

РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 94 листа машинописного текста, 3 рисунка, 28 таблиц, 15 источников литературы, 1 приложение и графическую часть на 4 листах формата А1

Дипломный проект посвящен проектированию литейного цеха по изготовлению отливок из чугуна производительностью 13500 тонн в год.

В дипломном проекте разработан технологический процесс изготовления отливки «Корпус насоса» из чугуна марки СЧ20 ГОСТ 1412-85 в соответствии с техническими требованиями на литую деталь. После анализа технологичности отливки предложено изготовление отливки «Корпус насоса» в разовую песчано-глинистую форму с использованием холоднотвердеющей смеси для стержней по Cold-box-amin-процессу. Разработаны и рассчитаны элементы литейной формы, выбран состав формовочных и стержневых смесей, определен состав шихты и технология плавки чугуна.

Выполнены необходимые расчеты по основным отделениям цеха, выбрано основное производственное оборудование и рассчитано его количество.

В проекте также рассмотрено экономическое обоснование и вопросы обеспечения безопасности жизнедеятельности и охраны окружающей среды.

Из м	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.	Апатов				Проектирование литейного цеха по изготовлению отливок из чугуна производительностью 13500 тонн в год	Лит.	Листов	Лист
Провер.	Бекетова					Д	100	3
Т.конт						ФГАОУ ВО РГППУ ИИПО, Кафедра МСП, Группа НТ-411СЛП		
Н.конт	Категоренко							
Утв.	Гузанов							

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	8
1.1 Проектно-технологические решения	8
1.1.1 Производственная программа	8
1.1.2 Структура литейного цеха	9
1.1.3 Режим работы и фонды времени	10
1.2 Плавильное отделение	12
1.2.1 Составление баланса металла	16
1.2.2 Выбор и расчет оборудования плавильного отделения	17
1.2.3 Расчет потребности в ковшах	20
1.3 Формовочно-заливочно-выбивное отделение	22
1.3.1 Технология изготовления форм	23
1.3.2 Выбор оборудования для участка формовки	24
1.3.3 Определение числа автоматических линий	30
1.4 Стержневое отделение	31
1.5 Смесеприготовительное отделение	36
1.6 Термообрубное отделение	38
1.7 Склады литейных цехов	42
1.8 Внутрицеховые лаборатории	45
1.9 Вспомогательные отделения и участки цеха	45
1.10 Внутрицеховой транспорт	45
2 ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ «КОРПУС НАСОСА»	47
2.1 Анализ технологичности изготовления детали	47
2.2 Выбор положения отливки в форме	48
2.3 Определение поверхности разъема	48
2.4 Определение припусков на механическую обработку	49
2.5 Определение формовочных уклонов	49

						лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		4

2.6	Определение количества и конструкции стержней	49
2.7	Разработка конструкции и расчет литниковой системы	50
2.8	Определение габаритов опок	54
2.9	Разработка технологии сборки и заливки форм, охлаждение, выбивки, обрубки и очистки отливок	54
2.10	Разработка системы контроля технологии и качества отливки	56
3	ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА	57
3.1	Основные производственные фонды и амортизационные отчисления	57
3.2	Материально-энергетические затраты	60
3.3	Штаты цеха и фонды заработной платы	62
3.4	Смета расходов на содержание и эксплуатацию оборудования цеха	66
3.5	Смета цеховых расходов	67
3.6	Расчет себестоимость годовой программы и одной тонны годного литья	68
3.7	Технико-экономические показатели работы литейного цеха. Экономическая эффективность проекта	69
4	БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	72
4.1	Общая характеристика литейного цеха	72
4.2	Анализ опасных и вредных производственных факторов	75
4.2.1	Вредные вещества	75
4.2.2	Вибрация	77
4.2.3	Шум	78
4.2.4	Электромагнитные излучения	79
4.2.5	Освещение	79
4.2.6	Электробезопасность	80
4.2.7	Пожаровзрывобезопасность	81
5	ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ	83
5.1	Безопасность производственных процессов и оборудования	83

						лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		5

плановых ремонтах, установленное нормами системы планово–предупредительных ремонтов.

Календарный фонд времени составляет 8760 часов.

Для определения действительного фонда времени работы рабочих из номинального фонда времени вычитается время пребывания рабочего в отпуске.

В случае пятидневной рабочей недели, восьмичасовой смены номинальный фонд времени составляет для рабочих $\Phi_{н}=2070$ часов и для оборудования $\Phi_{н}=4140$ часов.

Действительный фонд времени составляет [3]:

$$\Phi_{д} = \frac{\Phi_{н} \cdot (100 - \alpha)}{100}, \quad (1)$$

где $\Phi_{н}$ – номинальный фонд времени, ч;

α – потери времени, %.

Расчет действительного фонда времени для оборудования представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Действительный годовой фонд времени работы оборудования

Оборудование	Число смен в сутки	Номинальный фонд времени $\Phi_{н}$, ч	Потери времени α , %	Действительный фонд времени $\Phi_{д}$, ч
1	2	3	4	5
Оборудование плавильного отделения	2	4140	4	3974
Оборудование подготовки смеси	2	4140	5	3933
Оборудование формовочного отделения	2	4140	6	3892
Оборудование стержневого отделения	2	4140	5	3933
Оборудование термообрубного отделения	2	4140	4	3974
Печи термические	2	4140	3	4016

						лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		11

1.2.1 Составление баланса металла

В проектируемом цехе материалом для отливок служит чугун марки СЧ20 ГОСТ 1412-85. Химический состав чугуна представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Химический состав СЧ20

Обозначение по ГОСТ 1412-85	Массовая доля элементов, %						Примеси не более, %	
	C		Si		Mn		S	P
	min	max	min	max	min	max		
СЧ20	3,300	3,500	1,400	2,400	0,700	1,000	0,150	0,200

На основании ведомости расхода металла на залитые формы составляем баланс металла (таблица 5).

Металлозавалка рассчитывается по формуле [3]:

$$M = \frac{\Gamma + Л + Б}{100 - П} \cdot 100, \quad (2)$$

где M – годовая металлозавалка по выплавляемой марке, т;

Γ – масса годных отливок, т;

Б – масса бракованных и опытных, отливок, технологических проб, т;

Л – масса литников и прибылей, т;

П – безвозвратные потери металла, %.

После расчета металлозавалки определяются остальные значения статей.

$$M = \frac{13500 + 2663,210 + 540}{94} \cdot 100 = 17769,41 \text{ т.}$$

Таблица 5 – Баланс металла

Наименование статей	СЧ20	
	%	т
1. Годные отливки	75,97	13500,04
2. Брак отливок	3,04	540,00
3. Литники и прибыли	14,99	2663,21
4. Технологические пробы	1,00	177,69
5. Сливы и сплески	2,00	355,39
Итого жидкого металла	97,00	17236,33

						лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		18

При плавке обычных чугунов можно пренебречь угаром Mn, Cr и других компонентов ввиду их малой концентрации. Если концентрация их достигает более 1%, угар становится заметным (до 20...25%). Общий угар в режиме плавления зависит от степени окисленности шихты. При плавке на кусковой шихте он не превышает 3%.

Расчетное количество плавильных агрегатов P_1 определяется по формуле [3]:

$$P_1' = \frac{V_{\Gamma} \cdot K_{\text{Н}}}{\Phi_{\text{Д}} \cdot N'_{\text{расч}}}, \quad (3)$$

где V_{Γ} – годовое количество потребляемого жидкого металла (с учетом брака);

$\Phi_{\text{Д}}$ – годовой действительный фонд времени рассчитываемого оборудования;

$N'_{\text{расч}}$ – производительность оборудования (расчетная), принятая исходя из прогрессивного опыта его эксплуатации;

$K_{\text{Н}}$ – коэффициент неравномерности потребления и производства. В условиях массового и крупносерийного производства $K_{\text{Н}} = 1,0 \dots 1,2$.

$$P_1' = \frac{16703,25 \cdot 1,3}{3974 \cdot 3} = 1,88.$$

Число единиц оборудования (P_2'), принимаемое к установке в цехе, определяется по формуле [3]:

$$P_2' = \frac{P_1'}{K_3}, \quad (4)$$

где K_3 – коэффициент загрузки ($K_3 = 0,7 - 0,85$).

$$P_2' = \frac{1,88}{0,8} = 2,26.$$

Принимаем $P_2' = 3$; Фактическая величина коэффициента загрузки проверяется по формуле [3]:

$$K_{\text{зп}} = \frac{P_1'}{P_2'}, \quad (5)$$

						лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		22
	т			а		

$$K_{зп} = \frac{1,88}{3} = 0,63.$$

Для выплавки СЧ20 принимаем к установке три индукционные тигельные печи средней частоты MFT Ge 3000 фирмы ОТТО JUNKER.

1.2.3 Расчет потребности в ковшах

При расчете количества ковшей учитываются:

- время ожидания ковша у печи, наполнение металлом,
- продолжительность модифицирования;
- время доставки ковша на участок разливки;
- время раздачи металла из ковша;
- время возврата пустого ковша;
- время выдержки ковша до остывания металла до нужной температуры.

Периоды работы и ремонта ковшей (разливочных и раздаточных):

- | | |
|---|--------------|
| • непрерывная работа | 3...4 ч. |
| • остывание до ремонта | 0,5...0,7 ч. |
| • текущий ремонт | 0,5...1,0 ч. |
| • установка под желоб, выпуск металла | 0,5 ч. |
| • капитальный ремонт и подогрев | 2...3 ч. |
| • сушка и разогрев после капитального ремонта | 2...3 ч. |

Выбираем разливочный ковш емкостью 1 тонна и раздаточный емкостью 3 тонны. В проектируемом цехе ковши подогреваются перед каждой плавкой до температуры 600...700 °С. Ремонт ковшей производится на участке ремонта ковшей. Сушка ковшей осуществляется после каждого ремонта перед плавкой на специальном стенде при температуре 800...900 °С.

