

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»

Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра инжиниринга и профессионального обучения
в машиностроении и металлургии

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ИММ
_____ Б.Н. Гузанов
«___» _____ 2018 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВОК СПЕЦИАЛЬНЫМИ СПОСОБАМИ
ЛИТЬЯ С ГОДОВЫМ ВЫПУСКОМ 2000 ТОНН**

Исполнитель:
студент группы ЗМП-404с

(подпись)

Н.Д. Зыков

Руководитель:
доцент кафедры ИММ, к.п.н.

(подпись)

Ю.А. Бекетова

Консультант методического
раздела:
доцент кафедры ИММ, к.п.н.

(подпись)

Ю.А. Бекетова

Нормоконтролер:
профессор кафедры ИММ, к.т.н.

(подпись)

Ю.И. Категоренко

Екатеринбург 2018

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 103 листах, содержит 1 рисунок, 16 таблиц, 30 источников литературы и графическую часть на 5 листах формата А1.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ МОЩНОСТЬ, СЕБЕСТОИМОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА, ЛИТЬЁ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ, ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЛИТЬЯ, ИНДУКЦИОННАЯ ПЕЧЬ, ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОТЛИВОК.

Объект исследования – организация технологического процесса изготовления отливок специальными методами литья годовым выпуском 2000 тонн.

Предмет исследования – повышение эффективности и экологичности литейного производства и снижение себестоимости продукции.

Цель работы – проектирование цех литья по выплавляемым моделям, разработка технологии изготовления детали импеллер.

Основные задачи:

1. В соответствии с годовой производственной программой цеха выбрать и рассчитать основное и вспомогательное оборудования и материалы для всех производственных операций.
2. Рассчитать технологии изготовления отливки импеллер, методом литья по выплавляемым моделям.
3. Рассчитать технико-экономические показатели.
4. Разработать мероприятия по охране труда, направленные на улучшение условий труда на предприятии.

					ДП.44.03.04. 516 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>	<i>Н.Д.Зыков</i>				<i>Организация технологического процесса изготовления отливок специальными способами литья с годовым выпуском 2000 тонн</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>	<i>Ю.А.Бекетова</i>						2	102
<i>Н. Контр.№</i>	<i>КатегоренкоП</i>				<i>ФГАОУ ВО РГППУ ИИПО каф. ИММ гр. ЗМП-404с</i>			
<i>Утвердил</i>	<i>Б.Н. Гузанов</i>							

ВВЕДЕНИЕ

Литьё по выплавляемым моделям известно с глубокой древности, но активно используется в современной промышленности. Общий объём производства литых заготовок специальными способами литья в машиностроении не превышает 10%. Эта технология применяется главным образом для изготовления деталей высокой точности и сложной конфигурации, невыполнимых другими методами литья, например, лопатки турбин, роторы и корпуса насосов, гребные винты и т. п.

Литье по выплавляемым моделям относится к точным видам литья, отливки, полученные таким способом, имеют высокую размерную точность и высокие показатели чистоты поверхности что позволяет получать отливки с минимальными припусками на дальнейшую обработку. Вследствие этого резко снижается объём и трудоемкость механической обработки. Как правило, обработки требуют лишь сопрягаемые поверхности, таким образом, точное литьё позволяет значительно сократить загрузку механообрабатывающих цехов, исключая из производственного цикла такие трудозатратные операции, как точение труднообрабатываемых металлов, обработка сложных поверхностей. Особое место литьё по выплавляемым моделям занимает в изготовлении деталей сложной геометрической формы, а также деталей из труднообрабатываемых сплавов. В этих случаях точное литьё практически не имеет альтернатив. Несмотря на большую энергозатратность и трудоёмкость процесса получения отливок по выплавляемым моделям, эта технология получения отливок имеет своего потребителя в разных отраслях промышленности. Значительную роль в формировании цены отливки играет серийность.

Как правило, пути сбыта бывают определены и не всегда есть возможность повышения числа заказов, и для снижения стоимости единицы годного литья работу следует вести по следующим направлениям:

1. Изготовление литейной формы с минимальными трудозатратами.

					ДП.44.03.04. 516 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		3

2. Объединение множеств однотипных моделей в блоки для единовременной заливки металлом.

3. Возврат для повторного использования модельного состава, элементов литниковых систем.

4. Рациональное использование оборудования и производственных площадей.

5. Максимально возможная автоматизация труда.

6. Сокращение длительности технологического процесса получения моделей и форм.

					<i>ДП.44.03.04. 516 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		4

1. ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ

1.1. Планирование производственной программы

Производственная программа является основополагающим документом, на основании которого проектируется литейный цех или участок. Программа выпуска отливок основывается на имеющемся портфеле заказов, однако при проектировании производственных мощностей следует принимать во внимание их возможное изменение, как в большую, так и в меньшую сторону. Более подробно это описывает стратегический план развития предприятия. Производственная программа – краткосрочный план работы литейного цеха на определенный период времени. Она содержит данные для планирования работы всех основных отделений: модельного, отделения изготовления оболочки формы, прокалочного-заливочного, термообрубного отделения цеха.

Производственная программа составляется методом прямых расчетов по каждому виду отливок, выпускаемыми структурными подразделениями цеха. Для расчета производственной программы необходимы следующие данные:

- 1) Наименование отливки
- 2) Массовая группа отливки;
- 3) Марка сплава;
- 4) Масса и количество блоков, отливок.

Рассмотрим годовую производственную программу цеха литья по выплавляемым моделям. Расчет ведется по каждой отливке и представлен в таблице 1.

					ДП.44.03.04. 516 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		5

Таблица 1 – Производственная программа цеха

№	Наименование отливки	Массовая группа	Черновая масса отливки, кг	Металлоёмкость формы, кг	Кол-во отливок в 1 форме	На годовую программу, шт.		Модельный состав, кг	формообразующие мат-лы		На годовую программу, кг	
						Отливок	Форм		Суспензия, кг	Песок, кг	Отливок	Металла
1	Корпус	более 10	12,2	19,5	1	2200	2200	9394	1290	42900	26840	42900
2	Корпус	более 10	14	22,5	1	2300	2300	11270	1550	51800	32200	51750
3	Корпус	более 10	15,8	25,5	1	2150	2150	11889,5	1640	54800	33970	54825
4	Основание	более 10	17	27,5	1	2620	2620	15589	2160	72100	44540	72050
5	Основание	более 10	18,6	30	1	2400	2400	15624	2160	72000	44640	72000
6	Основание	более 10	19,2	31	1	2100	2100	14112	1950	65100	40320	65100
7	Накладка	более 10	22	35,5	1	6800	6800	52360	7240	241400	149600	241400
8	Накладка	более 10	24,5	39,5	1	6300	6300	54022,5	7470	248900	154350	248850
9	Накладка	более 10	26	42	1	4200	4200	38220	5290	176400	109200	176400
10	Винт	более 10	18	29	1	4200	4200	26460	3650	121800	75600	121800
11	Винт	более 10	20,5	33	1	2800	2800	20090	2770	92400	57400	92400
12	Винт	более 10	24	38,5	1	2200	2200	18480	2540	84700	52800	84700
13	Тарелка	более 10	18,5	30	1	8000	8000	51800	7200	240000	148000	240000
14	Рычаг	более 10	10,2	16,5	1	6300	6300	22491	3120	104000	64260	103950
15	Рычаг	более 10	10,8	17,5	1	4000	4000	15120	2100	70000	43200	70000
16	Рычаг	более 10	12	19,5	1	2800	2800	11760	1640	54600	33600	54600
17	Рычаг	более 10	12,7	20,5	1	2600	2600	11557	1600	53300	33020	53300
18	Обойма	1,5-10	2	14	4	81200	20300	61712	9950	284200	162400	284200
19	Обойма	1,5-10	2,2	15,5	4	81200	20300	67883,2	11010	314700	178640	314650
20	Обойма	1,5-10	2,6	18	4	33200	8300	32801,6	5230	149400	86320	149400
21	Обойма	1,5-10	3	21	4	33200	8300	37848	6100	174300	99600	174300
22	Импеллер	0,6-1,5	1,5	22,5	8	9600	1200	5760	1080	27000	14400	27000
23	Сопло	0,6-1,5	0,8	18	12	31200	2600	9984	1870	46800	24960	46800

Окончание Таблицы 1

24	Сопло	0,6-1,5	0,9	20,5	12	24000	2000	8640	1640	41000	21600	41000
25	Сопло	0,6-1,5	1	22,5	12	24000	2000	9600	1800	45000	24000	45000
26	Втулка	0,6-1,5	0,8	12	8	17440	2180	5580,8	1050	26200	13952	26160
27	Втулка	0,6-1,5	0,9	13,5	8	22400	2800	8064	1510	37800	20160	37800
28	Втулка	0,6-1,5	1	15	8	22400	2800	8960	1680	42000	22400	42000
29	Втулка	0,6-1,5	1,2	18	8	26400	3300	12672	2380	59400	31680	59400
30	Форсунка	0,2-0,6	0,4	10	12	108000	9000	19440	4050	90000	43200	90000
31	Форсунка	0,2-0,6	0,5	12,5	12	108000	9000	24300	5060	112500	54000	112500
32	Форсунка	0,2-0,6	0,55	13,5	12	108000	9000	26730	2670	121500	59400	121500
						794210	167050	740214,6	112450	3418000	2000252	3417,73

1.2. Классификация цеха

Проектируемый цех имеет производительность 2000 тонн отливок в год, что соответствует высокой мощности производства.

Цех специализируется на производстве отливок методом литья по выплавляемым моделям, вследствие чего цех имеет узкую технологическую специализацию.

Проектируемый цех является цехом массового производства, с широкой номенклатурой отливок от 400 грамм до 26 килограмм. Цех специализируется на литье низко и высоколегированных жаростойких сталей.

По степени механизации цех относится к механизированному цеху с частичной автоматизацией производства. Производство отливок происходит по разовым керамическим формам.

1.3. Выбор режима работы цеха

Проектируемый цех является цехом массового и крупносерийного производства, поэтому наиболее целесообразно применение параллельной работы структурных подразделений. Двусменный режим работы, в котором производственные процессы проходят одновременно позволит эффективно использоваться оборудование и производственные помещения.

В соответствии с принятым режимом работы рассчитаем фонды времени работы. Календарный фонд времени:

$$T_K = 365 * 24 = 8784 \text{ ч};$$

где 365 – количество дней в году;

24 – количество часов в сутках;

Номинальный фонд времени:

$$T_H = (K - B) \cdot C \cdot Ч = (365 - 118) \cdot 2 \cdot 8 = 3952 \text{ ч};$$

где K – число дней в году;

B – число выходных дней в году (по данным на 2018 г.);

C – количество смен;

					ДП.44.03.04.516 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

Ч – продолжительность одной смены.

Действительный фонд времени зависит от продолжительности отпусков, больничных и вредности производства.

Действительный фонд времени работы оборудования:

$$T_{\text{д}} = T_{\text{н}} - K_{\text{п}} = 3952 - 4,5\% = 3774 \text{ ч,}$$

где $K_{\text{п}}$ – коэффициент, учитывающий простой оборудования. При двусменном режиме работы $K_{\text{п}} = 4,5\%$.

1.4. Подбор оборудования цеха

1.4.1. Модельное отделение. Изготовление модельного состава и моделей

В модельном отделении выполняются следующие технологические операции: приготовление модельного состава и подготовка его для запрессовки, запрессовка состава в пресс-формы, охлаждение моделей и извлечение их из пресс-форм, изготовление элементов литниковых систем и сборка моделей в блоки.

При изготовлении отливок по выплавляемым моделям трудоемкость получения моделей зависит от выбора состава и способа его приготовления. Поэтому принятый модельный состав должен иметь низкую температуру плавления, хорошую жидкотекучесть, достаточную твердость и прочность, быть безвредным, недефицитным.

Для изготовления отливок в проектируемом цехе применим модельный состав первой группы ПЦПэв 67 – 25,5 – 7,5 (на основе парафина, церезина и полиэтиленового воска ПВ – 300):

- температура плавления 76,9°C;
- теплоустойчивость 43°C;
- температура состава в пастообразном состоянии 55 – 56°C;
- свободная линейная усадка 0,7–1,0%;
- предел прочности при статическом изгибе при 18–20°C –6,3 МПа;
- кинематическая вязкость при 100°C– 8,13 мм;
- зольность 0,02% по массе;

					ДП.44.03.04.516 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

– коксуемость 0,04%.

Модельные составы первой группы применяются как при массовом выпуске мелких стальных отливок, так при серийном производстве сложных по конфигурации тонкостенных отливок из специальных сплавов.

При подготовке выплавляемых модельных составах используют до 90% возврата, собранного при удалении моделей из оболочек форм.

При подборе оборудования важно учесть то, что автоматическое оборудование позволяет достаточно быстро и со стабильным качеством выполнять поставленную задачу, но в то же время для такого оборудования более жесткие требования предъявляются к оснастке и материалам. В частности, для проектируемого участка основная масса производимых деталей имеют массу до 1,5 кг и небольшие габариты и их восковые модели вполне могут быть изготовлены на автоматической машине 6А50, размер форм, для которой составляет 350x250x200 мм. Но крупные, массивные детали, такие как корпус, основание, тарелка имеют большие габариты, и изготовление их моделей невозможно на вышеописанном оборудовании. Для запрессовки воска в нестандартные или более массивные формы стоит предусмотреть шприц-машину ШМО-20. Машина позволяет изготавливать модели в ручных пресс-формах методом прессования с допрессовкой. Максимальные габариты формы 500x700x700мм, что значительно расширяет возможности цеха в части размеров отливаемых деталей.

