

Реферат

Дипломный проект содержит 134 листов машинописного текста, 54 таблицы, 23 источника литературы, 1 приложение, графическую часть на 5 листах формата А1.

В дипломном проекте разработана система организация технологического процесса изготовления отливок с годовым выпуском 28000 тонн

Произведен расчет основных отделений литейного цеха, и выбор технологического оборудования для производства отливок. Разработана технология изготовления детали «Шкив».

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

Рассмотрены вопросы безопасности труда производственных рабочих и охраны окружающей среды.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОТЛИВКА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ, ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ МОЩНОСТЬ, СЕБЕСТОИМОСТЬ, ОХРАНА ПРИРОДЫ, ОХРАНА ТРУДА, КОММЕРЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.

					<i>ДП 44.03.04.521 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>				
<i>Разраб.</i>		Комаров			Организация технологического процесса изготовления отливок из стали с годовым выпуском 28000 тонн	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		Сапронов					2	
<i>Реценз</i>						<i>ЗМП-404С</i>		
<i>Н. Контр.</i>		Категоренко						
<i>Утверд.</i>		Гузанов						

ВВЕДЕНИЕ

Литье – один из старых способов обработки металлов, заключающийся в заливке их расплавов в специально приготовленные формы, внутренняя полость которых соответствует конфигурации, подлежащей изготовлению отливки.

Развитие техники предъявляет свои требования к качеству литых заготовок. Современные отливки должны иметь высокие и регламентированные механические свойства, химические и физические характеристики.

При разработке литейной технологии, важен обоснованный выбор рациональных приемов, обеспечивающих необходимые эксплуатационные свойства и высокие технико-экономические показатели производства.

Основной целью выполнения данной работы является формирование навыков самостоятельного решения вопросов технологии изготовления отливок в разовых песчано-глинистых формах.

Данная работа нацелена на развитие практических навыков в разработке технологии изготовления литых деталей.

					<i>ДП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		5

1. ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ

Литье в песчано-глинистые формы наиболее распространенный и относительно простой способ литья. Этим методом получают до 80% отливок. Песчано-глинистые формы могут быть приготовлены либо непосредственно в почве (в полу литейного цеха) по шаблонам, либо в специальных ящиках-опоках по моделям. Крупные отливки изготавливают в почве, мелкие - в опочных формах.

В состав цеха входят производственные отделения, вспомогательные отделения и склады.

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

- плавильное
- формовочное-выбивное (с сушильными установками)
- стержневое со складом и сушилами
- смесеприготовительное
- термообрубное (включая остывание отливок, удаление стержней и гидроиспытание).

К вспомогательным относятся следующие отделения:

- подготовка шихты
- подготовка формовочных материалов
- подготовка производства
- ремонт ковшей, сводов
- приготовление огнеупорной массы
- приготовление литейной краски
- регенерация смесей
- удаление отходов
- ремонтные службы цехового механика и энергетика
- вентиляционные и пылеочистные установки
- пульта управления
- цеховые лаборатории

К складам относят закрытые склады шихтовых, формовочных, готовых отливок, опок, топлива, огнеупоров, моделей и ящиков, цехового механика и энергетика, кладовых вспомогательных материалов.

									Лист
									6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП.44.03.04.521 ПЗ				

1.2 Режим работы цеха и фонды времени

Для проектируемого цеха принимаем параллельный двухсменный режим работы, который наилучшим образом удовлетворяет требованиям производства и охраны труда.

При выборе режима работы проектируемого цеха необходимо обратить внимание на требования охраны труда, которые допускают в общем, неизолированном помещении производить формовку, сборку, операции по заливке, выбивки литья, обрубке и приготовлению смесей. Вредные операции с большим выделением газов, пыли шума, других вредных и опасных факторов необходимо изолировать от помещений с менее вредными условиями труда.

1.2.1 Расчет фондов времени работы оборудования

Режим работы литейного цеха и отдельных производственных участков определяем, исходя из очередности выполнения операций технологического процесса изготовления отливок. При этом принимаем во внимание обязательное требование охраны труда о выделении или отделении вредных операций заливки, приготовление формовочных смесей от менее вредных операций формовки, сборки форм и других.

В механизированных цехах серийного производства все технологические операции выполняются одновременно на различных производственных участках. Поэтому в проектируемом цехе принимаем трёхсменный режим работы. В соответствии с принятым режимом работы устанавливаем и фонды времени работы оборудования, рабочих мест без оборудования и самих рабочих.

По действующему закону большинство трудящихся металлургических заводов, в том числе и литейных цехов, работают 41 час в неделю.