Расчет разливочных ковшей проводится по формуле [3]:

						лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		23

$$n = \frac{B_r \cdot t}{\Phi_d \cdot Q}, \quad (6)$$

где B_r – годовое количество потребляемого жидкого металла, т;

t – средний цикл оборота ковша, ч; $t=0,25$;

Q – емкость ковша, т;

n – количество одновременно работающих ковшей, шт.

$$n = \frac{16703,25 \cdot 0,25}{3974 \cdot 1} = 1,08.$$

Число ковшей, находящихся в ремонте [3]:

$$n_{кр} = \frac{n \cdot \tau_p \cdot n_p \cdot K_H}{\Phi_d}, \quad (7)$$

где $n_{кр}$ – число ковшей находящихся в ремонте, шт;

n – число ковшей находящихся в работе, шт;

τ_p – общая длительность ремонтного цикла, $\tau_p=16$ ч.

n_p – число ремонтов в год, $n_p=250$ шт.

$$n_{кр} = \frac{1,08 \cdot 16 \cdot 250 \cdot 1,1}{3974} = 1,19.$$

Таким образом, количество ковшей, необходимое для обеспечения бесперебойной работы цеха, соответствует 2 штукам.

Учитывая, что число резервных ковшей не должно быть меньше двух, принимаем количество разливочных ковшей в проектируемом цехе 4 шт.

Расчет раздаточных ковшей проводится по формуле (6):

$$n = \frac{16703,25 \cdot 0,45}{3974 \cdot 3} = 0,65.$$

Число ковшей, находящихся в ремонте по формуле (7):

$$n_{кр} = \frac{0,65 \cdot 16 \cdot 250 \cdot 1,1}{3974} = 0,72.$$

Таким образом, количество ковшей, необходимое для обеспечения бесперебойной работы цеха, соответствует 1 штуке.

						лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		24

Учитывая, что число резервных ковшей не должно быть меньше двух, принимаем количество раздаточных ковшей в проектируемом цехе 3 шт.

1.3 Формовочно-заливочно-выбивное отделение

Исходя из габаритов и номенклатуры отливок выбираем линию HSP, разработанного компанией HWS.

В производстве чугунных отливок использование этого процесса позволяет резко сократить технологический цикл за счет ликвидации объемной или поверхностной сушки форм, повысить производительность и улучшить условия труда, все технологические операции выполняет один рабочий и это позволяет сократить затраты на заработной плате, к тому же применяются не комбинированные способы уплотнения, а заменяется воздушно-импульсным уплотнением, что сказывается на качестве формы.

Изготовление форм на основе Сейатсу процесса упрощает применение современных методов управления процессом формирования свойств отливок, которые при использовании обычных формовочных смесей вызывают большие затруднения. К таким методам относятся: получение форм с регулируемой толщиной; комбинаций смесей с различными теплофизическими свойствами; выбор смесей с определенными пластическим и деформационными характеристиками. Опыт показывает, что в массовом производстве переход от общепринятой сырой формовки к Сейатсу, дает возможность существенно улучшить качество, снизить или полностью исключить такие дефекты, как засоры, газовые раковины, нарушение геометрии, а главное существенная экономия, так как не применяются дорогостоящие связующие.

						лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		25

1.3.1 Технология изготовления форм

Изготовление полуформ осуществляется по доставленной с модельного склада оснастке. Уплотнение формовочной смеси осуществляется способом Сейатсу. Формовочная смесь засыпается через ленточный конвейер в опоку и наполнительную рамку, после заполнения машинный стол поднимает модельную оснастку и прижимает к прессовой плите. Таким образом, весь объем формы герметично закрывается. Затем кратковременно открывается клапан формовочной машины Сейатсу. Сжатый воздух проходит через формовочную смесь от ее верха до подмодельной плиты, и выходит через венты. Под действием потока воздуха смесь уплотняется, и полость формы равномерно заполняется частицами смеси. Осуществляется чистое прилегание смеси к контуру модели с четким очертанием. Плотность формовочной смеси повышается в сторону подмодельной плиты. Поэтому наибольшее уплотнение достигается в слоях вблизи модели. Окончательную прочность получает форма при последовательном прессовании плоской прессовой плитой. Давление и продолжительность воздействия потока сжатого воздуха можно регулировать. Этим можно достигать оптимальной твердости формы для каждого случая. Изготовление форм происходит с малым шумом и без сотрясения. Уровень шума для машины HSP-3D ниже 80 dB(A). Следовательно, достигается улучшение условий труда для всех работающих в литейном цехе.

Для чугунных отливок при использовании подобных методов формообразования рекомендуют состав формовочной смеси:

- оборотная смесь 94...95% масс;

						лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		26
	т			а		

- песок 2K₂O₂02 ГОСТ 2138-91 5...6% масс;
- бентонитовая глина П1Т₂ ГОСТ 28177-89 0,8...1,0% масс;
- графит ГОСТ4404-78 до 1,5%.

Свойства формовочной смеси:

- прочность при сжатии 0,7...0,8 МПа;
- влагосодержание 3,2...3,8%;
- газопроницаемость не менее 100 ед.;
- содержание активного бентонита 7,0...8,0%.

В результате химического и механического взаимодействия формы или стержня с жидким сплавом, недостаточной огнеупорности и увеличенной пористости смесей, а также высокой температуры заливки на отливках образуется пригар. Для борьбы с ним применяют специальные противопопригарные материалы.

Каменный уголь. В состав смеси вводят добавки каменного угля в измельченном состоянии следующего состава, в %:

- летучие вещества не менее 30%,
- сера не более 2 %;
- зола не более 11 %;
- влага не более 12 %.

При нагревании формы жидким сплавом частицы угольной либо сланцевой пыли выделяют летучие вещества и сгорают с образованием окиси углерода, при этом между сплавом и формой образуется газовая прослойка, которая исключает возможность смачивания зерен песка сплавом и образования пригара.

1.3.2 Выбор оборудования для участка формовки

Для определения годового числа форм, а также объема стержней и формовочной смеси на годовую программу составим ведомость изготовления и сборки форм, представленной в таблице 6. Изготовление форм – наиболее

						лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		27

Окончание таблицы 6

Название отливки	Объем смеси для одной формы, м ³				Объем формовочной смеси на годовую программу, м ³
	объем опоки	объем залитого металла	объем стержней	объем уплотненной смеси	
1	12	13	14	15	16
27.Полумуфта Н14.2.923.001	0,1750	0,0089	0,0048	0,1613	838,95
28.Корпус сальника	0,1750	0,0049	0,0108	0,1593	828,43
29.Корпус подшипника	0,1750	0,0039	0,0080	0,1631	848,08
30.Корпус передний	0,6400	0,0168	0,0114	0,6118	3181,49
					71788,50

2.3.3 Определение числа автоматических линий

Расчетное количество автоматических линий для формовочно-заливочно-выбивных отделений при поточном производстве P_1 определяется по формуле [3]:

$$P_1 = \frac{n}{K_{\sigma} N_{п.расч} \Phi_{д}}, \quad (9)$$

где n – годовое число форм, изготавливаемых на линии, шт.;

K_{σ} – коэффициент, учитывающий потери из-за брака форм и отливок;

$N_{п.расч}$ – принятая тактовая (расчетная) производительность автоматического оборудования, шт./ч;

$\Phi_{д}$ – действительный годовой фонд времени, ч.

Расчетную производительность определим по формуле (2.9):

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		лист
	т			а		33

Техническая характеристика стержневого автомата LAEMPE-LB30:

Габаритные размеры стержневого ящика, мм

- в плане 1200x1000;
 - по высоте 800;
- Производительность цикловая, съёмов/ч 30;
- Объем вдува (max), кг 45.

Расчетное количество стержневых автоматов определяется по формуле (9):

$$P_1 = \frac{152426,42}{0,90 \cdot 30 \cdot 3933} = 1,42.$$

Число единиц оборудования, принимаемое к установке в цехе, определяется по формуле (4):

$$P_2 = \frac{1,42}{0,9} = 1,56.$$

Принимаем два автомата LAEMPE-LB30. Фактическая величина коэффициента загрузки проверяется по формуле (5):

$$K_{зст} = \frac{1,56}{2} = 0,71.$$

Свойства стержневой смеси:

- прочность при растяжении через 1 час 0,3...0,4 МПа;
- прочность при растяжении через 2 часа 0,4...0,5 МПа;
- прочность при растяжении через 24 часа 0,8...1,0 МПа;
- газотворность менее 15 см³/г;
- живучесть 10...15 мин.

Стержни укладывают на стеллажи и подают на склад стержней, откуда их электрокарами передают на участок формовки.

						лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		38
	т			а		

- время смешения – 90 с;
- мощность привода:
 - ротора – 110 кВт,
 - чаши – 55 кВт.

Порядок приготовления: сухие компоненты (оборотная смесь и песок кварцевый) перемешать в течение 20...30 с, затем засыпается бентонит, потом подается вода. Общая продолжительность перемешивания – не менее 90 с.