Из производственной программы видно, что большая часть отливок имеет массу до 1,5 кг и как следствие небольшие габариты форм. Примем соотношение автоматических и ручных модельных форм как 80% и 20%.

Для приготовления модельной пасты и автоматизированной запрессовки пресс-форм рассмотрим полуавтоматическую линию для изготовления моделей с избирательным охлаждением пресс-форм модели 6А50.

Рассчитаем требуемую производительность оборудования для изготовления моделей и модельных звеньев, учитывая, что на годовую

					ДП.44.03.04.516 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

программу приходится 794210 запрессовок. Исходя из того, что на автоматическом оборудовании изготавливается 80% всех моделей, произведём расчёт загрузки линии исходя из необходимости изготовления $794210 \cdot 80\% = 635368$ моделей.

Количество оборудования может быть определено по формуле:

$$N = \frac{K_{M1} * n_{п4}}{\Phi_{д} * П} = \frac{635368 * 1,2}{3774 * 250} = 0,84$$

где N – количество оборудования;

K_{M1} – количество моделей на программу (пригодные для изготовления в автоматизированных формах), шт;

$T_{д}$ – действительный фонд времени, ч;

П – производительность, шт/ч;

$n_{п4}$ – коэффициент технологических потерь, учитывающий брак на последующих этапах производства.

Полуавтоматическая линия 6А50 подходит для выполнения заданной производственной программы (рассматривался пятый режим работы линии). Коэффициент загрузки такого оборудования 84%, что соответствует рекомендованным значениям для автоматического оборудования.

Линия полуавтоматическая для изготовления моделей с избирательным охлаждением пресс-форм модели 6А50 обеспечивает автоматизированное приготовление модельной пасты из легкоплавких модельных материалов с температурой плавления не выше 353К (80°C), автоматическое заполнение (с допрессовкой) пресс-форм модельной пастой и избирательное регулируемое охлаждение каждой пресс-формы (таблица 2).

Для изготовления моделей, габариты форм которых не позволяют их запрессовку на автоматической машине (20% всех моделей) предусмотрена шприц-машина ШМО-20, позволяющая производить запрессовку воска в крупногабаритные, неавтоматизированные формы (таблица 3). Количество таких моделей составляет $794210 \cdot 20\% = 127074$ штук.

					ДП.44.03.04.516 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Таблица 2 – Характеристики машины 6А50

Наименование параметров и характеристик	Значения
Наибольшая производительность:	
по модельной пасте, м ³ /ч	0,063
по количеству запрессовок, запрессовок/ч 1,2,3,4,5 режимы	32,63,125,160,250
Габаритные размеры пресс-форм, мм (ДхШхВ)	350x250x200
Температура расплава модельного состава, °С, не более	80
Наибольший объем запрессовки, л	4
Давление запрессовки, МПа	0,2 - 0,5
Давление допрессовки (при давлении сжатого воздуха 0,2...0,6 МПа), МПа	0,4 - 1,2
Время выдержки под давлением допрессовки, с	0,5 - 15
Температура воды, подаваемая насосно-нагревательной станцией, °С, не более	95
Температура модельной пасты на выходе из шестеренчатой мешалки, °С, не более	62
Расход воды на технологические цели, м ³ /ч	1,0
Расход сжатого воздуха на технологические цели при давлении 0,4 МПа, м ³ /ч	1
Расход пара, кг/ч	15
Установленная мощность, кВт	17,3
Габаритные размеры, мм (ДхШхВ)	4300x3500x2300
Масса, кг	5860

Уровень загрузки оборудования может быть определен по формуле:

$$K_3 = \frac{K_{м2} * n_{п4}}{\Phi_d * П} = \frac{127074 * 1,2}{3774 * 50} \cdot 100 = 80\%$$

где K_3 – уровень загрузки оборудования;

$K_{м2}$ – количество моделей на программу (не пригодные для изготовления в автоматизированных формах), шт;

T_d – действительный фонд времени, ч;

$П$ – производительность, шт/ч;

$n_{п4}$ – коэффициент технологических потерь, учитывающий брак на последующих этапах производства.

будет использоваться для формообразования и его объемом, достаточный для выполнения производственной программы.

В качестве емкости для нанесения вручную огнеупорного покрытия на блоки в составе роботизированного комплекса (РК) примем ванну обмазки 7480. Количество ванн будет известно из необходимого количества РК.

Технические характеристики ванны 7480:

Рабочая вместимость бака, $\text{max} - 0,15 \pm 0,2 \text{ м}^3$.

Рабочий уровень обмазки в баке – 560 мм.

Диаметр бака рабочий, $\text{max} - 600 \text{ мм}$.

Высота бака от пола (с кожухом), $\text{max} - 1188 \text{ мм}$.

Частота вращения бака -15...30 об./мин.

Установленная мощность электропривода - 1,5 кВт.

В качестве связующего состава для форм будет использоваться алюмоборфосфатный концентрат (АБФК), для его приготовления нам не потребуется специальное оборудование АБФК поставляется на предприятие в готовом виде.

АБФК ТУ 113-08-606-87. Смесь содержит, мас. %: алюмоборфосфатный концентрат 15-20; мелкодисперсный кварцевый песок 54-60; керамзит 10-15; порошкообразный отвердитель – периклаз 1-2; вода – остальное. Предварительно готовят водный раствор алюмоборфосфатного концентрата плотностью 1250-1350 кг/м³. В него вводят мелкодисперсный кварцевый песок и керамзит. Обработку наносекундными электромагнитными импульсами ведут с удельной мощностью 600-1000 МВт/м³ при дальнейшем перемешивании указанных ингредиентов с последующим введением порошкообразного отвердителя связующего. Достигается повышение прочности, газопроницаемости и трещиностойчивой форм при прокатке. АБФК – прозрачная жидкость, удельная масса 1,5-1,7 г/см³, содержание P₂O₅ не менее 36%, температура замерзания -40° С, рН 0,1-0,5. Введение отвердителя (периклаза) обеспечивает ускоренное отверждение смеси на воздухе (15...30 минут).

					ДП.44.03.04.516 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

В качестве оборудования для обсыпки модельных блоков при окунании их в «кипящий слой» обсыпочногo материала в составе роботизированного комплекса, примем пескосып с воздуходувом модели 7479. «Кипящий слой» создается за счет пропускания большого объема сжатого воздуха через пористое дно ванны с обсыпчным материалом. С помощью специального устройства загрязненный обсыпчный материал (капли, комья) периодически удаляется из ванны «кипящего слоя». Удаление воздуха от ванн, загрязненного песчаной пылью, производится через общий вентиляционный кожух.

Количество пескосыпов будет определено при расчёте необходимого количества РК.

Техническая характеристика пескосыпа кипящего слоя 7479:

Рабочая вместимость бака, не более, м³ - 0,14.

Диаметр бака - 600 мм.

Высота бака – 630 мм.

Высота кипящего слоя, не более, 500мм.

Рабочее давление воздуходувки, 0,01-0,01 МПа.

Применение установки обеспечивает:

- равномерное кипение из-за отсутствия намочания фильтра;
- экономию энергии за счет минимального сжатия воздуха;
- работу воздуходувки только при нанесении песка;
- сокращение времени сушки за счет подогрева песка.

В качестве материала формирующего внутреннюю полость отливки (1,2 слоя) примем маршалит.

Маршалит – рыхлая или слабо уплотненная порода, состоящая из тонкодисперсных зерен кварца и различных примесей. Производится по ГОСТ 9077-82. Фракция 0, 05 мм (50 микрон). Плотность 2,55 г/см³. Удельная поверхность г/см² – 1685. Потери при прокаливании (1100 град.) - 0,4 Цвет бело-серый. Влажность не более 5%

					ДП.44.03.04.516 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

Для формирования основного тела модели (3...7 слои) используем кварцевый песок фракций 0,2-0,63 мм; 0,5-1,0 мм. Применение кварцевого песка, фракционированного позволит стабилизировать качество оболочных форм, значительно повысить их механическую прочность. Высокое содержание окиси кремния и минимальные примеси дают возможность ликвидировать такой вид брака, как пригар. Термостойкость материалов позволит повысить прочность оболочек после прокалики и точность отливок.

Вместе с тем, применение кварцевого песка позволит получать отливки без длительной прокалики оболочных форм (что значительно снижает энергозатраты) и без применения топок из жаропрочной стали (что значительно снижает себестоимость).

Для послойного нанесения суспензии на модельные блоки и обсыпки их в кипящем слое песка примем роботизированный комплекс 7713 (таблица 4).

Таблица 4 – Технические характеристики РК 7713

Производительность комплекса, покрытий/час	90
Максимальные размеры блока моделей:	
Диаметр, мм	450
Высота, мм	500
Количество блоков в спутнике, шт	4
Количество степеней свободы робота	6
Количество программ робота	16
Установленная мощность, кВт	38
Расход воздуха, м ³ /час	2,1
Расход воды, м ³ /час	0,5
Габаритные размеры, мм	20000x19000x3080
Масса (без конвейеров и камеры сушки), кг	9200

Применение комплекса обеспечивает:

- комплексную автоматизацию тяжелых и вредных операций изготовления форм;
- возможность изготовления форм любой сложности;
- получение высокого и стабильного качества форм;
- снижение трудоемкости;
- улучшение условий труда.

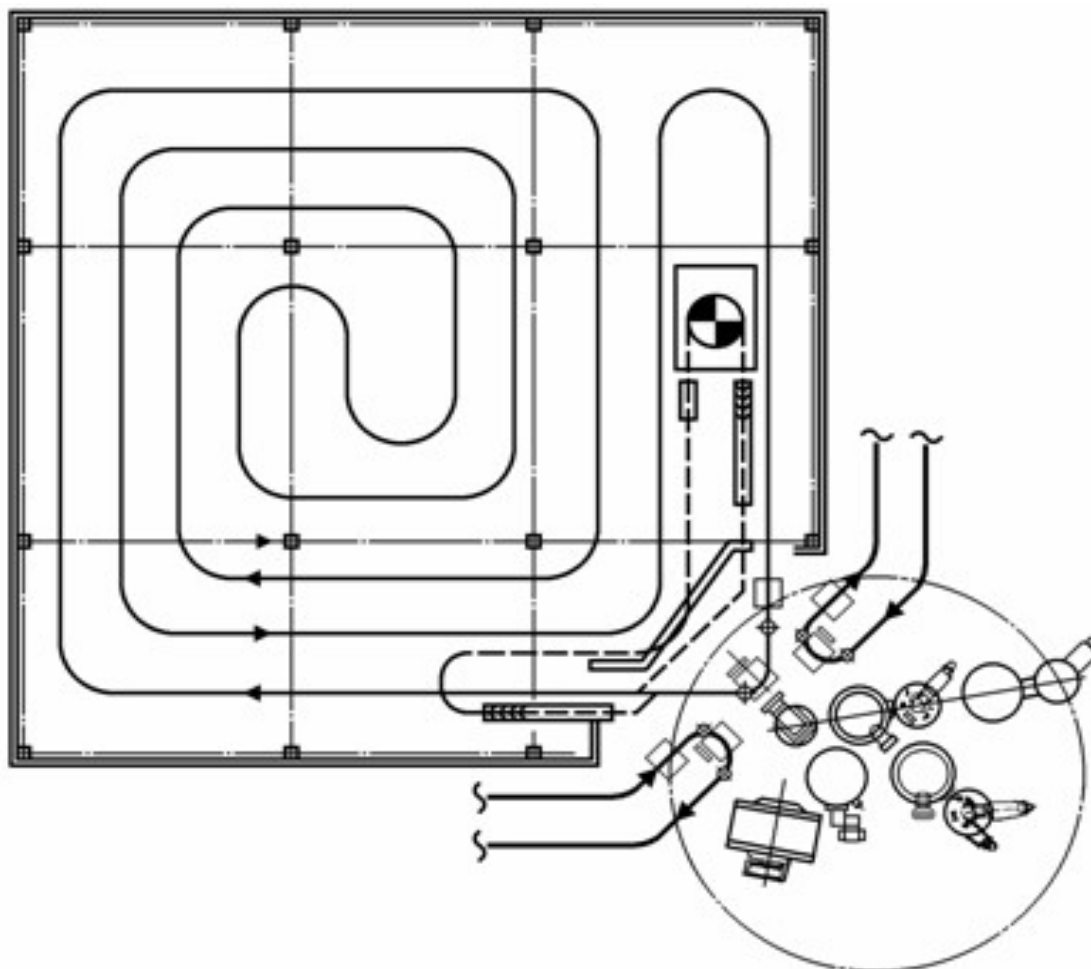


Рисунок 1 – Схема расположения РК 7713

Определим необходимое количество РК, необходимое для выполнения производственной программы:

$$N = \frac{K_{\phi} \cdot n_{\text{пз}} \cdot N_{\text{с}}}{\Phi_{\text{д}} \cdot \Pi} = \frac{167050 \cdot 1,08 \cdot 7}{3774 \cdot 90} = 3,72 \text{ шт}$$

где: N – количество оборудования;

$N_{\text{с}}$ – количество слоёв оболочки;

$K_{\text{а}}$ – годовое количество форм, шт;

$\Phi_{\text{д}}$ – действительный фонд времени, ч;

Π – производительность оборудования, шт/ч;

$n_{\text{пз}}$ – коэффициент технологических потерь, учитывающий брак на последующих этапах производства.