Различают два основных понятия о фондах времени.

					<i>ЛП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		7

Номинальный фонд времени—полное годовое время, в течение которого предприятие должно работать без каких-либо потерь. В это время не засчитываются только праздники и выходные дни.

Действительный фонд времени—годовое время, в течение которого фактически работает рабочий и производится работа на оборудовании или на рабочем месте. Ремонт оборудования вызывает вынужденные его простои и потери сокращающие фонды времени работы. Величина этих потерь зависит от длительности ремонта оборудования, отпуска рабочего и отсутствия его по уважительным причинам.

Номинальный фонд

$$T_n = (365 - P) \cdot C \cdot Ч \quad (1)$$

где,

T_n - номинальный фонд времени;

P – число выходных и праздничных дней в году ($52 \cdot 2 + 9$);

C – количество смен;

$Ч$ – продолжительность рабочей смены $T_n = (365 - 113) \cdot 2 \cdot 8 = 4032$

Действительный фонд времени вычисляется по формуле:

$$T_d = T_n - П \quad (2)$$

где ,

T_d – действительный фонд времени, ч;

$П$ – потери рабочего времени, ч;

Потери рабочего времени при ремонте оборудования вызваны его ремонтом и отсутствием рабочего по уважительной причине (болезнь, отпуск, декретный отпуск и т.п.). Величина потерь времени на ремонт оборудования, простои из-за отсутствия рабочих по уважительной причине зависит от: от длительности ремонта, болезни, отпуска и независимо от его сложности и продолжительности принимают по

									Лист
									8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

отношению к номинальному фонду времени в размерах 4,5% для двухсменного режима работы.

$$T_d = 4032 - 181 = 3851$$

Действительный фонд времени рабочих зависит от продолжительности отпуска, болезни, вредности производства. Определяется по формуле

$$T_d = T_n \times K$$

(3)

где,

K – коэффициент потерь:

K=0,885 – для вредных работ;

K=0,895 – для стержневого и формовочного отделения;

K=0,925 – для других отделений

$$T_d = 4032 \cdot 0,855 = 3568,32$$

$$T_d = 4032 \cdot 0,895 = 3608,64$$

$$T_d = 4032 \cdot 0,925 = 3729,6$$

					<i>ЛП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		9

1.3 Расчёт производственных отделений цеха

1.3.1 Плавильное отделение

Основным оборудованием в плавильное отделение является плавильная печь. В данном производстве будем использовать электродуговую печь переменного тока ДСП-3

Техническая характеристика печей ДСП-3 приведена в таблице 2

Таблица 2 - Техническая характеристика печи ДСП-3

Емкость тонн	3
Мощность МВ	4
Диаметр рабочего пространства мм	2230
Удельный расход электроэнергии на расплавление, кВт × ч/т	750
Производительность т/ч	2,7

Количество единиц оборудования рассчитывается по формуле

независимо от его назначения: $N = M_з / (T_д \cdot \eta \cdot q)$, (4)

Где, N – количество единиц оборудования, шт;

Q- годовой объем (масса) продукции, изготавливаемой на данном оборудовании (годовая металлозавалка, т; количество форм (полуформ), шт; годовая масса смеси, т, и т.п.); η – коэффициент использования оборудования (может изменяться от 0,55 -1,1)

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{40910}{3568 \times 1,1 \times 2,7} = 3,8$$

Принимаем количество печей равным 4.

Количество печей выбирают так, чтобы коэффициент загрузки

удовлетворял неравенству $0,7 \leq K_з \leq 0,9$. $K_з = N_{расч} / N_{ф}$,

где $N_{расч}$ – расчетное количество печей

N_{ϕ} - принятое количество печей.

$$K_3 = \frac{3,8}{4} = 0,9$$

1.3.2 Расчет парка ковшей

Для приема расплава из плавильной печи емкостью 3 тонны выберем поворотный ковш объемом 3 тонны.

Расчет количества одновременно работающих заливочных ковшей производится по формуле:

$$N = q * N_n * t_{ц} / (60 * m), (5)$$

где,

q - производительность плавильной печи т/час.

N_n - число одновременно работающих печей;

m - емкость ковша, т;

$t_{ц}$ - время оборота ковша, мин;

Таким образом число одновременно работающих заливочных ковшей равно:

$$N = \frac{2,7 \times 4 \times 35}{60 \times 3} = 3,1 \text{ шт}$$

Следовательно, одновременно работать будут 4 ковша, 8 ковшей будет находиться в ремонте и 6 ковша будут в запасе, таким образом общее количество ковшей будет равно 18.