Расчетное количество смесителей марки SAM-30 рассчитаем по формуле (9):

$$P_1 = \frac{120614,67 \cdot 1,2}{30 \cdot 3933} = 1,23.$$

Число единиц оборудования, принимаемое к установке в цехе, рассчитывается по формуле (4):

$$P_2 = \frac{1,23}{0,8} = 1,47.$$

Значит, к установке в цехе принимаем два смесителя марки SAM-30. Фактическая величина коэффициента загрузки проверяется по формуле (5):

$$K_{зс} = \frac{1,23}{2} = 0,61.$$

После выбивной решётки отработанная смесь попадает на переработку, которая заключается в механической переработке смеси.

Элементарная регенерация заключается в размалывании крупных кусков смеси, ее магнитной сепарации и просеивании. Такой способ переработки позволяет использовать в формовочной смеси до 100% отработанной смеси. Восполнение свежим песком осуществляется в объеме потерь при формовке и переработке смеси.

1.6 Термообрубное отделение

В термообрубном отделении выполняются следующие операции: очистка отливок от остатков смеси и стержней, отделения литников, термообработка, исправление дефектов, зачистка отливок.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		лист
	т			а		41

В термообрубном отделении выполняются следующие операции: очистка отливок от остатков смеси и стержней, отделения литников, термообработка (если предусмотрена технологически процессом), заварка дефектов, зачистка отливок.

Отливки, поступающие из формовочного отделения, попадают в дробеметный барабан, затем отливки помещают в термопечь, после термообработки - в дробеметную камеру.

Барабан дробеметный конвейерный периодического действия модели 42246Н предназначен для очистки отливок от пригара и остатков формовочной земли, а также поковок и штамповок от окалины и ржавчины. Разработан специально под особо тяжелые работы. Имеет дополнительный натяжной вал конвейера пластинчатого (пода). Все привода выполнены с клиноременными передачами для облегчения условий пуска.

Температура отливок, загружаемых в барабан, не должна превышать 70 °С.

Технические характеристики дробеметного барабана конвейерного периодического действия модели 42246Н фирмы «Амурлитмаш» [7]:

- максимальный размер обрабатываемых деталей, мм 1100x1000x1000;
- напряжение, В 380;
- максимальная масса загрузки, кг 3000;
- высота, мм 5300;
- ширина, мм 5800;
- длина, мм 7405;
- производительность, т/ч 4.

Расчетное количество оборудования определим по формуле (3).

$$P'_1 = \frac{16703,25 \cdot 1,2}{3974 \cdot 4} = 1,26.$$

Число единиц оборудования (P'_2), принимаемое в цехе, определяется по формуле (4):

$$P_2 = \frac{1,26}{0,8} = 1,51.$$

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		лист
	т			а		42

Фактическая величина коэффициента загрузки проверяется по формуле (2.5):

$$K_{зб} = \frac{1,26}{2} = 0,63.$$

Таким образом, принимаем в цехе два дробебетных барабана периодического действия модели 42246Н фирмы «Амурлитмаш».

Термическая обработка серого чугуна производится с целью снятия внутренних напряжений в отливке, повышения твердости и прочности детали.

Далее для улучшения структуры, изменению твердости, прочности и пластичности, отливка подвергается термической обработке. Данная отливка сложной конфигурации подвергается низкотемпературному графитизирующему отжигу (680...750 °С). Продолжительность отжига зависит от требуемой конечной структуры и составляет до 10 часов. В случае образования окалины, отливку подвергают повторной очистке в дробебетной камере.

Для термообработки применяются печи электрические камерные с выкатным подом, просты по конструкции, универсальны для различных изделий и технологических процессов, позволяют широко варьировать режимы термообработки. Печи укомплектованы волокнистой теплоизоляцией, современными системами нагрева, тиристорными системами управления.

Технические характеристики печи ТермоМастер – ДО-13.20.15/1000:

- размеры рабочей камеры, мм 3000x2000 x2000;
- размеры печи, мм 6200x3500 x4500;
- мощность, кВт 200;
- масса садки печи, т 5.

Производительность термической печи находим по формуле [3]:

$$N_{\text{печи}} = (V_{\text{печи}} \cdot \rho_{\text{укл}}) / \tau_{\text{то}}, \quad (11)$$

где $V_{\text{печи}}$ – объем садки печи, м³;

$\tau_{\text{то}}$ – время термической обработки, час;

$\rho_{\text{укл}}$ – плотность укладки отливок в печь, т/м³.

$$N_{\text{печи}} = (10 \cdot 3) / 10 = 3 \text{ т/ч},$$

						лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		43

- количество турбин 3;
- мощность мотора турбины, кВт 15;
- максимальная нагрузка на крюк, кг 2000;
- высота, мм 5500;
- ширина, мм 5000;
- длина, мм 8000;
- производительность, т/ч 3.

Расчетное количество оборудования определим по формуле (3).

$$P'_1 = \frac{14040,00 \cdot 1,2}{3974 \cdot 3} = 1,41.$$

Число единиц оборудования (P'_2), принимаемое в цехе, определяется по формуле (4):

$$P_2 = \frac{1,41}{0,8} = 1,76.$$

Фактическая величина коэффициента загрузки проверяется по формуле (5):

$$K_{зф} = \frac{1,41}{2} = 0,705.$$

Таким образом, принимаем в цехе две дробебетные камеры проходного типа с подвесными, вращающимися, крюками – ВКР-1200.

1.7 Склады литейных цехов

Склады оборудованы двумя мостовыми кранами грузоподъемностью 20 тонн. На территории пролета происходит погрузка шихты в бадьи. Бадья с шихтой подается в плавильное отделение тележкой.

Все формовочные и шихтовые материалы поступают в цех с базисного склада.

Для обеспечения бесперебойной работы литейного цеха необходимо иметь достаточный запас всех формовочных материалов.

						лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		45
	т			а		

1.8 Внутрицеховые лаборатории

Ряд исходных материалов, применяемых в цехе, требует перед запуском в работу контрольной проверки, подтверждающей соответствие материалов требованиям. Для выполнения таких анализов, а также анализов в процессе производства, в цехе работают: экспресс-лаборатория и лаборатория формовочных материалов.

1.9 Вспомогательные отделения и участки цеха

В целях обеспечения безостановочной работы технологического и подъемно-транспортного оборудования в цехе предусматривается ремонтно-слесарное отделение. В задачи ремонтно-слесарного отделения входит проведение текущего, профилактического и среднего ремонтов, технологического ремонта оборудования цеха, согласно графику планово-предупредительных ремонтов.

Кроме того в цехе предусмотрены служба механика, наладчика и электрослужба, которые обеспечивают бесперебойную работу цеха.

1.10 Внутрицеховой транспорт

Литейное производство характеризуется многократным перемещением больших количеств различных грузов. Поэтому транспортные операции являются важной составляющей производственного процесса.

Внутри цеха формовочная смесь транспортируются по ленточным конвейерам. Формовочный песок транспортируется с базисного склада пневматическим транспортом.

Для подъема грузов в цехе используются следующие подъемно – транспортные средства: краны, ручные и электрические тележки, различного типа конвейеры, установки трубопроводного транспорта, вспомогательные устройства:

						<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i> <i>а</i>		48

2 ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ «КОРПУС НАСОСА»

Изготовление отливки «Корпус насоса» с заданными линейными размерами, конфигурацией, физико-механическими свойствами (прочность, твердость, плотность, структура и т.п.), шероховатостью поверхности и другими требованиями может осуществляться различными методами. При этом могут быть использованы различные типы и конструкции форм, конструктивные и технологические решения по отдельным элементам формы (стержням, литниковой системе, прибылям и т.п.), разнообразные технологические процессы на всех этапах изготовления отливки (приготовление формовочных и стержневых смесей, плавка и разливка металла, изготовление форм, обрубка, очистка и термообработка отливок и т.п.). Поэтому в конкретных условиях производства разрабатывается оптимальный технологический процесс, обеспечивающий стабильное выполнение требований чертежа и технических условий на деталь и отливку при минимальных затратах труда и материальных средств.

2.1 Анализ технологичности изготовления детали

Анализ чертежа детали показывает, что ее конструкция достаточно технологична для изготовления литьем. Масса детали – 17,5 кг. Деталь не имеет резких переходов толщин стенок, минимальная толщина – 12 мм, габаритные размеры детали 316x254x144 мм. Минимальные литейные радиусы 5 мм. К детали предъявляется особых требований по герметичности.

При проектировании технологии отливки необходимо обеспечить получение плотного металла без усадочных и газовых раковин на поверхности.

Выбор наиболее эффективного способа изготовления определяется на основе комплексного анализа технической, организационной и экономической целесообразности.

						лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		50

Выбор способа изготовления отливок зависит от ряда факторов (серийности выпуска, конструкции отливки, вида металла, требований к готовой детали и т.д.) и часто требует проведения специальных расчетов.

Конфигурация внутренних полостей, отверстий, обрабатываемых поверхностей и расположение баз механической обработки удовлетворяют требованиям технологии литейного производства в разовые песчано-глинистые формы.

2.2 Выбор положения отливки в форме

Положение отливки в форме при заливке и затвердевании определяет весь технологический процесс.

В данном случае отливка должна располагаться в форме горизонтально. В этом случае обеспечивается надежное крепление стержня и отсутствие деформации или смещения под действием собственной массы и при заливке металла. Выбранное положение обеспечит кратчайший путь прохождения металла от литниковой системы к отливке, минимальное количество разъемов модели и формы, минимальную сложность оснастки, трудоемкость ее изготовления.