Принимая в расчёт четыре роботизированных комплекса, определим степень их загрузки оборудования $K_{\text{зо}}$:

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

обеспечивает управление процессом в соответствии с режимными картами, выданными технологом. Система управления позволяет сохранять в архиве и документировать параметры процесса, осуществлять вывод оперативной информации в графическом виде на монитор. Имеется возможность управления процессом, как в автоматическом, так и в ручном режиме.

Автоклав позволяет собрать для повторного использования до 90% модельного состава.

Рассчитаем необходимое количество автоклавов для выполнения программы:

$$N = \frac{K_{\text{ф}} * n_{\text{пз}}}{\Phi_{\text{д}} * \Pi} = \frac{167050 * 1,08}{3774 * 80} = 0,59$$

Примем для нужд участка один автоклав БГ-1200. Расчётная загрузка оборудования будет составлять 59%. Важно отметить, что реальная производительность может отличаться до 20% в меньшую сторону при загрузке крупногабаритных форм, либо форм имеющих сложную форму внутренних полостей.

1.4.4 Прокалочно-заливочное отделение

Во время прокаливании литейных форм происходит полное выгорание модельного состава, испаряются вода и другие газотворные вещества, в результате образуется пористая структура тела формы. Вместе с этим происходит спекание связующего с основой из кварцевого песка различных фракций. В ходе прокалики форма приобретает важнейшее свойство, для формирования качественных отливок, форма становится газопроницаемой.

В проектируемом цехе операции прокалики форм и их заливки будут осуществляться с минимальным временным разрывом на механизированной линии для прокаливания и заливки форм без опорного наполнителя и охлаждения блоков отливок мод. 7758 (Литаформ) совмещение процессов прокалики, заливки и отказ от опорного наполнителя позволит значительно снизить потребление электроэнергии (до 3 раз), сократить время

					ДП.44.03.04.516 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		19

$$Cr_{ш} = \frac{1,5 \cdot 100}{100 - 3} = 1,54 \text{ кг};$$

$$Ni_{ш} = \frac{1,5 \cdot 100}{100 - 3} = 1,54 \text{ кг};$$

S, P в шихте 0.04 кг.

Определим угар компонентов:

$$C = 0,37 - 0,3 = 0,07 \text{ кг};$$

$$Si = 0,37 - 0,3 = 0,07 \text{ кг};$$

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

$$Ni = 1,54 - 1,5 = 0,04 \text{ кг};$$

$$Cr = 1,54 - 1,5 = 0,04 \text{ кг};$$

$$Fe = \frac{(100 - 0,3 - 0,3 - 0,7 - 1,5 - 1,5 - 0,06 - 0,06) \cdot 0,25}{100} = 0,24 \text{ кг};$$

Общий угар составил: 0,48 кг.

Возврат собственного производства вносит в расплав:

$$C = \frac{0,3 \cdot 45}{100,48} = 0,134 \text{ кг};$$

$$Si = \frac{0,3 \cdot 45}{100,48} = 0,134 \text{ кг};$$

$$Mn = \frac{0,7 \cdot 45}{100,48} = 0,313 \text{ кг};$$

$$Ni = \frac{1,5 \cdot 45}{100,48} = 0,67 \text{ кг};$$

$$Cr = \frac{1,5 \cdot 45}{100,48} = 0,67 \text{ кг};$$

$$S = \frac{0,04 \cdot 45}{100,48} = 0,018 \text{ кг};$$

$$P = \frac{0,04 \cdot 45}{100,48} = 0,018 \text{ кг}.$$

Стальной лом составляет 55,48% от общей металлозавалки и имеет следующий усреднённый состав: C-0,27%; Si-0.18%; Mn-0.5%; S-0.024%; P-0.24%; Cr-0.26%.

Стальной лом внесёт в расплав:

					ДП.44.03.04.516 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

$$Si = \frac{2 \cdot 1}{100,48} = 0,02 \text{ кг};$$

$$P = \frac{0,03 \cdot 1}{100,48} = 0,0003 \text{ кг};$$

$$S = \frac{0,04 \cdot 1}{100,48} = 0,0004 \text{ кг}.$$

Для доводки расплава по никелю, определим необходимое количество никеля полуфабрикатного марки НП1 ГОСТ 492-73. Сплав на 99,9% состоит из никеля, с незначительными включениями Fe, C, Si, Cu, Mg, Zn. Сера и фосфор присутствуют в количестве до 0,001. В виду низкого содержания примесей, в расчёте шихты учтём только чистый никель.

$$Ni = \frac{0,83 \cdot (100 - 3)}{99,9} = 0,8 \text{ кг}.$$

Никель в количестве 1 кг внесёт в расплав:

$$Ni = \frac{99,9 \cdot 0,8}{100,48} = 0,799 \text{ кг}.$$

Для доводки сплава по молибдену, введём в расплав FeMo60 ГОСТ 4759-91, который содержит Mo-60%, C-1%, S-0.1%, P-0,05

$$Mo = \frac{0,13 \cdot (100 - 3)}{60} = 0,21 \text{ кг};$$

$$S = \frac{0,1 \cdot 0,2}{100,48} = 0,0002 \text{ кг};$$

$$P = \frac{0,05 \cdot 0,2}{100,48} = 0,0001 \text{ кг}.$$

Таблица 9 – Ведомость расхода шихтовых материалов для стали 30ХНМЛ.

Наименование	Количество, кг	Содержание элементов															
		C		Si		Mn		Ni		Cr		Mo		S		P	
		%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг
Жидкая сталь	100	0,3	0,3	0,3	0,3	0,7	0,7	1,5	1,5	1,5	1,5	0,2	0,2	0,04	0,04	0,04	0,04
Угар	3	3,00	0,07	3,00	0,07	3,00	0,02	3	0,04	3	0,04	3	0,01	0	0	0	0
Шихта	100,48	0,37	0,37	0,37	0,37	0,72	0,72	1,54	1,54	1,54	1,54	0,2	0,2	0,04	0,04	0,04	0,04
Возврат	43,29	0,3	0,134	0,3	0,134	0,7	0,313	1,5	0,67	1,5	0,67	0,2	0,1	0,04	0,018	0,04	0,018
Стальной лом	55,5	0,27	0,15	0,18	0,1	0,5	0,278	0	0	0,26	0,16	0	0,05	0,024	0,013	0,024	0,013
Внесено возвратом и ломом	45		0,284		0,234		0,59		0,67		0,83		0,1		0,031		0,031
Никель НП1	0,8							99,9	0,8						0,0001	0,0001	
Ферромolibден FeMo60	0,2	0,1	0,001							1	0,01	60	0,21	0,1	0,0002	0,05	0,0001
Феррохром ФХ400А	1	4	0,04	2	0,02					65	0,64			0,0002	0,02	0,03	0,0003
Итого	102	0,325	0,325	0,234	0,234	0,6	0,6	1,47	1,47	1,5	1,48	0,3	0,31	0,034	0,031	0,034	0,031

1.4.8 Участок выбивки блоков отливок

Для отчистки остывших отливок от литейной формы, следует обратить внимание не только на производительность применяемой технологии, но и на её экологичность, стоимость эксплуатации, эффективность при отделении прочных формовочных материалов и отчистке полостей сложной формы, на отсутствие вероятности повредить саму отливку, либо снизить показатели чистоты поверхности и возможность массовой загрузки деталей. Принимая во внимание вышеуказанные требования, примем для нашего производства универсальные электрогидроимпульсные установки ЭГУ (таблица 10).

ЭГУ способны эффективно удалять все основные виды формовочных и стержневых смесей (песчано-глинистые, ЖСС, СЖС, ЖС, ХТ, смеси на основе корунда). Принцип действия основан на использовании электрических разрядов в жидкостной среде и образовании электрогидравлического эффекта, обеспечивая ликвидацию соответствующих элементов на 98% от их изначального объема. Обработка реализуется в рамках двух стадий. Сначала удаляется внешняя оболочка, а также 90% от всех стержней. После этого детали отрезаются от стояка, а затем осуществляется полная очистка деталей (в которых остались стержни) посредством специальных технологических элементов.

Электрогидравлический механизм позволяет удалять стержни из отливок любых типов, включая, например, гидроаппаратуру при синхронном снижении внутренних показателей напряжения в отливках, а также стабилизацией их величины.

Показатели деформации (овальности), которая обусловлена внутренними напряжениями, по факту механического воздействия на стенки, образующие центральное отверстие отливки на гидрораспределителе: порядка 2 микрон (при задействовании метода ЭГ), 9 микрон (при обработке отливок традиционными методами).

					ДП.44.03.04.516 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

случае будет предусмотреть несколько технологий отделения литниковых систем, и обрабатывать полученные отливки в зависимости от удобства обработки тем или иным методом и требований к отливке.

Резка производится как с помощью ручного механизированного инструмента, так и главным образом на специальных отрезных станках с тонкими армированными абразивными дисками.

Достоинства резки шлифовальными кругами – отсутствие охлаждающей жидкости, сравнительно простое и дешевое оборудование, небольшой нагрев изделия, прямые чистые стенки реза без оплавления, небольшой шум. Недостатки – значительное выделение абразивной и металлической пыли, возможность местного перегрева детали, низкая автоматизация труда. Для резки применяются маятниковые станки с отрезным абразивным диском. По материалу абразивных зёрен отрезные круги изготавливаются из электрокорундовых, вулканитовых или карбид-кремниевых.

Параметры таких пил во многом зависят от формы обрабатываемой детали и навыков оператора станка. Для деталей массой от 0,2 до 10 кг, которые составляют большую часть производственной программы по численности, производительность одной установки составляет 40-60 деталей в час.

Общее количество отливок массовых групп 0,2-0,6; 0,6-1,5; 1,5-10кг на производственную программу составляет 730240 штук.

Определим требуемое количество маятниковых дисковых станков исходя из рекомендованной степени загрузки ручного оборудования 55-70%

$$N = \frac{K_{д0,2-10} \cdot n_{п2}}{\Phi_{д} \cdot \Pi \cdot \eta} = \frac{730240 \cdot 1,06}{3774 \cdot 50 \cdot 0,6} = 6,83 \text{ шт.},$$

где η - коэффициент учитывающий ручной характер труда;

$K_{д0,2-10}$ – суммарное количество деталей массовых групп 0,2-0,6; 0,6-1,5; 1,5-10кг на производственную программу.

					ДП.44.03.04.516 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

При нормализации уменьшаются внутренние напряжения, происходит перекристаллизация стали, измельчающая крупнозернистую структуру металла сварных швов, отливок или поковок. [6]

Для отпуска отливок применяем шахтную печь для отпуска модели ПШО 15.20/7.

Отпуск — это процесс длительной выдержки отливок при комнатной (естественное старение) или повышенной (искусственное старение) температуре с целью приближения их к равновесному состоянию. Отпуск применяют, как правило, после закалки или нормализации. При этом повышаются пластические свойства отливок. Как самостоятельный процесс его используют для снятия внутренних термических напряжений. [6]

В соответствии ГОСТ 977-98 для стали 30ХНМЛ отпуск проходит в пределах температур 600-650°C.

1.4.11. Вспомогательные отделения и участки цеха

Склад для хранения шихтовых и формовочных материалов имеет участок подготовки, где перед отправкой в работу шихтовые материалы подвергаются дроблению, грохочению и сортировке. Мешки с маршалитом вскрываются в специальной машине, после чего материал направляется на подсушку в газовой печи. После охлаждения и просеивания материал попадает в расходный бункер, откуда и попадает на участок изготовления форм. Кварцевый песок подаётся с главного склада пневмотранспортом. На главном складе имеется вспомогательное оборудование, гидрорезницы и газовые резаки предназначены для обрезки негабаритного лома для удобной транспортировки и подачи в печь. Бункера для шихтовых материалов оборудованы электровибрационными питателями. Навески шихты к плавильной печи подают от весовой тележки самоходной электроталью.

Ремонтная служба цеха организована для проведения плановых ремонтов и межремонтного обслуживания технологического оборудования. Ремонтная служба так же осуществляет контроль и ремонт транспортировочного и грузоподъёмного оборудования. Ремонтный участок

Навески шихты к плавильной печи подают от весовой тележки самоходной электроталью грузоподъемностью 3тн.

Внутреннее пространство цеха обслуживают четыре электротельфера грузоподъемностью 1,5 т, которые предназначены для транспортировки, выгрузки и складирования материалов, осуществления монтажа и ремонтов оборудования.

В цеху присутствуют рельсовые тележки, которые предназначены для транспортировки груза между участками и из пролета в пролет.

Собранные блоки перемещаются к роботизированным установкам нанесения оболочки подвесным конвейером, где продолжают своё движения до завершения процесса образования формы.