1.3.3 Формовочно-заливочное отделение

В формовочном отделении производятся следующие операции: формовка, сборка, заливка форм жидким металлом, охлаждение форм после заливки, а также выбивка отливок.

Основным направлением повышения производительности труда и качества отливок, изготавливаемых в разовых песчаных формах является применение автоматических формовочных линий.

Для проектируемого цеха применяем комплексную автоматизированную линию, предназначенную для изготовления стальных отливок в песчаных формах марки Л653С.

Комплексные автоматическая линия типа Л653С предназначены для изготовления стальных и чугунных отливок в песчано-глинистых формах в условиях мелкосерийного и серийного производства. На линиях предусмотрена возможность использования двух смесей: облицовочной и наполнительной. Линии komponуют на базе формовочной установки с «плавающей» оснасткой и роликовых конвейеров. Техническая характеристика линии приведена в таблице 3.

Таблица 3. Техническая характеристика линии

Параметр	Л653С
Размер опок в свету, мм: высота	1200×1000 550
Производительность цикловая, форм/ч	35
Металлоемкость формы, кг	2-700
Рабочее давление в гидросистеме, Мпа (кгс/см)	6,3
Установленная мощность, кВт	-
Габаритные размеры линий в плане, м	140x34
Масса линий, т	1500

Количество единиц оборудования рассчитывается по формуле независимо от его назначения:

$$N = Q / (T_d \cdot \eta \cdot q), \quad (5)$$

Где,

N – количество единиц оборудования, шт

Q - годовой объем (масса) продукции, изготавливаемой на данном оборудовании (годовая металлозавалка, т; количество форм (полуформ), шт; годовая масса смеси, т, и т.п.);

η – коэффициент использования оборудования (может изменяться от 0,55-1,1)

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{162000}{3608 \times 0,8 \times 35} = 1,6$$

Принимаем количество формовочно-заливочных линий равным 2.

Количество формовочно-заливочных линий выбирают так, чтобы коэффициент загрузки удовлетворял неравенству $0,7 \leq K_z \leq 0,9$

$$K_z = N_{\text{расч}} / N_{\text{ф}}, \quad (6)$$

где,

$N_{\text{расч}}$ – расчетное количество печей

$N_{\text{ф}}$ - принятое количество печей.

$$K_z = \frac{1,6}{2} = 0,8$$

1.3.4 Стержневое отделение

В стержневом отделении производят стержни, их отделку, сушку, покраску, а также комплектование.

Учитывая, что характер производства проектируемого цеха серийный применим универсальное оборудование, то есть автоматизированную линию для изготовления стержней из холодно-твердеющей смеси (ХТС).

Несмотря на высокую стоимость смеси ХТС, стержни из этой смеси широко применяются благодаря высокой точности и низкой шероховатости поверхности получаемых отливок. ХТС обеспечивает хорошую выбиваемость стержней и очистных работ. Свежая, изготовленная смесь выделяет в атмосферу цеха вредные газы. Поэтому для обеспечения удаления выделяющихся газов, предусмотрена местная приточно-вытяжная вентиляция, сосредоточив ее в районе максимального газовыделения-выдачи смеси и смесителя, и засыпка смесью стержневых ящиков.

Для изготовления стержней из ХТС массой до 250 кг в условиях серийного производства отливок возьмем автоматизированную стержневую линию модели Л250Х.

Каждая линия включает в себя комплект оборудования, на котором выполняются следующие операции по изготовлению стержней: приготовление смеси, наполнение стержневого ящика смесью, уплотнение стержневой смеси в ящике, накладывание транспортной плиты на ящик, кантовка ящика со стержнем и извлечение стержня, очистка транспортной плиты после съема стержня, перемещение ящика, плит и стержней, досылка и фиксация стержневых ящиков и плит на вибростоле и поворотном-

					<i>ЛП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		14

протяжной машине, загрузка и выгрузка подъемника передачи стержней на верхний этаж.

Техническая характеристика автоматизированной стержневой линии приведена в таблице 4.

Таблица 4 - Техническая характеристика АСЛ

Параметры	Модель линии Л250Х
Наибольшая масса стержня, кг	До 250
Наибольший размер стержневого ящика, мм	1250×1000×750
Наибольшая производительность, съёмов/ч	20
Грузоподъемность вибрационного стола, кг	1250
Мощность, кВт	90
Габаритные размеры, мм	17790×13200×3260
Масса, т	59

Выбор стержневого оборудования и расчет его количества. Расчет необходимого количества оборудования производится по формуле

$$n = N * K_n / T_d * q,$$

где N- количество съёмов в год, шт;

K_n —коэффициент неравномерности потребления стержней;

T_d —действительный фонд работы оборудования, час;

q—производительность оборудования, съём/час.

$$n = 236167 * 1.2 / 5520 * 30$$

$$n = 1,71$$

1.3.5 Расчет расхода формовочных и стержневых смесей, расчёт расхода формовочных материалов. Выбор и расчёт оборудования для приготовления смесей.

