного воздуха предусмотрен вытяжной зонт над индукционными печами.

Во избежание ухудшения или нарушения состояния здоровья применяется рациональный режим труда и отдыха.

4.1.6 Производственное освещение

Для создания благоприятных условий труда большое значение имеет рациональное освещение. Неудовлетворительное освещение затрудняет проведение работ, ведет к снижению производительности труда и работоспособности глаз и может явиться причиной несчастных случаев.

Естественное и искусственное освещение в рассматриваемом цехе соответствует требованиям СНиП 23-05-95[13]. Естественное освещение в цехе осуществляется через остекление наружных стен, светоаэрационные фонари. Для улучшения условий естественного освещения помещения и техническое оборудование окрашивается в светлые тона, повышающие освещенность рабочих мест за счет отраженного света. Очистка стенового остекления и фонарей производится не реже четырех раз в год.

Искусственное освещение в любую рабочую смену должно быть таким, чтобы можно было выполнять технологические операции и наладку

оборудования без производственных дефектов и травматизма, чтобы исключалось чрезмерное утомление работающего в результате зрительного напряжения.

Также в производственных помещениях предусмотрено аварийное освещение с автономным питанием, которое устанавливается в проходах, коридорах, опасных зонах – движущихся, вращающихся частей машин и электрорубильников. Аварийное освещение планируют 10 % от нормируемого значения.

Светильники стационарного местного освещения питаются электрическим током напряжением не более 42В. Напряжение для светильников переносного освещения не более 42 В. Для безопасного обслуживания светильников применяются приспособления (лестницы, стремянки, мостики с перилами и др.).

Согласно СНиП 23-05-95 [13], разряд зрительной работы IVa (средней точности), нормируемое значение $K_{ЕОн} = 1,5\%$, $E_n = 200$ лк.

Расчет искусственного освещения ведем согласно СНиП 23-05-95.

Расчет светового потока одной лампы определяем по формуле:

,

где E_n - нормированная освещенность, $E_n = 200$ лк;

S - площадь помещения, м²;

Z - коэффициент минимальной освещенности равен 1,15;

k - коэффициент запаса лампы, необходимый для компенсации потерь освещения из-за ее запыленности равен 1,2;

N - число светильников, шт;

η - коэффициент использования светового потока.

Определяем индекс помещения по формуле:

где i – индекс помещения;

S – площадь пролёта, м²;

h_p – высота подвески светильника над рабочей поверхностью, м;

A – длина помещения, м;

B – ширина помещения, м.

С учетом величины i , коэффициента отражения света от потолка 50%, коэффициента отражения от стен 30%, принимаем коэффициент использования светового потока $\eta=0,68$.

Определяем расстояние между светильниками в пролетах L из условия:

где h – высота подвеса светильников, м.

4.1.7 Защита от шума

Исследованиями установлено, что шум является общебиологическим раздражителем и в значительной степени влияет на все органы и системы организма человека. В металлургическом производстве нельзя избежать появления шума, и, следовательно, его вредного влияния на орган слуха человека.

К последствиям воздействия шума на организм человека можно отнести следующее: угнетение центральной нервной системы, изменение скорости дыхания и пульса, нарушение обмена веществ, возникновение сердечнососудистых заболеваний, гипертонической болезни, возможны профессиональные заболевания - выраженный кохлеорный неврит (тугоухость).

Уровень звука в цехе не должен превышать допустимого уровня, значение которого приведено в ГОСТ 12.1.003 – 83 и составляет 80 дБА, в проектируемом цехе будут установлены индукционные, уровень звука которых находится в районе 60 дБА. Уровень звука в проектируемом цехе не превышает допустимого уровня. Условия труда допустимые, класс 2 согласно Р 2.2.2006-05.

4.1.8 Защита от вибрации

Вибрация – сложный колебательный процесс, возникающий при периодическом смещении центра тяжести от положения равновесия или при периодическом изменении формы тела. Источником вибрации является гидравлическим пресс. Эквивалентный уровень виброскорости составляет 80 дБ. Эквивалентный уровень виброускорения принят по нормативам, и равен 92 дБ, фактический уровень - 88дБ. Условия труда при технологических процессах, допустимые, класс 2.

Ликвидация и ослабление вибрации имеет значение для создания благоприятных условий, предотвращения профессиональных заболеваний, но и для продления срока службы конструкций машин и аппаратов улучшения их работы. Ослабление вибрации в соответствии с ГОСТ 12.4.046–78 достигается конструктивными и технологическими мерами:

- 1) Уменьшение засоров в сочленении деталей;
- 2) Уравновешивание и балансировка вращающихся частей для обеспечения плавной работы машин;
- 3) Устранение дефектов и разбалтываемости отдельных деталей, узлов и агрегатов, снабжение вибрирующих агрегатов упругой подвеской и амортизаторами.
- 4) Установка вибрирующих агрегатов на самостоятельный фундамент виброизолированный от пола и других конструкций здания цеха.
- 5) Средства индивидуальной защиты:
для рук: рукавицы и перчатки, вкладыши и прокладки;
для ног: сапоги, полу сапоги, полу ботинки, вкладыши;
для тела: нагрудники, пояса, спец костюмы;
- 6) Режимы работы в контакте с вибрацией:
продолжительность включения оборудования не более 20 минут;
время работы на оборудовании не дольше 2 смен;
продолжительность обеда не менее сорока минут;

7) регламентированные перерывы в работе:

20 минут через 1-2 часа после начала смены;

30 минут через 2 часа после обеда.