2.3 Определение поверхности разъема

Разъем формы необходим для извлечения модели, сборки формы и удаления полученных отливок. От выбранного разъема зависит трудоемкость изготовления модельной оснастки и литейной формы, трудоемкость обрубных операций и точность размеров отливки.

При изготовлении данной отливки песчаная форма имеет одну поверхность разъема. Отливка в данном случае располагается в обеих полуформах.

Выбранное положение отливки в форме и разъем обеспечивает отвод газов из полости в форме, образующихся при заливке расплавленного металла.

						<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i> <i>а</i>		51

2.4 Определение припусков на механическую обработку

Размер отливки отличается от размеров детали на величину припусков на механическую обработку. Припуски на механическую обработку для отливок из черных и цветных металлов и сплавов назначаются по ГОСТ Р53464-2009 в зависимости от класса точности и ряда припусков на механическую обработку. Точность отливки 9-10-12-13 ГОСТ Р53464-2009. Отверстия, канавки и пазы малого размера, у которых по чертежу детали предусмотрена механическая обработка, в отливках не выполняются.

Припуски на механическую обработку устанавливаются по ГОСТ Р53464-2009.

Величины припусков приведены на чертеже элементов литейной формы и отливки.

2.5 Определение формовочных уклонов

Для лёгкого извлечения модели из формы, на ее рабочей поверхности задаются формовочные уклоны. Величины этих уклонов назначаются по ГОСТ 3212-92. При использовании алюминиевых моделей формовочные уклоны для данной отливки до 1 °.

При массовом и серийном производстве отливок выполняется постоянный монтаж моделей на плитах. Модельная оснастка из алюминиевого сплава наиболее экономичная, лёгкая, износостойкая (выдерживает до 100000 съёмов при машинной формовке).

2.6 Определение количества и конструкции стержней

Конструкция стержня должна обеспечивать удобное его изготовление, сушку, транспортировку и установку в форму. Стержень должен занимать в форме точно фиксированное положение, не деформируясь под действием собственной массы и от

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		лист
	т			а		52

действия жидкого металла. Вместе с тем должно быть обеспечено легкое его удаление из отливки.

Конструкции стержней определяются чертежом отливки, конструкция и размеры знаков стержней, величины зазоров между знаками форм и стержней, конструктивное оформление и размеры фиксаторов на знаках выполняются в соответствии с ГОСТ 3212-92.

Для изготовления данной отливки требуется два вида стержней. Стержень №1 занимает горизонтальное положение, габаритные размеры стержня 330x230 x182 мм. Зазор между формой и знаком стержня для модельного комплекта второго класса точности, изготовленного из металла, равен $S_1=0,5$ мм для нижней полуформы, $S_1=0,7$ мм для верхней полуформы. Уклон на знаке стержня 10° .

2.7 Разработка конструкции и расчет литниковой системы

Литниковая система состоит из литниковой чаши или воронки, стояка, зумпфа, шлакоуловителя и питателей. Питатели непосредственно примыкают к полости формы, они выполнены так, чтобы литниковую систему можно было легче отделить, не повредив отливку. Для определения размеров каналов литниковой системы воспользуемся методикой расчета при заливке форм из поворотного ковша.

Оптимальную продолжительность заливки форм определим по формуле [9]:

$$\tau_{\text{опт}} = S \cdot \sqrt[3]{\delta \cdot m}, \quad (14)$$

где $\tau_{\text{опт}}$ – оптимальная продолжительность заливки, с;

S – коэффициент продолжительности заливки, зависящий от температуры заливки, рода сплава, места подвода, материала формы и ряда других факторов;

δ – преобладающая толщина стенки отливки, мм;

m – масса жидкого металла, приходящегося на одну отливку с литниками и прибылями, кг;

						лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		53

Подставляя в формулу (14) значения коэффициента $S = 2$ (для отливок из чугуна), преобладающая толщина стенки отливки $\delta = 12$ мм, $m = 20$ кг получим:

$$\tau_{\text{опт}} = 2 \cdot \sqrt[3]{12 \cdot 20} = 12,43 \text{ с.}$$

Определим среднюю скорость подъема уровня расплава в форме в процессе заливки. Она рассчитывается из условия, при котором отсутствуют недоливы и спаи в отливке [9]:

$$V_{\text{ср}} = \frac{C}{\tau_{\text{опт}}} \geq V_{\text{доп}}, \quad (15)$$

где $V_{\text{ср}}$ – средняя скорость подъема уровня расплава в форме, мм/с;

C – высота отливки по положению в форме, мм;

$\tau_{\text{опт}}$ – оптимальная продолжительность заливки, с;

$V_{\text{доп}}$ – допустимая скорость подъема уровня расплава в форме, мм/с;

Подставляя в формулу (15) значения высоты отливки $C = 152$ мм, $\tau_{\text{опт}} = 12,43$ с, получим:

$$V_{\text{ср}} = 152/12,43 = 12,2 \text{ мм/с.}$$

Полученное значение $V_{\text{ср}}$ соответствует допустимому значению 20...10 мм/с для отливок из чугуна с толщиной стенки 4..10 мм.

$$V_{\text{ср}} = \frac{C}{\tau_{\text{опт}}} \geq V_{\text{доп}}$$

Суммарную площадь узкого сечения литниковой системы, обеспечивающей оптимальную продолжительность заливки формы, определим по формуле [9]:

$$F_{\text{уз}} = \frac{m}{\mu_{\text{ф}} \cdot \tau_{\text{опт}} \cdot \rho \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_{\text{ср}}}}, \quad (16)$$

где $F_{\text{уз}}$ – суммарная площадь узкого сечения литниковой системы для одной отливки, м²;

m – масса жидкого металла, приходящегося на одну отливку литниками прибылями, кг;

$\tau_{\text{опт}}$ – оптимальная продолжительность заливки, с;

$\mu_{\text{ф}}$ – общий гидравлический коэффициент сопротивления формы;

						лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		54

ρ – плотность заливаемого расплава, кг/м³;

H_{cp} – средний металлостатический напор в форме, м.

Средний металлостатический напор в форме определяется по формуле [9]:

$$H_{cp} = H - \frac{P^2}{2 \cdot C}, \quad (17)$$

где H – напор металла от уровня металла в воронке до питателей, мм;

P – высота отливки над питателем, мм.

$$H_{cp} = 200 - 105^2/2 \times 152 = 163,73 \text{ мм} = 0,164 \text{ м}$$

Подставляя в формулу (16) значения $m = 20$ кг; $\mu_{\phi} = 0,41$; $\tau_{\text{опт}} = 12,43$ с; $\rho = 7000$ кг/м³; $g = 9,81$ м/с²; $H_{cp} = 0,164$ м определим суммарную площадь узкого сечения литниковой системы для одной отливки:

$$F_{уз} = \frac{20}{0,41 \cdot 12,43 \cdot 7000 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,164}} = 0,00031 \text{ м}^2 = 3,1 \text{ см}^2.$$

Для сужающихся литниковых систем $F_{уз}$ является суммарной площадью сечений питателей для отливки [9]:

$$F_{уз} = \Sigma F_{\Pi}.$$

Определим площади сечений остальных элементов сужающейся литниковой системы, обеспечивающих $\tau_{\text{опт}}$ [9]:

$$\Sigma F_{\Pi} : \Sigma F_{\text{шл}} : \Sigma F_{\text{ст}} = 1:1,1:1,2, \quad (18)$$

где ΣF_{Π} – суммарная площадь сечений питателей;

$\Sigma F_{\text{шл}}$ – суммарная площадь сечений шлакоуловителей;

$\Sigma F_{\text{ст}}$ – площадь сечения стояка.

Металл к отливке будем подводить через один стояк и один шлакоуловитель.

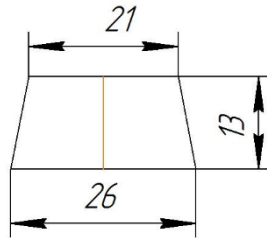
$$F_{\text{шл}} = \Sigma F_{\text{шл}} = 1,1 \Sigma F_{\Pi} = 1,1 \times 3,1 \times 1 = 3,4 \text{ см}^2;$$

$$F_{\text{ст}} = \Sigma F_{\text{ст}} = 1,2 \Sigma F_{\Pi} = 1,2 \times 3,1 \times 2 = 7,5 \text{ см}^2;$$

Стояк выполняется сужающимся кверху. Для лучшего приема жидкого металла, поступающего из ковша, вверху стояка предусмотрим изготовление литниковой воронки ($D_{\text{в}} = 100$ мм).

Эскиз сечений литниковой системы представлен на рисунках 1-3.

Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		лист 55

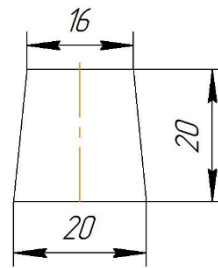


$$F_{\bar{n}} = 3,1 \text{ см}^2$$

$$\text{Кол.} = 2 \text{ шт.}$$

$$\Sigma F_{\bar{n}} = 6,2 \text{ см}^2$$

Рисунок 1 – Эскиз сечения питателя

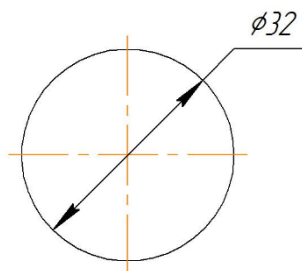


$$F_{\bar{w}} = 3,4 \text{ см}^2$$

$$\text{Кол.} = 2 \text{ шт.}$$

$$\Sigma F_{\bar{w}} = 6,8 \text{ см}^2$$

Рисунок 2 – Эскиз сечения шлакоуловителя



$$F_{\bar{c}} = 7,5 \text{ см}^2$$

$$\text{Кол.} = 1 \text{ шт.}$$

$$\Sigma F_{\bar{c}} = 7,5 \text{ см}^2$$

Рисунок 3 – Эскиз сечения стояка

										лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						56
	т			а						

2.8 Определение габаритов опок

Габариты опоки определяются габаритами формуемых отливок, числом отливок в форме, расположением и размерами прибылей и литниковой системы, размерами стержневых знаков.