Расчёт необходимого количества смесителей (бегуны) производится по формуле:

$$N = \frac{V \cdot K_n}{T_d \cdot q},$$

где V - объем смеси на годовую программу, м³;

K_n - коэффициент неравномерности работы оборудования;

T_d - действительный фонд времени работы оборудования, ч;

q - производительность оборудования, м³/ч.

Рассчитаем необходимое количество бегунов для приготовления формовочной смеси:

$$N=105020 \cdot 1,2/5959 \cdot (0,40 \cdot 1,5 \cdot 50) = 0,7 \quad K_3=0,7/1=0,7.$$

Коэффициент загрузки для механизированного оборудования составляет 0,65-0,85.

Таким образом, для приготовления формовочной смеси в смесеприготовительном отделении устанавливаем один смеситель модели 115М производительностью 30 м³/ч.

Рассчитаем необходимое количество бегунов для приготовления стержневой смеси:

$$N=21316 \cdot 1,2/5959 \cdot 5 = 0,7 \quad K_3=0,85/1=0,85.$$

Коэффициент загрузки для механизированного оборудования составляет 0,65-0,85.

Таким образом, для приготовления стержневой смеси в смесеприготовительном отделении устанавливаем один смеситель модели 1А11 производительностью 5 м³/ч.

Приготовление формовочных и стержневых смесей из предварительно подготовленных материалов состоит в следующем:

-смешивание составных частей в заданных пропорциях;

-отстаивание смеси с целью выравнивания влажности;

-разрыхление смеси.

При приготовлении смесей требуется достичь более равномерного распределения всех составляющих в объеме. Поэтому операция перемешивания является важнейшей во всем технологическом процессе приготовления формовочных и стержневых смесей.

Отработанная смесь,(94 – 96%) которая возвращается в

смесеприготовительное оборудование, должна быть тщательно подготовлена, она должна пройти магнитную сепарацию и просеивание.

Расчёт необходимого количества электромагнитных железоотделителей производится по формуле

$$N = \frac{V \cdot K_n}{T_d \cdot q},$$

где V - объем смеси на годовую программу, м³ ;

K_n - коэффициент неравномерности работы оборудования;

T_d - действительный фонд времени работы оборудования, ч;

q - производительность оборудования, м³ /ч.

$$N=118755,84 \cdot 1,2/5959 \cdot 30 = 0,8 \quad K_3=0,8/1=0,8.$$

Таким образом, для подготовки отработанной стержневой и формовочной смеси в смесеприготовительном отделении устанавливаем электромагнитный железоотделитель модели ПЭС - 80 производительностью 30 м³ /ч.

Расчёт необходимого количества оборудования для просеивания отработанной стержневой и формовочной смеси(с учетом свежей смеси)

$$N=126336 \cdot 1,2/5959 \cdot 30 = 0,84 \quad K_3=0,84/1=0,84.$$

Таким образом, для просеивания отработанной стержневой и формовочной смеси в смесеприготовительном отделении устанавливаем вибросито модели СМ50 производительностью 30 м³ /ч.

Расчёт необходимого количества оборудования для сушки отработанной стержневой и формовочной смеси(с учетом свежей смеси)

$$N_{\text{пес.}} = 120019.2 \cdot 1,2 / 5959 \cdot 20 = 1,2 \quad K_3 = 1,2 / 2 = 0,6.$$

$$N_{\text{гл.}} = 6316,8 \cdot 1,2 / 5959 \cdot 5 = 0,25 \quad K_3 = 0,25 / 1 = 0,25.$$

$$N_{\text{пес.}} + N_{\text{гл.}} = 1,2 + 0,25 = 1,45 \quad K_3 = 1,45 / 2 = 0,7.$$

Таким образом, для сушки отработанной стержневой и формовочной смеси в смесеприготовительном отделении устанавливаем два барабана для сушки модели СМ50 производительностью 30 м³ /ч.

					<i>ЛП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		18

1.3.6 Расчет шихты для выплавки стали

Сталь 25Л, выплавляемая в дуговой печи с кислой футеровкой

Состав шихты

В дуговых печах с кислой футеровкой выплавляют ограниченный сортамент сталей, включающий простые среднеуглеродистые (0,25-0,40% С), а также хромоникелевые, хромомолибденовые и другие среднеуглеродистые, легированные стали. Выплавка в таких печах сложнолегированных сталей и сплавов, содержащих марганец, титан, алюминий, цирконий и др., практически невозможна.