4.1.9 Электробезопасность

Литейные цеха относятся к помещениям с повышенной опасностью, вызванной токопроводящим полом с ПУЭ. Для предупреждения попадания работающих под действие электрического тока, в цехе предусматривается ряд мер, обеспечивающих безопасность их работы:

1) Контурная система защитного заземления с ответвлениями соединяющимися с элементами оборудования работающего от сети переменного тока (Рис. 2). Рабочее напряжение 380В, $R_z \leq 4$ Ом; 1 - вертикальный электрод, 2 – соединительная полоса, 3 – водогазопроводная труба.

2) Все токоведущие части оборудования ограждены и изолированы. В целях безопасности применяется блокировка на пультах управления для связи оградительных дверок рубильника с работой электрооборудования. При открывании дверок, благодаря блокировке напряжение автоматически отключается;

3) Все печи имеют изоляцию корпуса. Индукционные печи при подъеме и опускании имеют конечные выключатели, ограничивающие подъем и опускание печи. Корпуса всех печей и электродвигателей заземлены. Для предохранения от поражения электрическим током предлагаются следующие мероприятия;

4) Расположение рабочих мест, исключающее возможность одновременного прикосновения работающих с корпусом оборудования или с оголёнными проводами и с заземленными частями строительных конструкций;

5) Изготовление из несгораемых материалов кожухов для защиты от прикосновения к токоведущим частям оборудования;

- 6) Применение специальных ограждений исключающих возможность прикосновения к элементам оборудования находящегося под напряжением;
- 7) Оснащение пусковых устройств замками не позволяющими включить оборудование если ключ находится в замке, без полного отключения питаемого объекта во время ремонта или осмотра;
- 8) Размещение схем электрооборудования, машин и обозначение окраски проводки на внутренней стороне крышек шкафов электроаппаратуры.
- 9) Укладка кабелей в специальные кабельные каналы покрываемые железобетонными плитами;
- 10) Применение работающими индивидуальными средствами защиты(резиновых перчаток, ковриков);
- 11) Обучение работающих в цехе правилам оказания первой медицинской помощи.

4. 2 Пожарная безопасность

Пожар – неуправляемое, несанкционированное горение веществ, материалов и газоздушных смесей вне специального очага, приносящее значительный материальный ущерб, поражение людей на объектах и подвижном составе, которое подразделяется на наружное и внутреннее, открытое и скрытое.

Горение – это сложный физико-химический процесс превращения компонентов горючей смеси в продукты сгорания с выделением теплового излучения, света и лучистой энергии.

В проектируемом цехе находятся вещества и материалы, способные гореть при воздействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, поэтому, в соответствии с СП 12.13130 – 2009[15], помещение по взрывопожарной и пожарной опасности относится к категории «Г». Общая категория здания по пожарной опасности «Г». Здание цеха относится к 1 степени огнестойкости с пределом огнестойкости 120 мин по СНИП 21–01–97.

Проектируемый цех относится к пожароопасному производству.

В связи с этим, по длине цеха установлены пожарные краны, а на внешней стороне стен здания – пожарные лестницы. Вдоль стен корпуса цеха проложен пожарный водопровод. Цех оборудован пожарной сигнализацией. Для тушения общих возгораний предусмотрены ящики с песком и пенные огнетушители ОП-5. В каждом пролете имеется пожарная сигнализация с установленными пожарными извещателями. В специально отведенных местах на стенах предусмотрены противопожарные стенды, в комплект которых входят лом, лопата, багор, два огнетушителя и два конусных ведра. Связь с единой пожарной службой осуществляется посредством телефона 01. Пожарная безопасность должна соответствовать ГОСТ 12.1.004-91[16].

Расстояние от наиболее удаленного рабочего места до ближайшего эвакуационного выхода в соответствии с СНИП 21-01-97[17] принимается равным не более 100 м. Ширина проходов не мене 1 м. Ширина путей на

путях эвакуации не менее 0,8 м. Высота дверных проемов 2 м с открытием по направлению выхода из здания.

5 ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В современном обществе резко повышается роль промышленной экологии, призванной на основе оценки степени вреда, приносимой природе индустрией, разрабатывать новые инженерно-экономические средства защиты окружающей среды. Всемерно развивать основы создания замкнутых, безотходных и малоотходных технологических циклов и производств. Технологический проект является экологически более безопасным и может быть рекомендован к внедрению, если количество выбросов при эксплуатации новой техники меньше, чем при эксплуатации старой.