Для прокаливания и заливки форм установлен пластинчатый конвейер, поставляемый совместно с линией заливки

Песок из базисного склада системами пневмотранспорта подаётся к местам требования.

Суспензия для участка изготовления форм подаётся по трубопроводу из центрального накопительного бака.

					ДП.44.03.04.516 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		35

2.2. Выбор и расчёт литниково-питающей системы

При конструировании ЛПС, ключевым заданием является обеспечение принципов направленного затвердевания отливки и равномерного её питания расплавом. Среди множеств возможных решений, предпочтение следует отдавать наименее трудозатратные решениям, сочетающим простоту изготовления и низкую металлоёмкость.

Для изготовления деталей импеллер, наиболее рационально использование литниковой системы первого типа, в виде центрального стояка длиной 500мм.

Для расчёта размеров элементов ЛПС первого типа используем разработанный М. Л. Хенкиным способ, основанный на соблюдении принципов направленного затвердевания. Исходными данными для расчёта являются модуль охлаждения массивного узла отливки и его масса

Для определения объёма и площади детали, в системе автоматизированного проектирования была построена её точная 3D модель и определены точные значения объёма и площади сложной фигуры. $V=207438\text{мм}^3$; $S=59002\text{мм}^2$. Масса детали 1,6кг.

Рассчитаем приведенную толщину узла отливки по формуле:

$$R_y = \frac{V_y}{S_y} = \frac{207438}{59002} = 3.51\text{мм},$$

где V_y - объем теплового узла отливки, мм^3 ;

S_y - площадь теплового узла отливки, мм^2 .

Из условия удобного отделения отливок от стояка, принимаем длину питателя $l_{\text{п}} = 10$ мм и размеры стояка 50x50мм. Находим приведенную толщину сечения выбранного стояка;

$$R_c = \frac{V_c}{S_c} = \frac{2500}{200} = 12,5\text{мм};$$

Рассчитываем приведенную толщину сечения питателя:

					ДП.44.03.04.516 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

$$R_{\Pi} = k \sqrt[4]{R_y^3 \cdot m_{отл}} \cdot \sqrt[3]{\frac{l_{\Pi}}{R_c}} = 5.47 \text{ мм}$$

где R_y - толщина теплового узла, мм;

k - коэффициент пропорциональности, который определен эмпирически, $k=11$.

Зная необходимую приведённую толщину сечения, определим диаметр питателя круглого сечения:

$$D_{\Pi} = 4R_{\Pi} = 21,8 \text{ мм.}$$

Для питания отливки импеллер, определим круглый питатель длиной 10 мм, диаметром 22мм.

2.3. Изготовление водорастворимого стержня

Значительную долю затрат в производстве литья занимают затраты на литейную оснастку. Для крупносерийных деталей, изготавливаемых по выплавляемым моделям, применяют стальные или алюминиевые пресс-формы с высокими требованиями чистоты и точности. Внутреннюю полость отливки формируют стержнями, точно воспроизводящими форму и размеры полостей. В ряде случаев, когда невозможно извлечение единого стержня, целесообразно применение разовых водорастворимых стержней. Для этого из технической мочевины (карбимида), путём заливки в форму, формируются разовые стержни, которые вымываются водой, после изготовления восковой модели. Применение разовых стержней значительно сократит трудоёмкость изготовления формы для детали импеллер. Количество стержней на программу соответствует количеству деталей, 9600 штук/год.

2.4. Изготовление модели, блока и оболочки

Принимая во внимание необходимость высокой точности и чистоты поверхности отливки, важно точно воспроизвести её восковую модель. Для изготовления восковых моделей примем состав ПЦПэв 67 – 25,5 – 7,5 (на основе парафина, церезина и полиэтиленового воска ПВ – 300):

- Температура плавления 76,9°С;

					ДП.44.03.04.516 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

пористая структура тела формы, способная сохранять прочность и отводить газы, при заливке металла. Вместе с этим происходит спекание связующего с основой из кварцевого песка различных фракций. В ходе прокалики форма приобретает важнейшее свойство, для формирования качественных отливок, форма становится газопроницаемой. На этом этапе важно осуществить равномерный, глубокий прогрев формы, с чем не всегда справляются газовые печи. Прокаливание форм без опорного наполнителя позволит значительно (в 2-3 раза) снизить продолжительность операции, сохраняя при этом равномерный прогрев формы до 850°С. Сокращение временного интервала прокалики – заливки не вынуждает перегревать оболочку, а автоматический характер процесса позволяет получать стабильные, прогнозируемые параметры на всех этапах.

В проектируемом цехе операции прокалики форм и их заливки будут осуществляться с минимальным временным разрывом на механизированной линии для прокаливания и заливки форм без опорного наполнителя и охлаждения блоков отливок мод. 7758 (Литаформ) совмещение процессов прокалики, заливки и отказ от опорного наполнителя позволит значительно снизить потребление электроэнергии (до 3 раз), сократить время прокаливания форм (в 3 раза), повысить производительность и в целом снизить себестоимость литья на 15-20%.

Обрубка и очистка литья. Традиционным и вполне эффективным способом отделения отливок от литейной формы и удаления остатков стержней является удаление по средствам вибрационного воздействия на блок отливок. За счёт разнородности материалов отливки и формы, происходит интенсивное растрескивание частей формы и опадание от блока отливки. Пневматические вибрационные машины относительно дешёвы и просты в обслуживании, однако у этой технологии есть ряд недостатков, как то высокий уровень негативного воздействия на работников вследствие вибрации и запылённости, необходимости единичной установки блоков, подвергаемых очистке.

					ДП.44.03.04.516 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

В проектируемом цехе очистка отливок походит на электрогидроимпульсных установках их помощью осуществляются выбивки стержней любой прочности на основе заготовок из литья. Также установки могут быть использованы для удаления из отливок остаточных элементов формовочных смесей. Установка позволяет работать со всеми видами покрытий, включая краски, стержневые, керамические, песчаные и холоднотвердеющие смеси. Очистка ведётся комплексно по группе загруженных блоков в водной среде с эффективностью 85-99%. ЭГИ установки не оказывают негативного влияния на производственную среду.

2.8. Термическая обработка отливок

Термообработка литого металла характеризуется некоторыми особенностями по сравнению с термообработкой ковального или прокатанного. В отливках вследствие специфических условий их затвердевания наблюдается крупное зерно, обуславливающее обычно низкие механические свойства. Термообработку применяют для получения необходимых механических свойств, обрабатываемости металла резанием и для снятия внутренних напряжений в отливках. Литая сталь до термообработки имеет грубую видманштеттову структуру. Грубозернистая структура и внутренние напряжения снижают механические свойства металла и приводят к деформации отливок. Для улучшения структуры и механических свойств применяют отжиг или нормализацию, которая является подготовительной, а часто и окончательной термообработкой, завершающей технологический цикл получения отливок по выплавляемым моделям. В цехах с массовым выпуском отливок из углеродистой и низколегированных сталей наиболее распространенной термообработкой является нормализация.

Нормализация – термическая операция, при которой сталь нагревают до температуры на 30-50°C выше верхних критических точек A_{c3} и A_{cm} затем выдерживают при этой температуре и охлаждают на спокойном воздухе.

В соответствии ГОСТ 977-98 для стали 30ХНМЛ нормализация проходит в пределах температур 860-880°C.

					ДП.44.03.04.516 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

При нормализации уменьшаются внутренние напряжения, происходит перекристаллизация стали, измельчающая крупнозернистую структуру металла. [6]

Для отпуска отливок применяем шахтную печь для отпуска модели ПШО 15.20/7.

Отпуск — это процесс длительной выдержки отливок при комнатной (естественное старение) или повышенной (искусственное старение) температуре с целью приближения их к равновесному состоянию. Отпуск применяют, как правило, после закалки или нормализации. При этом повышаются пластические свойства отливок. Как самостоятельный процесс его используют для снятия внутренних термических напряжений [6].

Практически все стали подчиняются закону: повышение температуры отпуска — снижение прочностных характеристик и повышение пластических.

При отпуске некоторых сталей возможно протекание процессов, которые снижают ударную вязкость стали не меняя остальные механические свойства. Такое явление называется отпускной хрупкостью и наблюдается в температурных интервалах отпуска при 250–400°C и 500–550°C. Первый вид хрупкости называется отпускной хрупкостью I рода и является необратимым, поэтому стоит избегать отпуска сталей при этих температурах. Данный вид присущ практически всем сталям, легированным хромом, магнием, никелем и их сочетанием, и обусловлен неоднородным выделением карбидов из мартенсита. Второй вид отпускной хрупкости - отпускная хрупкость II-го рода является обратимым. Отпускная хрупкость II-го рода проявляется при медленном охлаждении легированной стали при температуре 500–550°C. Данная хрупкость может быть устранена повторным отпуском с большой скоростью охлаждения (в воде или масле). В этом случае устраняется причина этой хрупкости – выделение карбидов, нитридов, фосфидов по границам бывших аустенитных зерен. Устранение отпускной хрупкости

					ДП.44.03.04.516 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

легированных сталей возможно введением в них малых добавок молибдена (0,2–0,3 %) или вольфрама (0,5–0,7 %).

В соответствии ГОСТ 977-98 для стали 30ХНМЛ отпуск проходит в пределах температур 600-650⁰С.

2.9. Возможные причины брака и пути его устранения

Значительное влияние на эффективность производства и качество выпускаемых изделий оказывает производственный брак. Брак возможен на всех этапах производства, и чем выше стадия изготовления детали, на момент её отбраковки. Наиболее частыми причинами брака являются отклонение технологического процесса, либо его неверное составление. На автоматизированном оборудовании количество брака, вызванного человеческим фактором, сведено к минимуму. Разберём наиболее частые виды брака и способы их устранения и предупреждения.

Таблица 16 – Виды брака и меры по его предупреждению

Виды брака	Причины	Меры предупреждения
Виды брака моделей и меры по его предупреждению.		
Трещины	Затрудненная усадка модели в пресс – форме. Наличие острых внутренних углов у модели.	Уменьшить продолжительность остывания модели в пресс – форме; раньше вынимать части пресс – формы, оформляющие отверстия в модели.
Виды брака литейных форм и меры по его предупреждению.		
Сползание жидкой пленки огнеупорного покрытия с модели	Наличие на поверхности модели смазочного материала, применяемого при смазке полости пресс – форм.	Обезжирить модели промывкой в спирте или другом растворителе. Применять более густую суспензию и ускорить присыпание пленки покрытием огнеупорным материалом.
Трещины в огнеупорном покрытии	Медленная сушка покрытия в сыром прохладном помещении. Нанесение последующего слоя покрытия на недостаточно просушенный предыдущий слой. Толстый слой покрытия.	Ускорить сушку. Улучшить сушку. Применять более жидкую суспензию, полнее дать стечь избытку суспензии с модели перед присыпкой ее огнеупорным порошком.

Продолжение Таблицы 16

Отслаивание покрытия от модели	Длительное хранение моделей с нанесенной на них огнеупорной оболочкой. Нанесение покрытия на неостывшие модели.	Не допускать длительного хранения моделей после нанесения на них огнеупорного покрытия.
Расслоение покрытия	Плохое смачивание суспензией предыдущего слоя покрытия.	Удалить избыточный материал присыпки с предыдущего слоя покрытия перед нанесением последующего слоя. Применять более жидкую суспензию для нанесения второго и последующих слоев покрытия.
Виды брака отливок и меры по его предупреждению.		
Заливы.	Трещины в огнеупорном покрытии, образовавшиеся при сушке форм или прокаливании оболочек. Трещины в оболочке, образовавшиеся во время заливки.	Соблюдать режимы сушки форм и прокаливании оболочек.
Засоры	Засорение формы огнеупорным материалом при формовке, в процессе сушки или прокаливании. Засорение формы вследствие разрушения керамической оболочки.	При формовке закрывать литниковую воронку оболочки крышкой. Формы для сушки и оболочки для прокаливании загружать в печь литниковой воронкой вниз.
Горячие трещины	Плохая податливость формы. Неравномерное охлаждение отливки при затвердевании из за перегрева у литников. Резкое изменение толщины сопрягаемых сечений отливки, наличие острых углов в сопряжениях.	Уменьшить количество слоев керамического покрытия. Изменить конструкцию отливки: уменьшить различие в толщинах, сделать плавные переходы между сопрягаемыми сечениями, устранить острые углы в сопряжениях.
Усадочные раковины, микрорыхлоты	Недостаточное питание отливки.	Увеличить размеры прибылей, установить дополнительные прибыли.
Газовые раковины	Захват пузырьков воздуха металлом при движении по ЛПС и в полости формы.	Обеспечить спокойное поступление металла в полость литейной формы, уменьшить высоту падения металла в форме.

Окончание Таблицы 16

Газовая пористость	Повышенная газонасыщенность расплава.	Не перегревать сплав. Исключить контакт сплава с газами.
Коробление	Неправильная конструкция отливки: наличие неорбренных плоских стенок большой протяженности, разнотолщинность. Загрузка в печь для термообработки навалом.	Соблюдать, либо пересмотреть правила конструирования отливок. Термообработку отливок, подверженных короблению, производить на песчаной «постели» или драерах.