Вследствие того, что в процессе кислой плавки фосфор и сера не удаляются, а их содержание в готовой стали за счет вводимых добавок может даже несколько увеличиться, шихтовые материалы должны содержать фосфора и серы на 0,1% меньше, чем допускается в готовой стали. В соответствии с этим собственные отходы не должны превышать 50% от массы шихты. Остальную часть шихты составляют из отходов углеродистых сталей с низким содержанием серы и фосфора. Шихтовые материалы должны внести такое количество углерода, чтобы его содержание после расплавления было на 0,10-0,20% больше, чем в выплавляемой стали. Состав стали 25Л согласно ГОСТ 977-88 представлен в таблице 5.

В составе шихты используют следующие материалы:

- отходы литейного цеха - 30%;
- стальной лом - 60%;
- стружка в брикетах - 10%;
- чугун передельный

					<i>ЛП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		19

Таблица 5 - Химический состав стали 25Л (ГОСТ 977-88)

Массовая доля элементов, %					Группа отливок
С	Mn	Si	P	S	
0,22-0,30	0,45-0,90	0,20-0,52	<0,060	<0,060	I
			<0,060	<0,060	II
			<0,050	<0,050	III

Соотношение между стальными компонентами шихты и чугуном можно определить, используя следующее балансовое по углероду уравнение:

$$100([C]_{ст} + [C]_{изб}) = (100 - \chi)\Sigma[C]_{сш} \cdot g_{сш} + [C]_{ч} \cdot \chi, (7)$$

Где,

$[C]_c$ - нижний предел содержания углерода в заданной марке стали, %;

$[C]_{изб}$ - превышение содержания углерода к концу периода плавления, в кислом процессе оно обычно составляет 0,10-0,20%;

$[C]_{с.ш}$ - содержание углерода в стальной составляющей шихты, %;

$[C]_ч$ - содержание углерода в чугуне, %;

χ - содержание в шихте чугуна, %.

Таблица 6 - Состав шихтовых материалов

Шихтовые материалы	Массовая доля составляющих, %						
	С	Mn	Si	P	S	Al	Зола
Отходы литейного цеха	0,25	0,60	0,35	0,045	0,040	—	—
Стальной лом	0,25	0,50	0,40	0,040	0,040	—	—
Стружка в брикетах	0,25	0,45	0,35	0,045	0,040	—	—
Чугун передельный	4,00	0,70	0,65	0,150	0,030	—	—
Электроды	99,0	—	—	—	—	—	1,0
Ферросилиций	0,20	0,40	45,00	0,040	0,030	—	—
Ферромарганец	6,00	75,00	2,00	0,300	0,030	—	—
Алюминий	—	—	—	—	—	98*	—

* Остальную часть составляет железо.

Количество элементов, вносимое металлической шихтой, приведено в таблице 8.

Таблица 8 - Количество элементов, вносимых шихтовыми материалами

Шихтовые материалы	Масса, кг	Вносят элементов, кг					
		C	Mл	Si	P	S	Fe
Отходы литейного Цеха	28,41	0,071	0,170	0,099	0,013	0,011	28,046
Стальной лом	57,41	0,144	0,287	0,230	0,023	0,023	56,703
Стружка в брикетах	9,57	0,024	0,043	0,033	0,004	0,004	9,462
Чугун передельный	4,32	0,173	0,030	0,028	0,006	0,001	4,082
Итого: кг	99,71	0,412	0,530	0,390	0,046	0,039	98,293
%	100,00	0,41	0,53	0,39	0,05	0,04	98,58

Период плавления шихты

В период плавления происходит окисление кремния, марганца, углерода и железа. Примем, что окисление этих элементов происходит в основном кислородом атмосферы печи. Окисление элементов металлической ванны, например кремния, можно представить реакциями: $[Si] + \{O_2\} = (SiO_2)$,

$[Si] + 2(FeO) = (SiO_2) + 2[Fe]$, причем основным процессом является реакция, так как первоначально с кислородом реагирует железо (как избыточный компонент шихты) с образованием (FeO):



Необходимо также учитывать, что часть (FeO) растворяется в металле по реакции $(FeO) = [O] + [Fe]$, обогащая тем самым металл растворенным кислородом. Однако в данном расчете мы этот процесс не учитываем, считая, что доля растворившегося в металле кислорода в период плавления невелика.