Таблица 5. 1 – Перечень вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу

Наименование	ПДК, мг/м ³	Класс опасности	a _i	Кол-во выбрасываемого вещества M _i , т/год
CO	3	4	0,9	20,77
SiO ₂	0,1	3	1	32,57
Fe ₂ O ₃	0,04	3	1	26,17
Аммиак	0,2	4	2	5,98
SO ₂	10	3	1	10,42
NO	5	3	1	8,36
NO ₂	2	3	1	9,65

$$КОП = \left(\frac{32,12}{3}\right)^{0,9} + \left(\frac{39,17}{0,1}\right)^1 \pm \left(\frac{28,18}{0,04}\right) \pm \left(\frac{7,22}{0,2}\right)^2 + \left(\frac{13,29}{10}\right) + \left(\frac{10,32}{5}\right) + \left(\frac{12,28}{2}\right) = 2418,8$$

Очистка сточных вод. Обращение с отходами.

Для очистки используются следующие три способа: механический, биологический, химический:

1) Механическая очистка заключается в извлечении из сточных вод нерастворимых веществ. При этом используется решетки, песколовки, сита, улавливатели, отстойники. При механической очистке сточные воды разделяют только на жидкую и твердую фазы;

2) Химическая очистка состоит в добавлении в сточные воды реагентов, которые вступают в реакцию с загрязняющими веществами, образуя безвредные соединения или вещества, выпадающие в осадок. После

химической очистки жидкая часть сточных вод обычно содержит еще значительное количество нежелательных компонентов. Для их удаления или обеззараживания загрязненную воду подвергают биологической очистке;

3) Биологическая очистка заключается в использовании естественных или искусственных водоемов, в которых под воздействием солнца и воздуха в присутствии соответствующих организмов происходит естественный процесс очистки сточных вод.

Очистка может быть естественная или искусственная. Естественная биологическая очистка сточных вод осуществляется на полях фильтрации, полях орошения, в биологически окислительных прудах и т. д. Для искусственной биологической очистки применяют специальные сооружения. На них при очистке образуется биомасса микроорганизмов-деструкторов, которую периодически удаляют или обрабатывают. Эти сооружения называются биологическими фильтрами.

В биофильтрах процесс извлечения органических веществ активным илом идет медленно и работают только поверхностные слои активного ила. Для ускорения процесса по дну биофильтра прокладывают трубы для продувания. В аэрофильтрах весь ил задействован и происходит постоянная пропитка кислородом. После прохождения третьего этапа очистки вода проходит стадию обеззараживания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной дипломной работе разработан цех точного литья с производительностью 4500 тонн в год.

Цех в состоянии удовлетворять потребности машиностроительных предприятия, принимать индивидуальные заказы , а также принимать заказы от ремонтных цехов по обслуживанию машиностроительного оборудования.

Относительное высокое качество продукции достигается при помощи соблюдения технологии производства, что в дальнейшем позволит совершенствовать и улучшать высокое качество поверхности с наименьшими затратами.

Если рассматривать экологический аспект планировки производства, то оно окажет незначительное воздействие на окружающую среду, все вредные примеси, с которыми пришлось столкнуться в производстве располагаются на территории предприятия, а за тем вывозятся на переработку. Также роль играют индукционные печи ,которые имеют низкие показатели выбросов в окружающую среду.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сафронов В. Я. Справочник по литейному оборудованию. - М.: Машиностроение, 1985. - 320 с.
2. Чуркин Б. С., Гофман Э. Б. Методические указания к дипломному проектированию: В 4 ч. - Екатеринбург: Свердл.инж.-пед.ин-т., 1991. - Ч. 2. - 51 с.
3. Чуркин Б. С., Гофман Э. Б. Методические указания к дипломному проектированию: В 4 ч. - Екатеринбург: Свердл.инж.-пед.ин-т., 1989. - Ч. 1. - 88 с.
4. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. – Введ. 01.03.2008. – М: Новая редакция, 2008 – 53 с.
5. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение. – Введ. 01.01.1996 – М.: Минстрой России, 1996. – 53 с.
6. Литье по выплавляемым моделям / Иванов В. Н., Казеннов С. А., Курчман Б. С., Лященко, Под ред. Шкленник Я. И., Озеров В. А. - 3 изд. - М.: Машиностроение, 1984. - 408 с.
7. Специальные способы литья: учебное пособие / Чуркин Б. С., Чуркин А. Б., Категоренко Ю. И., Под ред. Чуркина Б. С. - Екатеринбург: Изд-во проф.-пед. ун-та, 2012. - 189 с.
8. Чуркин Б. С. Экономика и управление производством: учебное пособие. - Екатеринбург: Изд-во Урал.гос.проф.-пед. ун-та, 1999. - 91 с.