3. Экономическая часть

Объектом дипломного проекта является цех точного литья по выплавляемым моделям с мощностью 2000 тонн годных отливок в год. Главной целью было уменьшить себестоимость продукции за счет внедрения нового усовершенствованного оборудования, уменьшение трудоемкости работ путём автоматизации производства и как следствие уменьшение количества персонала.

3.1. Расчёт численности рабочих

Различают списочную и явочную численность рабочих, фактически участвующих в производственном процессе. Списочная численность рабочих включает всех постоянных и временных рабочих, имеющих трудовые договорные отношения с предприятием.

Расчет явочной численности рабочих выполним по формуле:

$$N_{яi} = H_i \cdot A_i \cdot C_i$$

где H_i - норма обслуживания оборудования в смену, чел;

A_i - количество одновременно работающих однотипных агрегатов, шт.; C_i - число смен в сутки.

Списочное число рабочих определим по формуле:

$$N_{сп.i} = N_{яi} \cdot K_{сп}$$

где $K_{сп}$ - коэффициент списочного состава;

$N_{яi}$ - явочная численность рабочих.

Коэффициент списочного состава определяется по формуле:

$$K_{сп} = \frac{T_n}{T_d},$$

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:

$$T_n = (365 - B - П - П_n) \cdot 8 + П_n \cdot 7,$$

где B – число выходных дней в 2018 году, $B=102$ дня;

					ДП.44.03.04.516 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

П – число праздничных дней в 2018 году П=16;

П_п – число предпраздничных дней, П_п=6.

$$T_n = (365 - 102 - 16 - 6) \cdot 8 + 6 \cdot 6 = 1970;$$

Действительный фонд рабочего времени определяется по формуле:

$$T_d = T_n - Н$$

где T_n - номинальный фонд времени, сут.;

Н - планируемые невыходы на работу.

$$T_d = 1970 - (34 \cdot 8) = 1698 \text{ часов.}$$

Для определения численности рабочих предварительно необходимо рассчитать фонд времени работы производственного персонала. Расчет сведем в таблицу 17.

Таблица 17 – Баланс рабочего времени основных рабочих

Статьи баланса		Фонд времени	
		Сутки	Часы
1.	Календарное время, дни	365	2920
2.	Нерабочее время, дни		
	а) выходные	102	-
	б) праздничные	16	-
	в) предпраздничные дни	6	-
3.	Номинальный фонд рабочего времени	247	1970
4.	Невыходы на работу	34	-
	в том числе:		
	а) основной и дополнительный отпуска, дни	33	-
	б) по болезни		-
	в) выполнение государственных и общественных обязанностей	1	-
	г) отпуска по учебе		-
5.	Действительный годовой фонд	212	1698
6.	Коэффициент списочного состава	1,16	-

Расчет списочного состава вспомогательных рабочих приведён в таблице 3.3. В таблице 3.4 представлено штатное расписание ИТР, служащих и МОП. Принятое количество управленческого и обслуживающего персонала приведено в таблице 18.

Таблица 18 – Расчет списочного состава основных рабочих

Наименование отделений, оборудования и профессий	Тарифный разряд	Число смен в сутки	Норма обслуживания, человек	Количество агрегатов, шт.	Количество рабочих, чел.			К _{сп}	
					Явочное		Списочное		
					В смену	В сутки			
1	Модельное отделение								
1.1	Установка 6А50		2	1	1				
	Модельщик по выплавляемым моделям	4	2			1	2	2	1,12
1.2	Шприц-машина ШМО-20		2	1	1				
	Модельщик по выплавляемым моделям	3	2			1	2	2	1,12
1.3	Электропаяльник				8				
	Модельщик по ВМ	4	2	1		8	16	18	1,12
					Итого	10	20	22	
2	Отделение изготовления оболочки форм								
2.2	Роботизированный комплекс 7713			1	4				
	Оператор машинной формовки	5	2			4	8	9	1,12
2.3	Выплавка мод.БГ-1200				1				
	Оператор	4	2	1		1	2	2	1,12
					Итого	5	10	11	
3	Прокалочно-заливочное отделение								
3.1	Механизированная линия 7758			1	1				
	Оператор	4	2			1	2	2	1,24
3.2	Плавильный комплекс УИ-0,5Т-400				2				
	Шихтовщик	4	2	0,5		1	2	2	1,2
	Плавильщик	5	2	1		2	4	5	1,2
	Заливщик	3	2	2		4	8	10	1,2
					Итого	8	16	17	

4	Отделение обрубки и очистки								
4.1	Установка ЭГУ 36151Т				2				
	Оператор	4	2	1		2	4	4	1,12
4.2	Пила дисковая маятниковая				7				
	Резчик	3	2	1		7	14	16	1,12
4.3	Установка гидроклин				1				
	Оператор	4	2	1		1	2	2	1,12
					Итого	10	20	22	
5	Отделение термообработки								
5.1	Шахтная печь ПШЗ 12.40/12			1	1				
	Термист	4	2			1	2	2	1,2
5.2	Шахтная печь ПШО 15.20/7.			1	1				
	Термист	4	2			1	2	2	1,2
					Итого	2	4	4	
Всего производственных рабочих							70	76	

Таблица 19 – Расчет списочного состава вспомогательных рабочих

Профессия	Разряд	Количество рабочих, чел.			К _{сп}
		Явочное		Списочное	
		В смену	В сутки		
Комплектовщик пресс-форм	4	2	4	4	1,12
Ковшевой	3	2	4	4	1,12
Маркировщик литья	3	1	2	4	1,12
Контролер	4	2	4	4	1,12
Лаборант	4	2	4	4	1,12
Весовщик	2	2	4	4	1,12
Водитель внутрицехового транспорта	2	2	4	4	1,12
Крановщик	4	1	2	2	1,12
стропальщик	2	1	2	2	1,12
Кладовщик	2	1	2	2	1,12
Слесарь	4	3	6	7	1,12
Станочник	4	4	8	9	1,12
Электрик	5	2	4	4	1,12
Работник по подготовке шихты	3	2	4	4	1,12
Печник - футеровщик	4	2	4	4	1,12
Всего		27	54	61	

Таблица 20 - Штатное расписание ИТР, служащих и МОП

Должность	Количество	Оклад, тыс. руб.		
		Месячный	С учётом районного коэфициента	Годовой с учётом районного коэфициента
ИТР				
1. Начальник цеха	1	70	80,5	966
2. Заместитель начальника	2	53	61	732
3. Начальник ПДБ	1	45	51,75	620,4
Старший мастер	1	45	51,75	620,4
Сменный мастер	2	42	48,3	579,6
Мастер	5	40	46	552
Энергетик цеха	1	45	51,75	621
Механик цеха	1	45	51,75	621
Инженер-экономист	1	40	46	552
Инженер-технолог	5	40	46	552
Итого	20	470	540,5	6294
Служащие				
Специалист по кадрам	1	18	20,7	248,4
Нормировщик	1	20	23	276
Бухгалтер	1	20	23	276
Секретать	1	17	19,55	234,6
Табельщик	1	17	19,55	234,6
Завхоз	1	14	16,1	193,2
Итого	6	107	123,05	1476,6
МОП				
Уборщик	3	12	13,8	165,6
Курьер	1	10	11,5	138
Итого	4	32	36,8	441,6
Всего	30	609	700,35	8212,2

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

Таблица 20 – Структура трудящихся в цехе

Категория персонала	Количество, чел	Удельный вес в общей численности, %
1. Рабочие всего	137	82
В том числе:		
Основные	76	45,5
Вспомогательные	61	36,5
2. ИТР	20	12,2
3. Служащие	6	3,5
4. МОП	4	2,3
Всего	167	100

$$З_{тф} = Т_{ср} \cdot Н_{ч},$$

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

$$Н_{ч} = Н_{сп} \cdot Т_{д}$$

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

$Т_{д}$ – действительный фонд времени рабочего.

Фонд основной заработной платы (за отработанное время) рабочих каждой группы рассчитывается по формуле

$$З_{ос} = З_{т.ф.с} \cdot (1 + К_{пр} + К_{сп} + К_{ком} + К_{др}) \cdot К_{рн},$$

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

$К_{ст}$ – Коэффициент стимулирующих доплат;

$К_{ком}$ – коэффициент компенсационных доплат;

$К_{др}$ – коэффициент прочих доплат

$К_{рн}$ – районный коэффициент.

К стимулирующим доплатам относят доплаты и надбавки к тарифным ставкам (за профессиональное мастерство, совмещение профессий и должностей).

Компенсационные доплаты связаны с режимом работы и условиями труда (за работу во вредных условиях, в ночное время, в выходные и праздничные дни, сверхурочную работу и за участие в подготовке и наставничестве работников).

Дополнительная заработная плата (за неотработанное время) включает оплату отпусков, времени нахождения на обследовании и в медицинских учреждениях, учебных отпусков и т.п.

Дополнительная заработная плата вычисляется по формуле:

$$З_{доп} = З_{ос} \cdot К_{доп} / 100,$$

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

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

Результаты расчётов сведём в таблицу 22.

Разливщик	8	63	13584	855,8	427,9	342,3	128,37	85,58	1839,9	2116	349,1	2465,1	205,36	25,67
Шихтовщик	4	63	6792	427,9	213,9	171,1	64,1	42,8	919,8	1057,7	174,5	1232,2	102,68	25,67
Плавильщик	2	63	3396	213,9	106,97	58,56	30,7	21,4	459,9	528,5	87,25	615,75	51,34	25,67
Завальщик	2	63	3396	213,9	106,97	85,56	30,7	21,4	459,9	528,5	87,25	615,75	51,34	25,67
Итого по отделению	16									4230,7	698,1	4928,8	410,7	
Обрубки и очистки форм														
Оператор уст. ЭГУ	6	59,2	6792	402	201	160,8	60,3	40,2	864,3	994	164	1158	131,3	21,8
Резчик	14	59,2	23772	1407,3	703,6	562,9	211	140,7	3055,53	3513,8	579,7	4093,5	305,2	21,8
	20									4507,8	743,7	5251,5	437,6	
Термообработки отливок														
Термист	4	62	6792	421,1	210,5	168,4	63,16	42,1	905,26	1041	117,77	1158,7	96,56	24,14
Итого по отделению	4									1041	117,77	1158,7	96,56	
Итого по основным рабочим	62									17397	2870,5	20214	1684,5	27,24
Вспомогательные рабочие														
Комплектовщик пресс-форм	4	53	6792	359,9	179,95	143,96	54	35,9	773,7	889,7	146,8	1036,5	86,37	21,6
Ковшовой	4	46	6792	312,4	156,2	125	54	31,2	678,8	780,62	128,8	909,4	75,78	18,94
Маркировщик	2	46	3396	156,2	72,1	62,5	27	15,6	339,4	390,3	64,4	454,7	37,9	18,94
Контролёр	4	53	6792	359,9	179,95	143,96	54	35,9	773,7	889,7	146,8	1036,5	86,37	21,6
Лаборант	4	53	6792	359,9	179,95	143,96	54	35,9	773,7	889,7	146,8	1036,5	86,37	21,6
Весовщик	4	46	6792	312,4	156,2	125	54	31,2	678,8	780,62	128,8	909,4	75,78	18,94
Водитель	4	44	6792	298,8	149,4	119,5	44,8	29,8	642,3	738,6	121,87	860,5	71,1	17,9
Крановщик	4	53	6792	359,9	179,95	143,96	54	35,9	773,7	889,7	146,8	1036,5	86,37	21,6
Стропальщик	2	40	3396	135,8	67,9	54	20,25	13,5	290,25	303,75	50,11	353,86	29,5	14,7
Кладовщик	4	40	6792	270	135	108	40,5	27	580,5	607,5	100,23	707,73	58,9	14,7

Слесарь	6	53	10188	539,9	269,9	215,96	80,98	53,99	1160,68	1334,78	220,23	1555	129,58	21,6
Станочник	8	53	13584	720	360	288	108	72	1548	1780,2	293,7	2074	172,8	21,6
Электрик	4	60	6792	407,5	203,76	163	61,125	40,75	876,1	1007,5	166,24	1173,7	97,812	24,45
Подготовщик шихты	4	53	6792	359,9	179,95	143,96	54	35,9	773,7	889,7	146,8	1036,5	86,37	21,6
Печник- футеровщик	2	53	3396	179,9	90	71,98	27	18	386,85	444,85	73,4	518,52	43,21	21,6
Итого по вспомогательным рабочим	54									12618	2080	14698,7	1224,9	22,68
Всего по основным и вспомогательным рабочим	116									30015	4952,4	34967	2914	25,12

Годовой фонд зарплаты основных и вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$\text{ФЗП} = \text{З}_{\text{ос}} + \text{З}_{\text{доп}}$$

3.4. Отчисления единого социального налога

В Социальный взнос (30,% от ФЗП) входят:

- отчисления в пенсионный фонд (ПФ 22% от ФЗП);
- социальное страхование (СоцСтрах 2,9 % от ФЗП);
- обязательное медицинское страхование (ОМС 5,1% от ФЗП);

Таблица 23 – Отчисления социального налога

Фонд заработной платы, тысяч рублей		Отчисления в фонд			
		Фонд социального страхования 2,9%	Пенсионный фонд 22%	Медицинское страхование 5,1%	Общие отчисления, тысяч рублей.
1. Рабочие:	ФЗП				
Основные	20214	586,2	4447,08	1030,9	6064,2
Вспомогательные	14698,72	426	3233,71	749,635	4409,61
2. ИТР	6294	182,5	1384,7	320,9	1888,2
3. Служащие	1476,6	42,82	324,85	75,3	442,8
4. МОП	441,6	12,8	97,15	22,52	132,48

Таблица 24 Общий фонд заработной платы

Фонд заработной платы, тыс.руб.	Виды оплат из фонда потребления, тыс.руб.						Общий фонд заработной платы, тыс.руб.
	Единовременные премии, (5%)	Вознаграждения за выслугу лет (4%)	Материальная помощь (3%)	Доплаты к отпуску (2%)	Оплата жилья (5%)	Другие доплаты (2%)	
Основных рабочих,	1010,7	808,56	606,42	404,28	1010,7	404,28	30223
Вспомогательных рабочих	734,93	588	440,96	293,97	734,9	293,96	22194
ИТР, служащих и МОП,	410,6	328,48	246,36	164,24	410,6	164,2	9906,7
Итого:	2156,23	1725,04	1293,74	862,49	2156,2	862,44	62333,7

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ДП.44.03.04.516 ПЗ

Лист

58

3.5. Расчет стоимости основных фондов, амортизационных отчислений

Стоимость основных фондов включают:

- затраты на строительство зданий и сооружений;
- затраты на приобретение, транспортировку и монтаж оборудования;
- затраты на заказ и приобретение технологической оснастки;
- затраты на приобретение инструментов.