За период плавления угар кремния составляет 70%, марганца - 70%.

Угар железа составляет 2-3% от массы металла. Причем большая часть этого угара (60-80%) является результатом испарения и окисления железа в зоне действия электрических дуг. Угар углерода в этот период незначителен, можно принять, что его убыль компенсируется переходом углерода из электродов.

Расход кислорода на окисление элементов приведен в таблице 9.

Таблица 9 - Расход кислорода на окисление элементов, кг

Элемент	Поступило	Окислилось	Осталось в металле	Требуется		Образовалось оксида*
				FeO	O ₂	
C	0,412	—	0,412	-	-	-
Mn	0,530	$0,53 \cdot 0,7 = 0,371$	0,159	$0,371 \cdot 72 / 55 = 0,486$	0,108	$0,371 + 0,108 = 0,479$
Si	0,390	$0,39 \cdot 0,7 = 0,273$	0,117	$0,273 \cdot 14 / 28 = 1,404$	0,312	0,585
P	0,046	$98,293 \cdot 0,03 = 2,949^*$	0,046	-	-	-
S	0,039		0,039	-	-	-
Fe	98,293		95,344	-	$2,949 \cdot 0,24 \times$	$2,949 \cdot 0,24 \times$
-	-		-	-	x	$x \cdot 72 / 56 = 0,910$
-	-		-	-	$16 / 56 = 0,067$	$2,949 \cdot 0,08 \times$
-	-		-	-	$2,949 \cdot 0,08 \times$	$160 / 112 = 0,33$
-	-		-	-	$x \cdot 48 / 112 = 0,101$	7
-	-		-	-	$2,949 \cdot 0,68 \times$ $x \cdot 48 / 112 = 0,859$	$2,949 \cdot 0,68 \times$ $x \cdot 160 / 112 = 2,864$
Итого	99,71	3,593	96,117	1,890	1,582	5,175

* FeO

8% - до FeO₃ (переходит в 24% окислившегося железа

окисляется до шлака),

68% - до Fe₂O₃ и улетучивается в зоне электрических дуг.

С кислородом печной атмосферы поступит $1,582 \cdot 77/23 = 5,296$ кг азота,

где 77 и 23 - массовые проценты соответственно азота и кислорода в

воздухе, которые, например, для кислорода можно определить из

выражения

$$\%O_2 = 100/1 + \mu_{N_2} \cdot 0,79/\mu_{O_2} \cdot 0,21$$

где,

μ_{N_2} - молярная масса азота;

μ_{O_2} ~ молярная масса кислорода.

Таким образом, на образование оксидов требуется воздуха

$$1,582 + 5,296 = 6,878 \text{ кг.}$$

Шлак периода плавления

За счет пригара (песка) на отходах литейного цеха, кг:

$$SiO_2 \quad 0,29 \cdot 0,96 = 0,278$$

$$Al_2O_3 \quad 0,29 \cdot 0,02 = 0,006$$

$$Fe_2O_3 \quad \underline{0,29 \cdot 0,02 = 0,006}$$

Итого 0,290

Из динасового свода. Расход кирпича на 100 кг шихты можно принять равным 0,2 кг. Из этого количества в период плавления расходуется

60% динаса, т.е. $0,2 \cdot 0,06 = 0,12$ кг, которые внесут в состав шлака, кг:

$$CaO \quad 0,12 \cdot 0,013 = 0,0016 \quad SiO_2$$

$$0,12 \cdot 0,966 = 0,1159$$

$$Al_2O_3 \quad 0,12 \cdot 0,06 = 0,0007$$

$$Fe_2O_3 \quad \underline{0,12 \cdot 0,015 = 0,0018} \quad \text{Итого } 0,1200$$

					<i>ЛП.44.03.04.521 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

Из подины и откосов. Наварка подины и откосов производится кварцевым песком. Расход песка составляет 1-2 кг на 100 кг шихты (в расчете принимаем 1,5 кг). В период плавления в шлак переходит 50% массы наварки (кварцевого песка), или 0,75 кг. Из наварки переходит в шлак, кг:

$$\text{SiO}_2 \quad 0,75 \cdot 0,96 = 0,720$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 \quad 0,75 \cdot 0,02 = 0,015$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 \quad \underline{\quad\quad\quad 0,75 \cdot 0,02 = 0,015}$$