При выборе размеров опок следует учитывать, что использование чрезмерно больших опок влечет за собой увеличения затрат труда на уплотнение формовочной смеси, нецелесообразный расход смеси, а использование очень маленьких опок может вызвать брак отливок вследствие продавливания металлом низа формы, ухода металла по разъему и т.п.

Рекомендуемые толщины слоев формовочной смеси на различных участках формы зависят от массы отливки. После этого определяют минимально допустимые размеры опок в свету с учетом изготовления 4 отливок в форме на формовочной линии HSP-3D.

Окончательно получаем размеры опок: 700x500x200/200 мм.

2.9 Разработка технологии сборки и заливки форм, охлаждение, выбивки, обрубки и очистки отливок

Технология сборки форм учитывает порядок простановки в форму отдельных ее элементов. После изготовления полуформ проставляются стержни, затем следует их сборка. Верхняя и нижняя опока центрируется штырями, и готовая форма поступает на заливку.

Выход воздуха и газов из полости формы при заливке металла и при прогреве формы осуществляется через поры формовочной смеси.

Жидкий чугун в процессе выпуска из печи в ковш, транспортировки ковша и заливки в формы охлаждается. Поэтому перед выпуском металл рекомендуется прогреть.

Для получения жидкого чугуна применяется моно-процесс: индукционная тигельная печь.

Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		лист 57

2.10 Разработка системы контроля технологии и качества отливки

В литейном цехе входящему контролю подвергаются шихтовые и формовочные материалы. Шихтовые материалы проверяют на химический состав. Формовочные материалы проверяют на соответствие ГОСТ по зерновому составу, глинистой составляющей, влажности. Глина проверяется еще и по прочностным характеристикам.

По ходу технологического процесса проверяется химический состав сплава, контролируется температура заливки. Формовочные смеси два раза в смену проверяют по прочности на сжатие, газопроницаемость и влажность. Стержневые смеси – проверяют прочность на разрыв и газопроницаемость.

Готовые отливки обязательно проходят 100 % визуальный контроль на наличие засоров, трещин и так далее. Так как изготавливаемая отливка неотчетливого назначения, то достаточным будет ее проверка на соответствие геометрических размеров, наличие поверхностных дефектов.

						<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i> <i>а</i>		59

3 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

Технико-экономический расчет основных производственных показателей работу проектируемого цеха и анализ целесообразности и эффективности проектирования нового литейного цеха на годовой выпуск 13500 из чугуна.

Эффективность разработки оценивается по локальным показателям, характеризующим использование всех видов ресурсов (фондоотдача и фондоемкость, материалоотдача и материалоемкость, производительность труда и трудоемкость) и обобщающими показателями, такими как годовое изменение прибыли цеха, срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, рентабельность.

Расчет экономических показателей работы цеха представлен в виде таблиц.

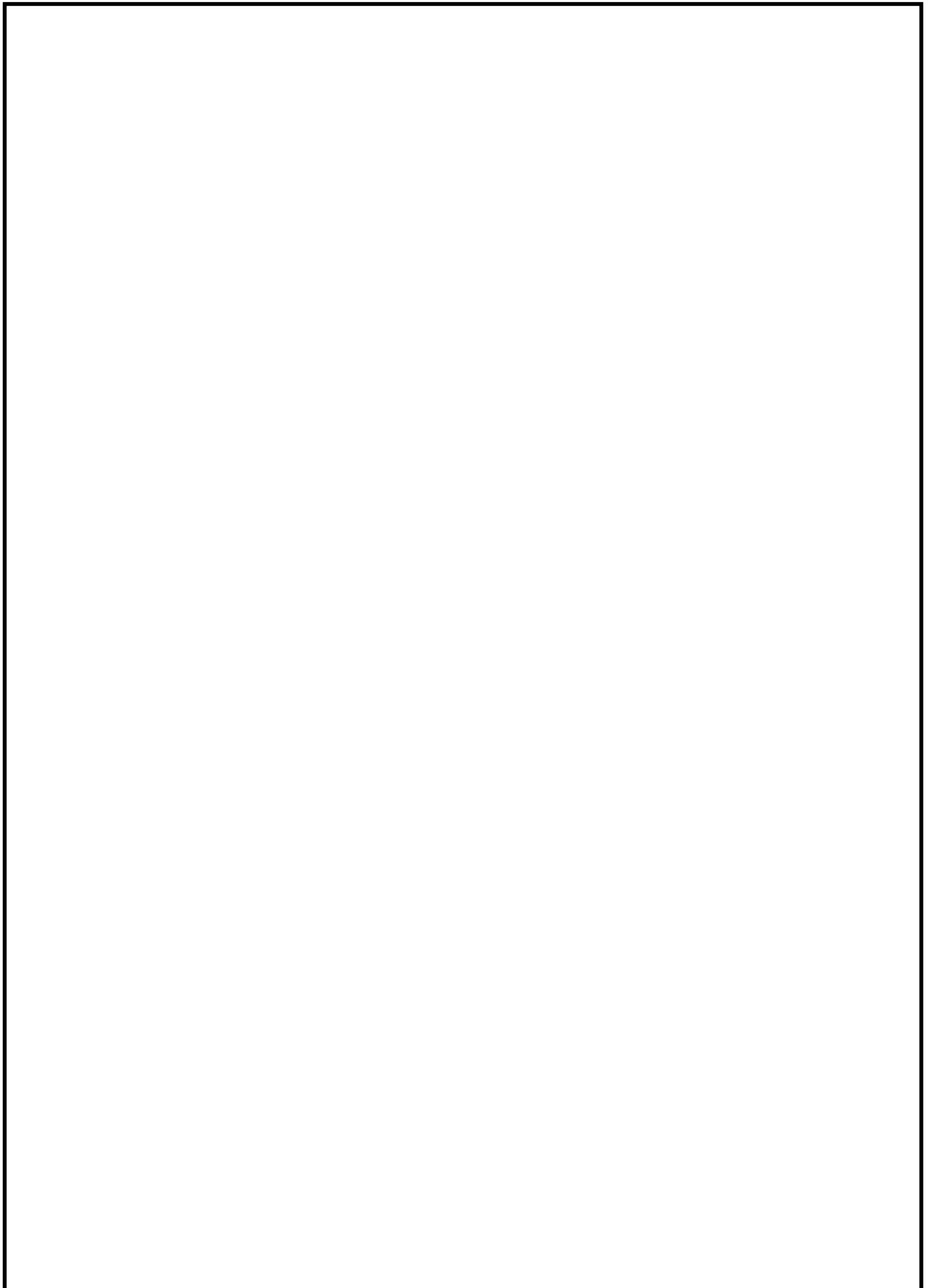
3.1 Основные производственные фонды и амортизационные отчисления

Расчет стоимости основных производственных фондов приведен в таблицах 10 и 11, укрупнено по основным классификационным группам. Более подробно в таблице 10 раскрыта категория «Машины и оборудование», так как эта часть фондов оказывает первостепенное влияние на технико-экономические показатели работы нового цеха.

Таблица 10 – Состав и стоимость машин и оборудования проектируемого цеха

Машины и оборудование	Количество машин данной марки	Стоимость 1 шт., тыс. руб.	Стоимость всех машин данной марки, млн. руб.
Плавильное оборудование			
1. Печь плавильная MFT Ge 3000	3	18000,000	54,000
2. Установка подогрева ковшей	3	450,000	1,350
3. Установка подогрева шихты	3	300,000	0,900

						лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		60



						лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		64

Продолжение таблицы 12

Наименование оборотных средств	Единица измерения	Литейный цех		Годовая потребность	
		норма расходов на 1 т. годного литья	цена за единицу, руб.	годовая потребность	потребность в млн. руб.
Основные материалы					
2. Лом чугуновый ГОСТ 2787-86	т	0,944	14500,000	12748,311	184,851
3. Чугун передельный П1 ГОСТ 805-95	т	0,077	28000,000	1037,734	29,057
4. Ферросилиций ФС65 ГОСТ 1415-93	т	0,012	79600,000	167,032	13,296
5. Ферромарганец ФМн65 ГОСТ 4755-91	т	0,006	95000,000	79,962	7,596
Итого		1,316		17769,332	303,921
Вспомогательные материалы					
1. Песок 2К2О202 ГОСТ 2138-91	т	0,708	490,000	9552,809	4,681
2. Смесь оборотная	т	0,089	800,000	1206,047	0,965
3. Смола Альфабонд-07	т	8,398	750,000	113368,000	85,026
4. Отвердитель Т-033	т	0,002	80000,000	23,720	1,898
5. Огнеупоры ГОСТ 390-96	т	0,002	115000,000	23,720	2,728
Итого		0,037	16000,000	500,000	8,000
Топливо и энергия для технологических нужд					
1. Эл. энергия	кВ/ч	5400,000	4,800	72900000,0	349,920
2. Вода	м ³	15,000	12,000	202500,000	2,430
Итого				73102500,0	352,350
Топливо и энергия для хозяйственных нужд					
1. Эл. энергия	кВ/ч	200,000	4,800	2700000,00	12,960
2. Питьевая вода	м ³	10,000	14,800	135000,000	1,998
Итого				2835000,00	14,958
Всего					774,526
Возвратные отходы					
1. Обратная формовочная смесь	т	8,398	490,000	113368,000	55,550

										лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						65

Среднесписочная численность остальных работников проектируемого цеха составляет 48 человек, общий годовой фонд заработной платы с учетом производственной премии 54,8 % от оклада, уральского коэффициента 15 % и страховых выплат в размере 30,2 % составляет 37,123 миллионов рублей.