Расчеты выполняются по ориентировочным нормативам. Стоимость здания литейного цеха примем 7000 рублей за 1 м^3 (16000 м^2), стоимость бытовых помещений 12000 рублей за 1 м^3 (2000). Затраты на здание и бытовые помещения вычисляем по формулам.

$$C_{\text{зд}} = V_{\text{зд}} \cdot C_{\text{тзд}},$$

$$C_{\text{бп}} = V_{\text{бп}} \cdot C_{\text{тбп}},$$

где $V_{\text{зд}}$ и $V_{\text{бп}}$ - объемы здания и бытовых помещений м^3 ;

$C_{\text{тбп}}$ и $C_{\text{тзд}}$ - удельная цена здания и помещений, тыс. руб./ м^3 ;

Затраты на монтаж оборудования составляют 10% от цены оборудования.

Затраты на приобретение и монтаж подъемно транспортного оборудования можно принять 60% от стоимости технологического оборудования; затраты на прочее вспомогательное оборудование примем в размере 25% от стоимости технологического оборудования.

Затраты на инструмент и приспособления 50 рублей на 1 тонну годных отливок. Стоимость хозяйственного инвентаря на одного работающего 2000 рублей.

Результаты расчетов капитальных затрат и амортизационных отчислений сведем в таблицу 25.

Для выполнения расчетов принимаем следующие значения норм амортизации:

- для зданий и сооружений -2%;

										Лист
										59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП.44.03.04.516 ПЗ					

- для плавильных агрегатов - 7%;
- для технологического оборудования - 9%;
- для подъемно-транспортного оборудования - 10%;
- для прочего оборудования - 10%.

Таблица 25 – Расчет капитальных затрат и амортизационных отчислений

Наименование	Марка оборудования	Количество, шт	Стоимость единицы оборудования			Общая стоимость, тыс.руб.	Амортизационные отчисления		
			Цена, тыс.р	Монтаж			Всего, тыс.р уб.	Норма, %	Сумма, тыс.р уб
				%	Тыс.руб.				
Основное оборудование:									
1.Установка запрессовки моделей	6А50	1	420	42	462	462	9	41,58	
2.Шприц-машина	ШМО-20	1	270	27	297	297	9	26,73	
3.Роботизированный комплекс	7713	4	4200	420	4620	18480	9	1663,2	
4.Бойлерклав	БГ-1200	1	140	14	154	154	9	13,86	
5.Линия обжига и заливки без опорного наполнителя	7758	1	7800	780	8580	8580	9	772,2	
6.Индукционный плавильный комплекс	УИ-05Т-400	2	2100	210	2310	4620	7	323,4	
7.Машина электрогидравлической очистки	ЭГУ 36151Т	2	800	80	880	1760	9	158,4	
8.Установка гидроклин	200S5 0EN	1	220	22	242	242	9	21,78	
9.Печь шахтная	ПШЗ-12.40/12	2	1200	120	1320	2640	9	237,6	
10.Печь шахтная	ПШО - 15.20/7	2	1000	100	1100	2200	9	198	
11.Пескоструйная камера	КСО 110	1	120	12	132	132	9	11,88	
12.Отрезной дисковый станок		7	20	2	22	154	9	13,8	
Итого в категории						39721		3482	

Подъёмно-транспортное оборудование										
1.Кран мостовой	5 т	1	4000	60%	60%	2400	6400	6400	10	640
2.Электродельфер	5 т	4	600			360	960	3840	10	384
3.Конвейер подвесной	12 м	4	400			240	640	2560	10	256
Итого в категории								12500		1280
Здания и сооружения	16000 м ²		7					112000	2	2240
Хозяйственные и бытовые постройки	2000 м ²		12					24000	2	480
Итого в категории										136000
Всего								188221		5422

Таблица 26 - Смета расходов на ремонт и содержание оборудования

Наименование статьи затрат	Сумма, тысяч рублей
Эксплуатация оборудования	397,21
Текущий ремонт оборудования	1986
Внутрипроизводственные перемещения груза	10
Износ малоценного и быстроизнашивающегося оборудования	30
Прочие расходы	242,5
Итого:	2665,5

3.6. Определение себестоимости продукции

Себестоимость продукции представляет собой затраты данного предприятия в денежном выражении на производство и сбыт продукции в объеме производственной программы.

Расчёт затрат на изготовление единицы продукции (1 тонну литья) или выполнение объёма работ называется калькуляцией.

Цеховая себестоимость охватывает затраты только данного цеха на производство продукции. В производственную себестоимость включаются, кроме цеховых, также общезаводские расходы (содержание аппарата заводоуправления, общезаводских зданий и сооружений), расходы на подготовку и освоение производства, а также прочие производственные расходы.

В полную себестоимость включается производственная (заводская) себестоимость и внепроизводственные расходы. К последним относятся транспортные расходы на реализацию продукции, отчисления сбытовым организациям и прочие расходы по сбыту.

При формировании сметы затраты целесообразно группировать по статьям калькуляции ориентируясь на типовые калькуляционные статьи затрат.

Переменные статьи затрат:

Таблица 28 – Затраты на основные материалы

Наименование материала	Расход, т		Затраты, тыс.руб.		
	На годовую программу	На 1т годного литья	Цена, тыс.руб./т	На годовую программу	На 1т годного литья
1. Стальной лом	1990	0,55	9	17910	8,9
2. Возврат ЛПС	1630	0,45			
3. Ферохром	36,2	0,01	70	2534	1,2
3. Никель НП1	29	0,008	75	2318,5	1,16
4. Феромолибден	7,2	0,002	82	594	0,3
5. Абфк	1210	0,6	1	1210	0,6
6. Периклаз	280	0,14	4	1120	0,56
7. Маршалит	280	0,14	3,9	1092	0,054
9. Песок кварцевый	1600	0,8	3	7040	2,4
10. Модельный состав	80	0,04	0,6	48	0,024
Итого:				33866	15,6
В том числе:					
Основные					
Вспомогательные					

Необходимый запас основных материалов и стоимость складов приведём в таблице 29.

Таблица 29 – Баланс основных материалов

Материал	Запас на складе, т	Суточный расход, т	Периодичность поставки, сут.	Критический уровень запаса	Цена, тысяч рублей/1т.	Стоимость материала на складе, тысяч рублей
Стальной лом 2Б,	25,2	8,8	3	25,2	9	226,8
Возврат	20,4	7,2	1	20,4	10	204
Ферохром ФХ400А	0,51	0,17	6	0,51	70	7
Никель НП1	0,078	0,13	6	0,078	75	5,85
Феромолибден FeMo60	0.01	0.032	6	0,01	80	0,8
Кварцевый песок	38	6,36	6	19	4,4	167,2
Маршалит	7,4	1,3	6	3,9	3,2	23,7
АБФК	30,6	5,1	6	15,3	1	306
Модельный состав ПЦПэв 67	3	0,003	12	3	0,6	1,8

Таблица 30 – Смета цеховых расходов

Статья затрат	Единица измерения	На 1 т литья			На программу	
		Норм. расх.	Цена, тыс.руб.	Сумма, т.р.	Кол-во, т	Сумма, тыс.руб.
Сырьё и основные материалы:						
Лом стальной	т	0,95	9	4,95	1992	17929
Ферохром ФХ400А	т	0,01	70	0,7	36,22	2535,9
Никель НП1	т	0,008	75	0,075	28,9	2173,2
Феромолибден FeMo60	т	0,002	80	0,08	7,24	579,5
Возврат ЛПС	т	0,45	11	4,95	1537	16907
Угар и потери	т	0,06			205	
Итого:		1,51		5,8	2064	40121
Возврат ЛПС	т	0,45	11	4,95	1537	16907
Угар и потери	т	0,06			205	
Итого за вычетом возврата и угара	т	1,0		5,8		23217,6
Оплата труда основных рабочих	р			10,7		20214
Отчисления на соц. Нужды	р			3		6064
Технологическая электроэнергия	МВт/ч	6,1	0,048	29,8	12200	58560
Энергия на технические нужды:						
- вода	тыс.м ³	0,018	7210	346,08	144	1038,24
- сжатый воздух	тыс.м ³	0,035	6000	75,6	37,8	226,8
Расходы на подготовку и освоение производства				59,5		118970
Расходы на ремонт и эксплуатацию оборудования				1638,53		4915,6
Отчисления на амортизацию оборудования				2,7		5422
Основная себестоимость				119,31		238628,24
Цеховые расходы				28		56163
Цеховая себестоимость				147,31		294620
Общезаводские расходы				15		30061
Производственная себестоимость				162,31		324620
Непроизводственные расходы				0,3		601,2
Полная себестоимость				162,6		325221,2

3.7. Техничко-экономические показатели

При установлении цен на продукцию используют следующие методы ценообразования:

- обеспечение безубыточности и получение прибыли;
- установление цены, исходя из ценности товара;
- ориентацию на издержки производства.

Рассчитаем цену по формуле:

$$P = 1,9S,$$

где S - себестоимость тонны годного литья, тыс. р.;

Примем цену на тонну годного литья, равную 186 т.р. Доход от продаж определим по формуле:

$$D = P \cdot Q,$$

где D-доход от продаж, тыс. руб.;

P - цена продукции, тыс. руб.;

Q - объем производства, тыс.т.;

Прибыль определим по формуле [16]:

$$\Delta\Pi = D - B.З.,$$

где B.З. - валовые затраты = полной себестоимости, тыс.руб.

Срок окупаемости проектируемого цеха определим по формуле:

$$T = \Delta\Pi / K,$$

где K - капитальные затраты, тыс.руб.

Техничко-экономические показатели цеха представлены в таблице 31.

Таблица 31 – Техничко-экономические показатели цеха

Показатель	Единицы измерения	Проектируемый вариант (при достижении проектного объема выпуска)
1.Годовой объём выпуска литья	тонна	2000,00

Продолжение Таблицы 31

2.Балансовая стоимость основных производственных фондов:	тыс. руб.	188221
Показатель	Единицы измерения	Проектируемый вариант (при достижении проектного объема выпуска)
3.Численность рабочих, в т.ч. всех производственных	человек	116 62
4.Себестоимость производственной программы выпуска	тыс. руб.	325221,2
Себестоимость 1т годного литья		162,6
5.Чистая прибыль	тыс. руб.	31799
Цена литья	тыс. руб.	186
6.Дополнительные капиталн. вложения	тыс. руб.	385036
7.Выпуск продукции		
- на 1 работающего	т/г	17,24
- на 1 производственного рабочего	т/г	32,25
8. Фондоотдача (на тыс. руб. осн. произ. фондов):- на тыс. руб. активной части осн. произ. Фондов	тыс. руб.	17%
9.Затраты на 1 рубль произведённой продукции	руб.	0,84
10.Рентабельность продукции	%	13
11.Окупаемость капитальных вложений	лет	4,8

4. Охрана труда и промышленная безопасность

В условиях активной индустриализации, роста числа массовых производств особого внимания требует обеспечение безопасности жизнедеятельности в промышленной среде. В то же время любое литейное производство характеризуется наличием большого количества вредных и опасных производственных факторов, имеющих на всех участках производственного процесса. Ключевой задачей охраны труда, в таком случае является составление регламентов нормативов по каждому из опасных факторов и контроль их соблюдения.

Основными опасными и вредными производственными факторами в литейном производстве являются:

- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- нарушения температурного режима воздуха рабочей зоны, повышенная температура поверхностей оборудования, отливок, расплавленный металл;
- повышенные уровни шума и вибрации;
- подвижные части производственного оборудования, перемещающееся транспортное и грузоподъемное оборудование и транспортируемые грузы;
- недостаточная освещенность;
- стесненность на производственных площадях;
- физические перегрузки и др.