Итого 0,750

Из золы электродов. Расход электродов на 1 т стали составляет 4-6 кг (0,4-0,6 кг на 100 кг шихты). По периодам плавки расход электродов примерно пропорционален расходу электроэнергии. Считаем, что в первый период расходуется 60% электродов, т.е. $0,5 \cdot 0,6 = 0,30$ кг (если принять расход электродов в среднем 0,5 кг на 100 кг шихты). Примем также, что углерод электродов в этот период окисляется кислородом печной атмосферы, а образовавшаяся зола переходит в шлак. В данном случае окисляется углерода (см. табл 7) $0,30 \cdot 0,99 = 0,297$ кг. При этом образуется золы

$$0,30 \cdot 0,01 = 0,003 \text{ кг. Из золы электродов перейдет в шлак, кг: CaO}$$

$$0,003 - 0,1180 = 0,0003$$

$$\text{SiO}_2 \quad 0,003 - 0,565 = 0,0017$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 \quad \underline{0,003 - 0,317 = 0,0010}$$

Итого 0,0030

Данные о количестве и составе шлака в период плавления приведены в таблице 10.

Таблица 10 - Состав и количество шлака периода плавления

Источник поступления оксидов	Составляющие, кг						Всего, кг
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	P ₂ O ₃	MgO	CaO	
Металл	0,5850	—	0,910	0,3370	0,479	—	2,311
Пригар (песок)	0,2780	0,0060	—	0,0060	—	—	0,290
Свод	0,1159	0,0007	—	0,0018	—	0,0016	0,120
Подина и откосы	0,7200	0,0150	—	0,0150	—	—	0,750
Зола электродов	0,0017	0,0010	—	—	—	0,0003	0,003
Итого: кг	1,7006	0,0227	0,910	0,3598	0,479	0,0019	3,474
%	48,95	0,65	26,19	10,36	13,79	0,06	100,00

Количество газов периода плавления

Так как в расчете принято, что в период плавления незначительный угар углерода металлической ванны компенсируется растворением углерода электродов, то образованием газов за счет окисления углерода, растворенного в металле, пренебрегаем.

В течение I периода расходуется 0,30 кг графитовых электродов.

Принимаем, что углерод электродов окисляется кислородом воздуха на 90% до CO и 10% до CO₂. Тогда с образованием CO сгорает углерода

$0,30 \cdot 0,99 \cdot 0,90 = 0,267$ кг, где 0,99 - содержание углерода в электродах и образуется

$0,267 \cdot 28/12 = 0,623$ кг CO.

С образованием CO₂ окисляется $0,30 \cdot 0,99 \cdot 0,10 = 0,030$ кг углерода, при этом образуется $0,030 \cdot 44/12 = 0,110$ кг CO₂. Для горения потребуется кислорода воздуха: $(0,623 - 0,267) + (0,110 - 0,030) = 0,436$ кг, или $0,43 \cdot 622,4/32 = 0,305$ м³. С кислородом воздуха поступит азота: $0,436 \cdot 77/23 = 1,460$ кг, или $0,305 \cdot 79/21 = 1,1427$ м³

Итоговые данные о количестве и составе газов периода плавления

сведены в таблице 11.

Таблица 11 - Количество и состав газов периода плавления

Источник поступления	Поступило, кг	Образовалось, кг			
		СО	СО ₂	N ₂	Всего
Углерод электродов	0,267+0,03=0,297	0,623	0,110	1,460	2,193
Азот, поступивший с кислородом	5,296	—	—	5,296	5,296
Воздух	0,436+1,46=1,896	—	—	—	—
Итого: кг	7,489	0,623	0,110	6,756	7,489
%	100,00	8,32	1,47	90,21	100,00

Материальный баланс периода плавления шихты приведен в таблице 12.

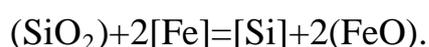
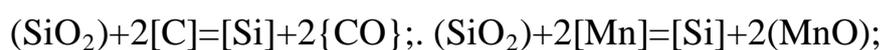
Поступило		Получено	
Железный лом		Металл	96,117
28,41+57,41+9,57	95,390	Шлак	3,474
Чугун	4,320	Газы	7,489
Динас	0,120	FeO ₃	2,864
Пригар (песок)	0,290	Невязка	0,000
Набивка (песок)	0,750		
Электроды	0,300		
Воздух	8,774		
Итого	109,944	Итого	109,944

1.4 Окислительный период

Задачами окислительного периода при кислой плавке являются дегазация металла за счет кипения и нагрев металла. В течение периода окисляется 0,10-0,20% углерода. Для интенсификации кипения в ванну присаживают небольшими порциями (не более 0,2% от массы металла каждая) железную руду. Вызвать интенсивное кипение металла можно также небольшими присадками извести. Вводимый при этом оксид кальция вытесняет из содержащихся в шлаке силикатов FeO как более слабый основной оксид, повышая тем самым окислительную способность шлака.