Общий годовой фонд заработной платы с учетом страховых выплат всех работающих (120 человек) проектируемого цеха составил 56,659 тыс. руб. (19,536 + 37,123).

Таблица 16 – Ведомость среднесписочного количества работающих и фонда заработной платы проектируемого цеха

Категория работающих	Среднесписочное количество работающих	Среднемесячная заработная плата, тыс. руб.	Общий годовой фонд заработной платы, млн. руб.	Общий годовой фонд заработной платы с учетом СВ, 30,2%, млн. руб.
Основные рабочие	50	24,99	11,514	14,991
Вспомогательные рабочие:				
– занятые обслуживанием оборудования;	18	18,41	3,054	3,977
– незанятые обслуживанием оборудования	4	11,84	0,436	0,568
Руководители	13	108,17	12,960	16,874
Специалисты	18	63,54	10,541	13,724
Служащие	11	36,65	3,715	4,837
Младший обслуживающий персонал	6	23,44	1,296	1,687
Итого	120		43,517	56,659

						лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		69

3.4 Смета расходов на содержание и эксплуатацию оборудования цеха

Данный этап технико-экономического обоснования проекта позволяет оценить объем расходов, связанных с эксплуатацией проектируемого цеха и в дальнейшем оценить долю данных расходов в структуре себестоимости литья. Результаты расчетов представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Смета расходов на содержание и эксплуатацию оборудования цеха

Наименование статьи расходов	Сумма, тыс. руб.	Примечание
1. Амортизация машин и оборудования, транспортных средств, инструмента	17078,43	Данные из таблицы 5.2
2. Вспомогательные материалы для ухода за оборудованием (смазочные и др.)	120	Принимается по действующим нормам на предприятии
3. Общий годовой фонд заработной платы с учетом СВ рабочих, занятых обслуживанием оборудования (слесари, электрики, смазчики и т.д.)	3976,62	Данные из таблицы 5.7
4. Текущий ремонт оборудования и транспортных средств, инструмента	80	Принимается по действующим нормам на предприятии
Итого	21255,05	

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования проектируемого цеха составляет 21,255 миллионов рублей.

										лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						70

3.5 Смета цеховых расходов

Данная смета отражает затраты по управлению цехом и его обслуживанию. Основой для ее составления являются результаты вышеприведенных расчетов. Смета цеховых расходов представлена в таблице 18.

Таблица 18 – Смета цеховых расходов

Наименование статьи расходов	Сумма, тыс. руб.	Примечание
1. Амортизация зданий, сооружений, передаточных устройств, производственного и хозяйственного инвентаря цеха	4471,50	Данные из таблицы 5.2
2. Вспомогательные материалы на хозяйственно-бытовые нужды цеха	50,00	Принимаются по действующим на предприятии нормам
3. Топливо и энергия (вода) на хозяйственно-бытовые нужды цеха	14958,00	Данные из таблицы 5.3
4. Общий годовой фонд заработной платы с учетом СВ руководителей, специалистов и служащих, младшего обслуживающего персонала, а также вспомогательных рабочих, не занятых обслуживанием оборудования	36003,32	Данные из таблицы 5.5, 5.6
5. Текущий ремонт зданий, сооружений, передаточных устройств, производственного и хозяйственного инвентаря цеха	100,00	Принимаются по действующим на предприятии нормам
6. Прочие расходы (охрана труда, рационализация, изобретательство и т.д.)	50,00	Принимаются по действующим на предприятии нормам
Итого	55632,82	

Цеховые расходы составляют 55,632 миллионов рублей.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		лист
	т			а		71

3.6 Расчет себестоимость годовой программы и одной тонны годного литья

На основании всех ранее выполненных расчетов составляется калькуляция себестоимости одной тонны годного литья. При этом общехозяйственные и внепроизводственные расходы в базовом цехе будем считать неизменными.

Таблица 19 – Себестоимость годовой программы и одной тонны годного литья

Калькуляционные статьи затрат	На годовую программу, млн. руб.	На одну тонну годного литья, тыс. руб.
1. Основные и вспомогательные материалы на технологические цели	407,218	30,16
2. Топливо и энергия на технологические цели	352,350	26,10
3. Возвратные отходы оборотных средств	127,102	9,41
4. Общая заработная плата основных рабочих с единым социальным налогом	56,659	4,20
5. Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	21,255	1,57
6. Цеховые расходы	55,633	4,12
7. Потери от брака	2,000	0,15
Итого цеховая себестоимость	768,012	56,89
8. Общехозяйственные расходы (доля расходов по управлению и обслуживанию на предприятии, приходящаяся на данный цех)	1,500	0,11
Итого производственная себестоимость	769,512	57,00
9. Внепроизводственные расходы (доля коммерческих расходов предприятия, приходящаяся на данный цех)	1,000	0,07
Итого полная себестоимость	770,512	57,07

Полная себестоимость одной тонны годного литья из чугуна марки СЧ 20 в проектируемом цехе составляет 57070 рублей.

						лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		72

3.7 Техничко-экономические показатели работы литейного цеха.

Экономическая эффективность проекта

По результатам расчетов, представленных в таблицах 10 – 19, определены технико-экономические показатели работы проектируемого цеха, показанные в таблице 20.

Таблица 20 – Техничко-экономические показатели работы литейного цеха

Наименование показателя	Единица измерения	Обозначения и расчетные формулы	Значение показателя
Годовой объем производства годного литья	т.	Q	13500,000
Потери от брака	%	$ПБ = \frac{mБ}{Q + mБ} \times 100\%$	3,00
Общая площадь цеха	М ²	S	7920
Съем литья с 1 м общей площади	т/м ²	$C_s = Q / S$	1,705
Балансовая стоимость основных производственных фондов	млн. руб.	Ф _Б	492,350
Активная часть основных производственных фондов	%	$АЧ = \frac{\Phi_3}{\Phi_Б} \times 100\%$	31,76
Фондоотдача	руб./руб.	$\Phi O = \frac{Q \times Ц}{\Phi_Б}$	1,92
Фондоемкость продукции	руб./руб.	ФЕ=1/ФО	0,52
Стоимость оборотных фондов (оборотные средства)	млн. руб.	ОС	647,424
Материалоотдача	руб./руб.	$МО = \frac{Q \times Ц}{ОС}$	1,46
Материалоемкость продукции	руб./руб.	МЕ = 1/МО	0,69
Расход основных материалов на 1 т годного литья	т.	Р _{ОМ}	1,316

						лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		73

$$\Delta K = K_{\text{Фб. П}} + K_{\text{Ос. П}} + K_{\text{ПР}}, \quad (5.1)$$

где $K_{\text{Фб. П}}$ – стоимость проектных основных производственных фондов, млн. руб.;

$K_{\text{Ос. П}}$ – стоимость проектных капитальных вложений в оборотные фонды с учетом возвратных средств, млн. руб.;

$K_{\text{ПР}}$ – прочие капитальные вложения, млн. руб., принимаем 10 % от суммы вводимых основных производственных фондов.

$$\Delta K = 492,350 + 774,526 + 492,350 \cdot 0,08 = 1306,264 \text{ млн.руб.}$$

						лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		75

производственного помещения, приходящаяся на одного работающего составляет 66 м² при минимально допустимой 4,5 м².

Здание литейного цеха каркасного типа. Несущий каркас состоит из колонн, установленных на фундаменте и связанных балками и фермами. Каркасы и колонны – железобетонные. Для въезда и выезда транспортных средств имеются ворота, оборудованные воздушно-тепловой завесой.

Конструкция здания проектируемого литейного цеха выполнена в соответствии с СанПиН 2.2.3.1385-03 – «Требования к предприятиям металлургической промышленности».

Для эффективного проветривания, размещаем проектируемый цех в здании сплошной застройки пролетного типа, конфигурация плана цеха в виде прямоугольника. Цех состоит из 6 пролетов: пролет складирования и приготовления шихтовых и формовочных материалов, 3 пролета основного производственного процесса, пролет термо и механообработки отливок и склада готовой продукции.

Полы цеха выполнены из материалов с высокой прочностью, износостойкостью, стойкостью к воздействию агрессивных средств, раскаленных деталей и т.д.

Санитарно-гигиенические требования к вентиляции, отоплению помещения выполнены по СанПиН 2.04.05-07 «Отопление, вентиляция и кондиционирование». Отопление цеха осуществляется местными нагревательными приборами регистрами из гладких труб. Все трубопроводы систем отопления и теплоснабжения калориферов выполняются из стальных водогазопроводных труб. Проектируемый литейный цех имеют эффективную вентиляцию, обеспечивающую многократный обмен воздуха в цехе, систему местной вентиляции, предотвращающую выброс вредных выделений в атмосферу цеха; устройство воздушных душей или тепловых завес на рабочих местах. У ворот имеются воздушные тепловые завесы, пуск которых сблокирован с механизмом открывания ворот. В помещениях объем наружного воздуха составляет не менее 30 м³/ч на одного работающего. В зимнее время приточная вентиляция работает в сочетании с калориферными установками. Температура в цехе в холодный период 15...21 °С, в теплый период 16...27 °С.

						лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		77

4.2 Анализ опасных и вредных производственных факторов

В проектируемом цехе, в соответствии с ГОСТ 12.0.003-07 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация», при проведении технологического процесса на всех стадиях обработки металлов возможно появление опасных и вредных производственных факторов. Основными из них являются: пыль дезинтеграции и конденсации; выделение паров и газов; избыточное выделение теплоты; повышенный уровень шума, вибрации, электромагнитных излучений; наличие движущихся машин и механизмов и т.д. Вредные производственные факторы негативно воздействуют на организм людей работающих в цехе, приводят к различным заболеваниям и быстрой утомляемости, опасные же факторы влекут за собой травматизм и летальный исход.

К опасным производственным фактором также относятся: опасность возникновения пожара и опасность поражения электрическим током, наличие движущихся машин и механизмов.

4.2.1 Вредные вещества

Пыль литейных цехов по дисперсному составу относится к мелкой и мельчайшей фракциям, которые длительное время находятся во взвешенном состоянии в воздухе рабочей зоны. Значительные выделения пыли наблюдаются при выбивки отливок, в процессе приготовления формовочных и стержневых смесей. К газам и парам, которые загрязняют воздух рабочей зоны литейного цеха, относятся ацетон, ацетилен, бензол, окись азота, двуокись серы, углекислый газ, фенол, окись углерода, формальдегид, хлор, этиловый спирт и др.

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-97 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» в литейном цехе к опасным и вредным факторам относится пыль, выделяющиеся газы и пары источниками которых являются плавильные агрегаты, оборудование для приготовления смесей и стержней, участки формовки, выбивки и очистки отливок.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		лист
	т			а		79

4.2.4 Электромагнитные излучения

Электромагнитные поля в литейном цехе генерируются электротермическими установками для плавки и нагрева металла, сушки форм и стержней и др. Допустимые параметры электромагнитных полей регламентируются ГОСТ 12.1.006-04 «Электромагнитные излучения. Общие требования».

В таблице 25 представлены предельно допустимые уровни постоянного магнитного поля.

Таблица 25 – ПДУ электромагнитного поля.

Время воздействия за рабочий день, минуты	Условия воздействия			
	Общее		Локальное	
	ПДУ напряженности, кА/м	ПДУ магнитной индукции, мТл	ПДУ напряженности, кА/м	ПДУ магнитной индукции, мТл
0...10	24	30	40	50
11...60	16	20	24	30
61...480	8	10	12	15

4.2.5 Освещение

Освещение в производственной деятельности имеет большое значение. Недостаточное или неправильно устроенное освещение ухудшает зрение работников, вызывает общее утомление, ведет к снижению производительности труда, к увеличению брака в работе и может явиться одной из основных причин травматизма. Естественное и искусственное освещение производственных и санитарно-бытовых помещений литейного цеха должно соответствовать нормам СанПиН 2.2.11.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению».

Кроме естественного освещения через окна и аэрационные фонари в цехе применяется искусственное освещение. Для общего освещения используются газоразрядные источники света типа ДРИ, ДРЛ и ДРКс.

										лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						83

Для местного освещения – люминесцентные лампы. Ленточные конвейера по всей длине освещаются лампами накаливания. Аварийное освещение предусмотрено в плавно-заливочном участке и в местах выпуска металла.

Аварийное освещение предусматривается для безопасного продолжения работы или при внезапном повреждении освещения. Аварийное и охранное освещение литейного цеха должно предусматриваться в соответствии со СанПин 2.1.1.1278-03. Рекомендуемые значения освещенности приведены в таблице 26.

Таблица 26 – Освещенность участков при использовании газоразрядных ламп

Наименование участков операций	Рабочая поверхность	Нормируемая поверхность	Разряд зрительной работы	Общее освещение, лк	КЕО, %
Погрузка и разгрузка материалов	площадка, закром	горизонталь	IV _a	150	2,4
Плавление металла	печь	горизонталь, вертикаль	IV _г	150	2,4
Загрузка шихты	загрузочная площадка, свод	горизонталь	VIII _б	200	0,7
Изготовление стопок	0,8 м от пола	горизонталь	VI	300	1,8

4.2.6 Электробезопасность

Электробезопасность в проектируемом литейном цехе должна обеспечиваться конструкцией электроустановок; техническими требованиями и средствами защиты; организационными и техническими мероприятиями, а также контролем по ГОСТ 12.1.019-01 «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов

						лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		84

защиты». Повышение электробезопасности также достигается применением систем защитного заземления, зануления, защитного отключения и других средств и методов защиты, в том числе знаков безопасности и предупредительных плакатов и надписей. Применением в системах местного освещения, в ручном электрифицированном инструменте пониженного напряжения.

Для защиты электроустановок от перегрузки применяются плавкие предохранители, рубильники располагаются в заземленных контурах. Питающая разводка, проходящая к оборудованию, должна быть закрыта.

Повышение электробезопасности достигается также путем применения изолирующих, ограждающих, предохранительных и сигнализирующих средств.

Для индивидуальной защиты работников цеха должны применяться монтерские инструменты, резиновые перчатки, сапоги, резиновые коврики и другие вспомогательные приспособления ГОСТ 12.1.019-01 «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

Основными источниками опасности поражения электрическим током являются электропечи, машины и механизмы с электроприводом (конвейеры, подъемно-транспортные устройства и т.д.).

Литейный цех относится к 3 классу помещения по электроопасности «Помещения особо опасные».

4.2.7 Пожаровзрывобезопасность

Проектируемый цех относится по пожарной опасности к категории «Г». Регламентирующие условия пожарной безопасности определяются по ППР 2012 «Правила пожарной безопасности в РФ». Общие требования» и согласно федеральному закону № 123-ФЗ от 22 июля 2008 года «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Пожаро-взрывоопасные вещества и материалы для их тушения приведены в таблице 27.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		лист
	т			а		85

Таблица 27 – Пожаро-взрывоопасные вещества и материалы для их тушения

Вещество	Температура воспламенения, °С	Температура самовоспламенения, °С
Спирт этиловый	11	445
Ацетон	-18	465
Спирт метиловый	-1	475
Ацетилен	28	335
Бензол	-11	562
Диоксид углерода	15	630
Фенол	79	595
Формальдегид	4	435
Керосин	28	216

В целях пожарной безопасности в цехе предусмотрены: места для порошковых и углекислотных огнетушителей в каждом отделении цеха, пожарные щиты (6 шт), пожарные краны (6 шт), ящики с песком (6 шт), средства связи с пожарной охраной завода, звуковая сигнализация.

В таблице 28 приведены рекомендации по применению средств пожаротушения в литейном цехе.

Таблица 28 – Рекомендации по применению средств пожаротушения в цехе

Средство пожаротушения	Материалы и область тушения	Отделения, участки
Распыленная вода	горючие жидкости с температурой вспышки более 45 °С (смазочные масла, олифы и др.)	формовочное, стержневое
Углекислый газ	легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, твердые сгораемые материалы	сушки стопок и стержней
Порошковые сухие огнетушители, сухой песок, флюсы	твердые горючие материалы, в том числе металлы	плавильное
Войлочные кошмы и покрывала	небольшие очаги пожаров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей	стержневое

										лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						86

5 ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

5.1 Безопасность производственных процессов и оборудования

Безопасность производственного процесса обеспечивается выбором техпроцессов и производственного оборудования, помещений и исходных материалов, способ хранения и транспортирования, правильным размещением оборудования. Распределением функций между рабочими и их обучением, использованием средств индивидуальной защиты.

Общие требования безопасности производственного оборудования определены ГОСТом 122003-91. Безопасность производственных процессов регламентируются ГОСТом 123002-75.

Для обеспечения операций по переработке исходных материалов, шихтовые материалы хранятся в закромах с обеспечением угла естественного откоса, а формовочные в бункерах. Бункера для металла должны иметь для безопасного их обслуживания площадку шириной не менее 1 метра, огражденную перилами. Углы наклона плоскостей бункеров должны обеспечивать легкий сход материалов. Выдача в производство лома с закрытыми полостями без специальной проверки и их вскрытия запрещается. Хранение сыпучих материалов должно осуществляться в ларях, верхняя часть которых должна быть оборудована местной вытяжной вентиляцией, обеспечивающей скорость движения воздуха при открытых загрузочных отверстиях не менее 0,7 м/с, также приточно-вытяжная вентиляция устанавливается и на участке подготовки шихты. На все поступающие в цех шихтовые и формовочные материалы должны быть токсикологические характеристики, а на участках устанавливается сигнализация и средства пожаротушения.

В плавильном отделении цеха используются индукционные тигельные печи МFT Ge 3000. Работы на индукционных тигельных печах производится с соблюдением правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. Безопасность труда обеспечивается правильной эксплуатацией

Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		лист 87

плавильных печей, разливочных ковшей, подъемно-транспортного оборудования, точным соблюдением шихтовки, подготовки печей и ковшей к плавке шихты.