В соответствии с трудовым кодексом РФ на всех предприятиях, в учреждениях, организациях должны быть созданы безопасные условия труда.

Конституция Российской Федерации в качестве одного из основных прав граждан закрепила право на охрану здоровья. Естественным следствием этого является и право работника на здоровье и безопасные условия труда,

которые также в качестве отдельного принципа и в форме субъективного права закреплены в Конституции РФ.

Согласно трудовому кодексу государственными нормативными требованиями охраны труда, содержащимися в федеральных законах и иных нормативных правовых актах Российской Федерации и законах и иных нормативных правовых актах субъектов Российской Федерации, устанавливаются правила, процедуры, критерии и нормативы, направленные на сохранение жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности. А также требования охраны труда обязательны для исполнения юридическими и физическими лицами при проектировании, строительстве (реконструкции) и эксплуатации объектов, конструировании машин, механизмов и другого оборудования, разработке технологических процессов, организации производства и труда. Устанавливаются правила, процедуры и критерии, направленные на сохранение жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности [7].

4.1. Общая характеристика цеха литья по выплавляемым моделям

Здание литейного цеха каркасного типа. Несущий каркас состоит из железобетонных 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. Перед въездом имеется крытый холодный склад материалов, граничащий с цехом одной общей стеной. Стены склада по периметру оформлены железобетонными колоннами, на которых организованы крановые пути, ширина пролёта 13,5 метров. Вся площадь основного цеха выполнена одноэтажной, для непроизводственных помещений предусмотрено отдельно стоящее здание.

Предприятие относится ко 2-му классу санитарной классификации по СанПиН 2.2.1.1200-2003 «Санитарно-защитные зоны и санитарная

										Лист
										69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП.44.03.04.516 ПЗ					

классификация предприятий, сооружений и других объектов». Поэтому территория цеха отделена от жилого массива санитарно-защитной зоной на расстоянии более 500 м. Территория предприятия обнесена заграждением.

Для эффективного проветривания, размещаем проектируемый цех в здании сплошной застройки пролетного типа, конфигурация плана цеха в виде прямоугольника. Полы цеха выполнены из материалов с высокой прочностью, износостойкостью, стойкостью к воздействию агрессивных веществ, согласно требований по устройству полов в производственных помещениях с пожаро и взрывоопасными технологическими процессами, федеральный закон от 22 июля 2008 N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" Основная продукция – отливки массой до 25 кг, не требует применения массивных и особо тяжелых машин по этому Наиболее массивное оборудование устанавливается на специально подготовленные основания, в соответствии с паспортом оборудования.

Для производственного пространства цеха, в соответствии с условиями технологического процесса, приняты следующие материалы полов: Отделение ручной и машинной формовки, отделения изготовления моделей и участка сборки блоков, так же для участка обрубки и очистки отливок - бетонные плиты с железобетонным покрытием, либо плиты из высокопрочного бетона, изготавливаемые методом прессования. На участках, работающих с высокими температурами, плавильное отделение, отделение термообработки отливок – плиты из жаростойкого бетона;

Санитарно-гигиенические требования к вентиляции, отоплению помещения выполнены по СанПиН 2.2.4.548-03 «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

										Лист
										70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП.44.03.04.516 ПЗ					

местной приточной и вытяжной 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 заблокирован 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 поддерживается в соответствии с нормативами для производственных помещений, и составляет в холодный период 15 - 21 °С, в теплый период 16 - 27 °С. В проектируемом литейном цехе предусмотрена система водоснабжения: хозяйственно-питьевая; производственная; оборотного и вторичного использования. Также в цехе предусмотрены системы водоотведения: бытовая (для отведения от санитарных узлов), производственная (для отведения сточных производственных вод), дождевая.

4.2. Анализ вредных и опасных производственных факторов.

Литейное производство принято относить к разряду вредных и опасных для здоровья, в виду наличия большинства негативных факторов, основными из них являются:

- пыль дезинтеграции и конденсации;
- химически опасные материалы и компоненты
- 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.

					ДП.44.03.04.516 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		71

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, на этилсиликатном связующем и при использовании аммиачных камер.

Для защиты работников от вредных воздействий при проектировании цеха было решено отказаться от применения токсичного этилсиликатного связующего, в пользу нетоксичного связующего на основе алюмоборфосфатного концентрата. Это так же позволило производить воздушную сушку изделий, и построить процесс формирования блока с минимальным участием человека. Так же применение роботизированного комплекса позволило оградить работников от мелкодисперсной пыли, в большом количестве образующимся от обсыпочных ванн «кипящего слоя». В таких установках, помимо общецеховой предусматривается местная вытяжная вентиляция и экраны для защиты производственных помещений от распространяющейся пыли. Операторы таких РК имеют возможность удалённого контроля за производственным процессом, однако в целях безопасности снабжаются средствами индивидуальной защиты глаз и органов дыхания. В качестве индивидуальных средств защиты от пыли, при концентрациях, превышающих ПДК, применяют респираторы типа «лепесток».

В традиционных литейных цехах источниками общей вибрации являются сотрясения пола и других конструктивных элементов здания вследствие ударного действия выбивных решеток, машин пневмоударного отделения форм. Параметры общей и локальной вибрации регламентируются СН 2.2.4/2.1.8.566-01. На стадии проектирования было принято решение отказаться от вышеописанного оборудования в пользу установок электрогидроимпульсной очистки. Процессы удаления форм в них проходят

					ДП.44.03.04.516 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		72

в жидкостной среде, без вибрационного и шумового воздействия, и без выделения пыли. Параметры работы таких установок полностью укладываются в допустимые значения вибрации на рабочих местах не превышают допустимых величин по ГОСТ 12.1.012-2004 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования».

Пожаробезопасность. Пожарная безопасность в литейных цехах неотделима от вопросов технической безопасности при выполнении производственного процесса

Проектируемый цех относится по пожарной опасности к категории «В». Регламентирующие условия пожарной безопасности определяются по «ППР 2012. Правила противопожарного режима в Российской Федерации» и согласно федеральному закону № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22 июля 2008 года. Согласно требований производится периодический инструктаж о правилах пожарной безопасности, на каждом производственном участке предусмотрен пожарный щит (всего 6 штук), вблизи электрооборудования высокой мощности предусмотрено размещение порошковых огнетушителей и отсекающих рубильников, в остальных местах углекислотные, согласно нормам площади и классу пожароопасности. Помещение цеха оборудовано системой пожарного оповещения, бытовые помещения оборудованы датчиками задымлённости.

Общие требования безопасности при использовании машин и оборудования, работа которых сопровождается шумом, допустимые уровни звукового давления на рабочих местах устанавливаются в соответствии с ГОСТ 12.1.003-03 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности». Наибольшие уровни шума характерны для участков формовки, выбивки отливок, зачистки и обрубки. Параметры шума и общие требования безопасности регламентируются СН 2.2.4/2.1.8.562-01.

					ДП.44.03.04.516 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		73

Меры борьбы с шумом и вибрацией:

1. Замена шумных процессов менее шумными или бесшумными;
2. Повышение качества оборудования, контроль его узлов и агрегатов на предмет излишней шумности;
3. Экранирование или укрытие источников шума и вибрации;
4. Вывод работающих из сферы воздействия шума и вибрации;
5. Применение индивидуальных защитных средств [13].

4.3. Освещение

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 причиной травматизма, по этому освещение на предприятии, как фактор охраны труда, имеет большое значение. Производственное освещение необходимо для обеспечения нормальных зрительных условий для выполнения соответствующего вида работ в производственном помещении, производственных и санитарно-бытовых помещений литейного цеха должно соответствовать нормам СанПин 2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению».

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

Для местного освещения – люминесцентные лампы. Ленточные конвейеры по всей длине освещаются лампами накаливания. Аварийное освещение предусмотрено в плавильно-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

					ДП.44.03.04.516 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		75

соответствии со СанПин 2.1.1.1278-03. Рекомендуемые значения освещенности приведены в таблице 33.

Таблица 33 – 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,	горизонталь	VIII _б	200	0,7
Изготовление форм	0,8 м от пола	горизонталь	VI	300	1,8

Опасное и вредное воздействия на людей электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей проявляются в виде электротравм и профессиональных заболеваний.

Степень опасного и вредного воздействия на человека электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей зависит от:

- рода и величины напряжения и тока;
- частоты электрического тока;
- пути тока через тело человека;
- продолжительности воздействия электрического тока или электромагнитного поля на организм человека;
- условий внешней среды.

Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, не должны превышать значений, указанных в таблице 5.8 согласно ГОСТ 12.1.038-82.

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

Электробезопасность в проектируемом цехе обеспечивается конструкцией электрооборудования; техническими требованиями и

средствами защиты; организационными и техническими мероприятиями, периодическим инструктажем, а также контролем по ГОСТ 12.1.019-01 «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты». Повышение электробезопасности также достигается применением систем защитного заземления, 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. Все виды работ по обслуживанию действующих электроустановок регламентируются Правилами технической эксплуатации электроустановок (ПТЭ), Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей (ПТБ).

К организационным мероприятиям относятся – оформление работ на электроустановках, допуск к работе, надзор за выполнением работ.

К техническим мероприятиям относят – предупредительные плакаты, ограждение мест работы, временные заземления, перемычки.

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».

4.4.Меры по улучшению условий труда

В качестве общих мер охраны труда на проектируемом производстве, реализованы следующие действия:

1. Применение роботизированного и автоматизированного оборудования, позволяющего уменьшить прямое вредное воздействие шума, вибрации и теплового излучения и токсичных газов до их ПДУ, и минимизация прямого выполнения человеком «грязных» технологических процессов.

					ДП.44.03.04.516 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		77

2. Введения замкнутого технологического процесса, который позволит уменьшить потребность в пополнении запасов нового сырья, основных и вспомогательных материалов, а также пресной воды;

3. Внедрения многоступенчатых фильтров в систему принудительной вытяжной вентиляции на участках с высоким пыле- и газообразованием;

4. Использования пультов дистанционного управления для гидропривода плавильных печей.

5. Регулярное оповещение работников и разбор случаев производственного травматизма на литейных производствах. Активный контроль соблюдения норм безопасности и использования СИЗ.

					ДП.44.03.04.516 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		78

5. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Современное металлургическое предприятие – это сложный производственный комплекс, включающий множество структурных подразделений, а иногда и отдельных заводов, которые могут в значительной мере загрязнить водный и воздушный бассейн окружающего района, истощить природные ресурсы областей, в которых они расположены. Как правило, в литейных цехах выделение запыленных газов происходит в процессе приготовления формовочных материалов, плавления и заливки металла, выбивки горелой смеси и ее транспортировки, и других операций. Кроме того, твердые отходы литейного производства занимают большие производственные площади и отвалы, что предполагает отчуждение земель.

Влияние предприятия на биосферу напрямую зависит от технологии производственного процесса и используемых материалов, и находится в прямой зависимости от производственной мощности.

Проектируемый цех имеет специализацию литья по выплавляемым восковым моделям. Такие производства имеют значительно более низкие показатели опасных выбросов и отходов, в сравнении с другими видами металлургических и литейных предприятий. В тоже время традиционная технология получения литья по выплавляемым моделям содержит ряд «узких мест», с точки зрения экологичности процесса. В проектируемом цехе одной из приоритетов был отказ от применения токсичных материалов, в пользу биоразлагаемых или химически инертных компонентов. Этого удалось добиться, полностью исключив применение этилсиликата, амиака. В технологию изготовления заложено максимальное использование металлических отходов производства.

Процесс производства литых деталей – это процесс, связанный с переработкой природных ресурсов, производством заданного продукта и получением отходов производства. Исходным сырьем для производства литья являются: металлический лом, песок, кварц, восковые смеси,

					ДП.44.03.04.516 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		79

энергоресурсом служит электроэнергия.

Для разработанного проекта существенны отходы двух типов:

- энергетические;
- материальные.

К энергетическим относятся: тепловое излучение, шум, электромагнитное излучение и вибрация. К материальным – твердые (шлак, пыль, непереработанная формовочная масса), жидкие (сточные воды) и газообразные (выделяющиеся газы).

В проектируемом цехе потребители воды это:

- смесеприготовительное отделение (приготовление единой смеси);
- отделение вытопки модельного состава;
- плавильное отделение (водохлаждаемые кожухи плавильных печей),
- бытовое потребление.

При обработке готовых отливок на установке электрогидравлической очистки возникает шум, а вернее взрывной звуковой поток. Также при данном способе производства возникает электромагнитное излучение, которое имеет локальное действие.

Вибрационные колебания возникают на подготовительном участке, где песок просеивается через сита подготовительных камер.

5.1.Рекомендуемые мероприятия по экологизации проекта

Основной задачей данного проекта является организация технологического процесса изготовления отливок из стали с годовым выпуском 2000 т/год. Основными требованиями экологизации проекта являются – соблюдение предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ выбрасываемых цехом, а так же предельно допустимых уровней (ПДУ) вредных воздействий. Для минимизации пагубного воздействия на окружающую среду, должны сочетаться несколько принципов:

- обеспечение оборотного водоснабжения;
- комплексное использование вторсырья;

					ДП.44.03.04.516 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		80

- применение процессов пылеулавливания и пылеосаждения;
- очистка стоков;
- исполнение принципов безотходного производства или минимизации отходов.

- действия направленные на и нейтрализации газообразных выбросов;

- защита воздушного и водного бассейнов.

В условиях быстро возрастающей интенсификации литейного производства и, связанного с этим, увеличения вредных выделений на единицу объема цеха разрабатываются специальные меры для уменьшения и предотвращения вредного воздействия технологического процесса на окружающую среду:

Для уменьшения теплового воздействия предусматривается:

- размещение плавильного отделения в наиболее высоком пролете с подветренной стороны здания, чтобы предупредить попадания дымовых газов и нагретого воздуха в другие отделения цеха;

- теплоизоляция нагретых поверхностей оборудования, установка экранов у печей;

- установка приточно-вытяжной вентиляции и воздушного отопления, совмещенного с ней.

Для снижения уровня шума и вибрации предусматривается:

- применение автоматизированных линий с низким уровнем шума;

- снабжение системы вентиляции и местных отсосов шумопоглощающими устройствами и экранами;

- звукоизоляция стенок дробеметно-дробеструйного оборудования;

- в установке ЭГОЛ применение общего экранирования;

- снижение доли ручного пневмоинструмента.

Тепло отходящих газов используется для подогрева воздуха приточной вентиляции, утилизация тепла является мероприятием по энергосбережению.

					ДП.44.03.04.516 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		81

Предусматривается возврат технических вод после их механической и физико-химической очистки в специальных градирнях и дальнейший возврат в технологический процесс.

					<i>ДП.44.03.04.516 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		82

6. Методическая часть

В данном разделе нами будет рассмотрены требования ЕТКС, по профессии Оператор-литейщик на автоматах и автоматических линиях, а также требования к общим и профессиональным компетенциям и учебный план выпускника техникума по схожей профессии, а так же разработаем средство контроля знаний по дисциплине Металловедение.

Рассмотрим описание работ и требования единого тарифно-квалификационного справочника по специальности «оператор-литейщик на автоматах и автоматических линиях», 4-го разряда.

Характеристика работ. Ведение процесса приготовления, регенерации и сушки формовочных и стержневых смесей, формовки, изготовления стержней, заливки форм, выбивки, очистки и зачистки отливок, приготовления краски и трактов раздачи формовочной и стержневой смесей на автоматах и автоматических линиях при помощи штурвальных кнопочных станций пульта управления, распределительных щитов и телевизионных камер, удаленных или изолированных от участков литейного производства. Наблюдение за работой контролируемого объекта по пневматической схеме, световой и звуковой сигнализации. Осуществление взаимодействия работ на участках. Ведение оперативного журнала.

Должен знать: технический процесс приготовления регенерации и сушки формовочных и стержневых смесей, формовки, изготовления стержней, заливки форм, выбивки, очистки и зачистки отливок, приготовления красок; схему трактов раздачи формовочных и стержневых смесей; устройство и правила управления механизмами участков на автоматическом, индивидуальном и ремонтном режимах; схемы питания электрооборудования, радиотелефонной и телевизионной связи; устройство и правила управления телевизионной аппаратурой.

Комментарии к профессии

Приведенные тарифно-квалификационные характеристики профессии

					ДП.44.03.04.516 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

«Оператор-литейщик на автоматах и автоматических линиях» служат для тарификации работ и присвоения тарифных разрядов согласно статье 143 Трудового кодекса Российской Федерации. На основе приведенных выше характеристик работы и предъявляемых требований к профессиональным знаниям и навыкам составляется должностная инструкция оператора-литейщика на автоматах и автоматических линиях, а также документы, требуемые для проведения собеседования и тестирования при приеме на работу. При составлении рабочих (должностных) инструкций обратите внимание на общие положения и рекомендации к данному выпуску ЕТКС

В проектируемом цехе литья по выплавляемым моделям предусмотрена автоматическая линия проковки и заливки форм без опорного наполнителя модели 7758. По штатному расписанию для работы такой линии закреплён один оператор 4 разряда в смену. Производственные требования к оператору линии по большей части соответствуют требованиям ЕТКС.

Как показывает практика, большая часть рабочих получали знания о профессии в ходе обучения по системе ВПО и СПО, по этому рассмотрим учебный план и образовательный стандарт среднего профессионального образования по профессии 150401.02 Сталеплавильщик (по типам производства) для профессиональной образовательной организации и образовательной организации высшего образования, которые имеют право на реализацию имеющих государственную аккредитацию программ подготовки квалифицированных рабочих, служащих по данной профессии, на территории Российской Федерации (далее - образовательная организация).

6.1. Требования к результатам освоения программы подготовки квалифицированных рабочих, служащих

Выпускник, освоивший ППКРС, должен обладать общими компетенциями, включающими в себя способность:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

					ДП.44.03.04.516 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		84

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.

ОК 3. Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы.

ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 7. Исполнять воинскую обязанность, в том числе с применением полученных профессиональных знаний (для юношей)

Выпускник, освоивший ППКРС, должен обладать профессиональными компетенциями, соответствующими видам деятельности:

5.2.1. Ведение технологического процесса производства стали.

ПК 1.1. Осуществлять подготовку материалов и технологического инструмента, необходимых для производства стали.

ПК 1.2. Выполнять технологические операции по ведению процесса производства стали.

ПК 1.3. Вести учет показаний контрольно-измерительных приборов (КИП) в процессе производства стали.

ПК 1.4. Оформлять техническую, технологическую и нормативную документацию.

5.2.2. Эксплуатация и ремонтно-профилактическое обслуживание машин и механизмов на производстве стали.

ПК 2.1. Управлять технологическим оборудованием и механизмами агрегатов по производству стали.

ПК 2.2. Выполнять профилактические осмотры и текущие ремонты

					ДП.44.03.04.516 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		85

они выглядят на фоне других.

3. Дидактико-психологическая ориентация теста: тест достижений для контроля знаний теории; тест достижений для контроля умений и навыков различной степени сложности по данному предмету, тест обучаемости (диагностики реальных учебных возможностей по данному кругу предметных или цикловых знаний – математической, лингвистической и т.п.).

Тестовые задания данной работы разработано для контроля знаний обучаемых по результатам освоения раздела 1. Конструкционные материалы. Классификация, включающего подразделы:

Классификация конструкционных материалов; знать группы и функциональное назначение сталей, применение в промышленности.

Методы изучения строения конструкционных материалов; знать методы изучения свойств и структуры стали.

Оценка свойств конструкционных материалов; Знать свойства легированных, углеродистых сталей, чугунов. Умение соотносить маркировку и применяемость стали.

1. Тестовые задания и эталоны ответов.

1. Выберите правильный вариант. Конструкционная сталь, это:

А. Сплав железа с углеродом, где $C < 2,14\%$

Б. Качественная углеродистая сталь, используемая в строительстве.

В. Подгруппа сталей, отличающихся повышенной обрабатываемостью

Г. Сталь, которая применяется для изготовления различных деталей и механизмов, имеет множество подгрупп.

Д. Сталь, полученная в результате демонтажа металлоконструкций.

2. Выберите правильный вариант. Качество конструкционных углеродистых сталей определяется:

А. Качеством металлургического оборудования, используемого на производстве.

Б. Количеством вредных примесей S и P

В. Количеством легирующих элементов.

Г. Параметрами размерной точности детали

Д. Страной изготовителем сплава.

3. Выберите правильный вариант. Какого вида углеродистых конструкционных сталей не существует:

А. Низкого качества

Б. Обыкновенного качества

В. Качественные

Г. Высококачественные

Д. Особовысококачественные.

4. Выберите правильный вариант. Автоматные конструкционные стали отличаются:

А. Специальным способом термической обработки, позволяющим использовать их для производства автоматического оружия, подверженного высоким тепловым нагрузкам.

					ДП.44.03.04.516 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

8. Выберите правильный вариант. Для изделий, работающих в условиях повышенных температур целесообразно применять стали:

А. Углеродистые, с пониженным содержанием серы и фосфора.

Б. Автоматные стали.

В. Горячекатанные стали.

Г. Легированные стали с содержанием хрома.

Д. Легированные стали с содержанием вольфрама.

Е. Стали с повышенными значениями твёрдости

9. Выберите правильный вариант. Для конструкций работающих в контакте с агрессивными средами целесообразно использовать сталь:

А. 09Г2С

Б. ШХ9

В. 30

Г. 08КП

Д. 30Х13

10. Выберите правильный вариант. Для изделий, работающих в условиях повышенных температур целесообразно применять сталь:

А. 30НХТЮ

Б. 40х13

В. 110Г13Л

Г. 40х

Д. Р6М5

11. Выберите правильный вариант. Для изучения структуры стали, применяют метод:

А. Разрушения образцов металла

Б. Растровой электронной микроскопии

В. Спектрального анализа

Г. Метод химических проб

										Лист
										90
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП.44.03.04.516 ПЗ					

12. Впишите правильный ответ. Усреднённый состав исследуемого образца позволяет получить метод : **Спектрального анализа**

13. Выберите правильный вариант. Способ определения твёрдости, в ходе которого в образец вдавливается металлический шар, называется:

А. По Бринеллю

Б. По Викерсу

В. По Роквеллу

					ДП.44.03.04.516 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		91

3.1 Анализ результатов теста.

Тестовое задание содержит 13 контрольных вопросов.

Полное прохождение теста требует 19 верных ответов.

Оценка удовлетворительно – 11 верных ответов (58%)

Оценка хорошо – 11- 16 верных ответов (84%)

Оценка отлично – 16-19 верных ответов.

Знание классификации конструкционных материалов контролируют вопросы № 1,2,3,4,5,6.

Знание методов изучения строения конструкционных материалов контролируют вопросы № 11,12,13

Знание оценка свойств конструкционных материалов контролируют вопросы № 7,8,9,10.

Ключ ответов:

1-Г; 2-Б; 3-А; 4-Г; 5-Д; 6-Г; 7 С-углерод, А- алюминий, Г-марганец, М- молибден, Т-титан, В-вольфрам, Ф-ванадий. 8-Д; 9-Д; 10-А; 11-Б; 12 – Спектральный анализ; 13-А.

Тестовое задание служит для выявления знаний студентов, по результатам освоения дисциплины. Представленный тест содержит разбивку тестовых заданий по теме, уровню и типу заданий, для возможности анализа понимания темы, глубины знаний студентов в рамках темы. Различные типы заданий позволяет контролировать уровень усвоения материала (общий для раздела) Представленный тест рекомендуется для регулярного контроля обучающихся, после опробования на тестовых группах студентов и анализа полученных результатов. Для избежания путаницы вопросы с прямым выбором предполагают один правильный ответ, 5-6 вариантов ответа позволяют исключить долю случайных попаданий. Для практического контроля рекомендуется увеличение количества вопросов на 20-40%.

					ДП.44.03.04.516 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		92

Заключение

В данной работы был спроектирован цех литья по выплавляемым моделям годовым выпуском 2000 тонн.

По представленной в проекте производственной программе, цех производит отливки от 400 гр, до 26 кг для различных предприятий машиностроения, приборостроения, энергетического комплекса. И имеет значительный потенциал к росту заказов и производственных мощностей. Технологический процесс в большинстве операций автоматизирован, доля ручного труда минимальна, что положительно сказывается на себестоимости продукции и позволяет получать стабильно высокое качество отливок.

Представленный цех имеет высокие показатели экологичности, за счёт отказа от ряда токсичных процессов, сопутствующим производствам подобного типа. Индукционные печи не оказывают большого влияния на атмосферу.

В методической части было составлено задание для контроля потенциальных работников цеха, по дисциплине основы материаловедения, в ходе их обучения в учреждении среднего профессионального образования.

					ДП.44.03.04.516 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		93

Список использованных источников:

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. Сафронов В. Я. Справочник по литейному оборудованию. - М.: Машиностроение, 1985. - 320 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. Чуркин Б. С. Экономика и управление производством: учебное пособие. - Екатеринбург: Изд-во Урал.гос.проф.-пед. ун-та, 1999. - 91 с.
8. СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений. –
 - a. Введ. 01.01.1998 – М.: Первая редакция, 1998 – 38 с.
9. 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.
10. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ Опасные и вредные производственные факторы. – Введ. 01.01.1976. – М.: ИПК издательство стандартов, 1978 – 4 с.
11. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно - гигиенические

					ДП.44.03.04.516 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		94

требования к воздуху рабочей зоны. – Введ. 01.01.89 - М: Стандартиформ, 2008, 50 с.

12. ГН 2.1.6.1338 – 03. Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов. – Введ. 25.06.2003 – М.: Минздрав России, 2003 – 61 с.

13. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение. – а. Введ. 01.01.1996 – М.: Минстрой России, 1996. – 53 с.

14. ПБ 11-551-2003. Правила безопасности в литейном производстве. – Введ. 24.04.2003 – М: ПИО ОБТ, 2003 – 117 с

15. СП 12.13130-2009. Нормы пожарной безопасности. Определение

16. Першин П. С. Технология точно литья. - М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1955. - 136 с.

17. Б.В. Кнорре Основы проектирования литейных цехов. – М.: Машиностроение, 1979. - 370 с.

					ДП.44.03.04.516 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		95