Учитывая вышеизложенное, в литейном цехе проводится следующий комплекс мероприятий: индукционные тигельные печи должны быть оборудованы эффективными устройствами для удаления отходящих дымовых газов и очистки их от пыли; во избежание взрывов, все литейное оборудование, контактирующее с жидким металлом просушивается на специальных стендах; завалка шихты в индукционные тигельные печи должна быть механизирована; после каждого ремонта печи или ковша контролируется качество его выполнения; для оповещения работников о предстоящем наклоне печи для скачивания шлака или выпуска плавки должна быть устроена световая и звуковая сигнализация, сигнал должен подаваться не позднее, чем за одну минуту до начала наклона печи; грузовые крюки, траверсы, сварные цепи мостового крана перед пуском в работу подвергаются освидетельствованию; заполнять ковш расплавленным металлом допускается не более $7/8$ его высоты; управление индукционной тигельной печью должно осуществляться с пульта управления, который должен быть оснащен выключателями аварийного напряжения; металлоконструкции индукционных тигельных печей должны быть заземлены; по предупреждению травматизма работники цеха обеспечены спецодеждой для защиты от повышенных температур и средствами индивидуальной защиты.

5.2 Очистка выбросов в атмосферу

Для каждого проектируемого и действующего промышленного предприятия устанавливается предельно допустимый выброс вредных веществ в атмосферу при условии, что выбросы вредных веществ от данного источника в совокупности с другими источниками (с учетом перспективы их развития) не создают приземную концентрацию, превышающую ПДК.

Федеральный закон от 10 января 2002 г. N 7-ФЗ "Об охране окружающей среды" С изменениями и дополнениями от 23 июля 2013 г регулирует отношения в

Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		лист 88

сфере взаимодействия общества и природы, возникающие при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, связанной с воздействием на природную среду как важнейшую составляющую окружающей среды, являющуюся основой жизни на Земле, в пределах территории Российской Федерации, а также на континентальном шельфе и в исключительной экономической зоне Российской Федерации.

На атмосферный воздух приходится более 70 % всех вредных воздействий литейного производства.

При производстве 1 т отливок из чугуна выделяется около 50 кг пыли, 250 кг оксидов углерода, 1,5...2 кг оксидов серы и азота и до 1,5 кг других вредных веществ. Через систему очистки проходит до 40000 м³/ч загрязненного воздуха.

Основными способами защиты атмосферного воздуха является: вывод токсичных веществ из помещений общеобменной вентиляцией, локализация токсичных веществ в зоне их образования местной вентиляцией, очистка загрязненного воздуха в специальных аппаратах и его возврат в производственное или бытовое помещение, если воздух после очистки в аппарате соответствует нормативным требованиям к приточному воздуху, очистка технологических газовых выбросов в специальных аппаратах, выброс и рассеивание в атмосфере.

Чтобы выполнить требования экологических организаций, многим промышленным предприятиям требуется установка целого ряда оборудования одним из них является СКРУББЕР 600. Современный скруббер выполняет мокрую очистку дымовых и промышленных газов.

Очищаемый дым проходит три вертикальные ступени, поступая через патрубок в средней части скруббера. Проходя кольцевой зазор первой ступени, дым попадает в зону распыления воды, где происходит очистка газа от загрязняющих его частиц. На третьей ступени, куда уже очищенный газ попадает через систему тарелок, происходит отделение влаги от газа. Очищенный газ выходит через патрубок верхней части скруббера. Количество жидкости, подаваемое на 1 м² сечения в секунду (плотность орошения) зависит от типа насадки и составляет 5...20 м³/ч. Обезвреживание газов основано на химическом связывании вредных

						лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		89

веществ, их адсорбции и абсорбции и т.п. в контактных аппаратах на специальных катализаторах при температуре 200...500 °С.

Использование газа осуществляется в соответствии с «техническим регламентом о безопасности сетей газораспределения и газопотребления» утвержденным Постановлением Правительства РФ № 870 от 29.10.2010 г и опубликованным от 8.11.2010 г № 45.

5.3 Очистка производственных сточных вод

В соответствии с Федеральным законом Российской Федерации от 7 декабря 2011 г. N 416-ФЗ "О водоснабжении и водоотведении" в целях предотвращения негативного воздействия на окружающую среду для объектов абонентов, категории которых определены Правительством Российской Федерации, устанавливаются нормативы допустимых сбросов загрязняющих веществ, иных веществ и микроорганизмов, а также лимиты на сбросы загрязняющих веществ, иных веществ и микроорганизмов.

Источниками загрязнения сточных вод являются производственные, бытовые и поверхностные стоки. Основными источниками загрязнения сточных вод литейного цеха являются: мелкодисперсная пыль, песок, частицы шлака, зольные остатки от выгоревшей части формовочной смеси, окалина и др. Сточные воды поступают главным образом от мокрых пылеуловителей. Как правило, сточные воды литейного производства одновременно загрязнены не одним, а рядом вредных веществ. Также вредным фактором является нагрев воды, применяемой при плавке и заливке (водоохлаждаемые формы при кокильном литье, литье под давлением, непрерывное литье профильных заготовок, охлаждении катушек индукционных тигельных печей).

Попадание теплой воды в открытые водоемы вызывает снижение уровня кислорода в воде, что неблагоприятно влияет на флору и фауну, а также снижает самоочищающуюся способность водоемов. Расчет температуры сточных вод

						лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		90

производится с учетом санитарных требований, чтобы летняя температура речной воды в результате спуска сточных вод не поднималась более чем на 3 °С.

Через гидроциклон в час проходит примерно 100 м³ воды, загрязненной механическими примесями (формовочными и стержневыми смесями).

Очистка сточных вод литейного цеха производится механическим способом, для этого используют процеживание, отстаивание, обработку в поле действия центробежных сил и фильтрование.

Для очистки сточных вод применяется флотатор-отстойник НТ-05М [14].

Он обеспечивает высокую эффективность очистки до 99 % при исходном содержании взвешенных веществ – 2000 мг/л. Установка проста и надежна в эксплуатации, работает без постоянного присутствия обслуживающего персонала.

Технические характеристики НТ-05М:

- установленная мощность, кВт 3;
- производительность, м³/час 100;
- габаритные размеры, мм, не более
- длина 4600;
- ширина 1550;
- высота 2250;
- масса нетто, кг, не более 1700;
- масса брутто с водой, кг, не более 8400.

5.4 Обезвреживание и утилизация отходов

Обезвреживание и утилизация отходов регламентируется Федеральным законом № 89-ФЗ от 24.06.98 г "Об отходах производства и потребления".

Одним из рациональных способов защиты литосферы от производственных отходов является освоение технологий по сбору и переработки отходов.

Твердые отходы литейного цеха включают: отработанные формовочные и стержневые смеси, просыпи и шлаки из отстойников пылеочистной аппаратуры

Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		лист 91

Поскольку проектируемый цех относится к категории средних и мелких и его расположение не позволяет иметь свой полигон для захоронения, то для утилизации отходов будем отправлять их - шлаки 80 % (15 кг на 1 тонну годного литья) на ближайжайшие цементные, кирпичные, бетонные и асфальтные заводы за оплату, которая ниже налога на захоронение после предварительной очистки от металла и других особо вредных составляющих.

5.5 Гражданская оборона и чрезвычайные ситуации

Федеральный закон «О гражданской обороне» от 12 февраля 1998 года № 28 (в ред. Федеральных законов от 09.10.2002 N 123-ФЗ, от 19.06.2004 N 51-ФЗ, от 22.08.2004 N 122-ФЗ) определяет задачи, правовые основы их осуществления и полномочия органов государственной власти Российской Федерации, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций в области гражданской обороны (преамбула в ред. Федерального закона от 22.08.2004 N 122-ФЗ).

При различного рода чрезвычайных ситуациях, авариях, катастрофах, пожарах, техногенных катастрофах необходимо определить места эвакуации людей, меры и средства по их защите, а также места эвакуации документации и оборудования цеха.

При применении оружия массового поражения, в живых организмах нарушаются биологические процессы, что в последующем приводит к различного рода тяжелым заболеваниям. Разрушение промышленных объектов происходит от воздействия ударной волны, а под воздействием тепловых излучений возникают пожары.

Исходя из вышеизложенного применяем следующие меры для защиты людей от поражающих факторов:

- в проектируемом литейном цехе необходимо определить маршруты эвакуации работников, а также их рассредоточения;

						лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		93

- при применении оружия массового поражения, необходимо обеспечить работников средствами индивидуальной защиты;
- укрытие людей в убежищах (в цехе предусмотрено убежище, рассчитанное на рабочих и служащих);
- средства оповещения спецслужб.

Из числа сменного персонала сформированы две аварийные бригады (5 человек в каждой), и две пожарные бригады (4 человека в каждой).

К основным видам техники, предназначенной для защиты литейного цеха от пожаров, относятся средства сигнализации и пожаротушения. По периметру литейного цеха проложен водопровод и предусмотрены пожарные краны, а также установлены и оборудованы пожарные щиты, в помещениях цеха имеется пожарная сигнализация. На случай возгорания цеха, определены места эвакуации людей, документации и оборудования, назначены ответственные лица за проведение данных мероприятий [15].

						<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i> <i>а</i>		94

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с годовой программой цеха и требованиями на изготавливаемые отливки выбрано и рассчитано количество машин, установок и материалов для всех производственных операций.

В дипломном проекте разработан технологический процесс изготовления отливки «Корпус насоса» из чугуна марки СЧ20 ГОСТ 1412-85 в соответствии с техническими требованиями на литую деталь. После анализа технологичности отливки предложено изготовление отливки в разовую песчано-глинистую форму с использованием холоднотвердеющей смеси для стержней. Разработаны и рассчитаны элементы литейной формы, выбран состав формовочных и стержневых смесей, определен состав шихты и технология плавки чугуна.

В проекте также рассмотрено экономическое обоснование и вопросы обеспечения безопасности жизнедеятельности и охраны окружающей среды.

						<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i> <i>а</i>		95