Однако необходимо учитывать, что наличие в шлаке свободного оксида кальция вызывает интенсивное разъедание кислой футеровки. Поэтому для кислого процесса оптимальным является содержание в шлаке 6-8% CaO.

При высоком содержании в шлаке SiO₂ (56-60%) и высокой температуре происходит восстановление кремнезема по реакциям:



Содержание кремния в металле в конце окислительного периода может достигать 0,2-0,4%.

В соответствии с приведенными в литературе данными принимаем следующее изменение состава металла в окислительном периоде плавки.

Содержание углерода в конце периода должно быть приблизительно 0,22%, или $96,1170,22/100=0,211$ кг, где 96,117 - выход жидкого металла, кг. Следовательно, окислится углерода, в том числе с учетом углерода, пошедшего на восстановление кремния, $0,412-0,211=0,201$ кг.

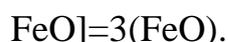
					<i>ЛП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		28

К концу периода в металле остается 0,08-0,12% марганца. Принимаем в расчете 0,10%, или $96,117 \cdot 0,10 / 100 = 0,096$ кг; окислится марганца $0,1590,096 = 0,063$ кг.

За счет восстановления содержание кремния в металле в конце окислительного периода можно принять равным 0,25%, что составит $96,1170,25 / 100 = 0,240$ кг, тогда восстановится $0,240 - 0,117 = 0,123$ кг кремния. На восстановление кремния потребуется $0,123 \cdot 24 / 28 = 0,105$ кг углерода.

Потребность в железной руде

Принимаем, что окисление углерода и марганца происходит за счет кислорода железной руды. При этом источником кислорода является FeO- оксид железа, который получается при восстановлении Fe₂O₃ руды железом:



Расход железной руды на плавку определим по балансу затрат на окисление элементов и поддержание в шлаке определенных концентраций оксидов железа.

Потребность в FeO покрываем присадкой в шлак железной руды. Для образования 0,658 кг FeO требуется $0,658 \cdot 160 / 216 = 0,487$ кг Fe₂O₃. Для восстановления Fe₂O₃ до FeO требуется $0,658 - 0,487 = 0,171$ кг железа.

Если принять, что 10% Fe₂O₃ из руды переходит в шлак, а 90% восстанавливается до FeO, то расход железной руды составит $0,487 / (0,90 \cdot 0,90) = 0,601$ кг.

					<i>ЛП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		29

Шлак окислительного периода

В шлак окислительного периода поступит:

Из металла: 0,081 кг MnO/ 0,264 кг SiO₂ (итого 0,183 кг).

Из шлака периода плавления: 1,7006 кг SiO₂; 0,0227 кг Al₂O₃; 0,91 кг FeO;

0,3598 кг Fe₂O₃; 0,0019 кг CaO (итого 3,474 кг).

Таблица 13 - Количество FeO, необходимое для окисления примесей, кг.

Элемент	Поступило	Окислилось	Осталось в металле	Требуется FeO	Восстанови- лось Fe	Образовалось оксида
C	0,412	0,201- 0,105*=0,096	0,211	$0,096 \cdot 72/12 =$ 0,576	$0,576 \cdot 56/72 = 0,$ 448	CO (в газ) $0,096 \cdot 28/12 = 0,$ 224
Mn	0,159	0,063	0,096	$0,063 \cdot 72/55 =$ 0,082	$0,082 \cdot 56/72 = 0,$ 064	MnO (в шлак) $0,063 \cdot 71/55 =$ =0,081
Si	0,117	-0,1231**	0,240	-	-	CO (в газ) $0,123 \cdot 56/28 =$ =0,246 Восстановилось SiO ₂ из шлака $0,123 \cdot 60/28 = -$ 0,264
P	0,046	-	0,046	-	-	-
S***	0,039	-	0,039	-	-	-
Fe	95,344	-	95,344	-	-	-
Итого	96,117	0,141	95,976	0,658	0,512	0,287

* Количество углерода, потребовавшееся для восстановления кремния из (SiO₂).

**Количество кремния, восстановившееся из(SiO₂).

***Отнесение реакции дисульфурации к окислительному процессу носит условный характер.

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

ДП.44.03.04.521 ПЗ

Лист

30

Из железной руды, кг:
CaO $0,601-0,007=0,004$
MgO $0,601-0,003=0,002$
SiO₂ $0,601-0,006=0,036$ Al₂O₃
 $0,601-0,003=0,018$
Fe₂O₃ $0,601-0,90-0,1=0,054^1$
Итого 0,114

Из извести. Расход извести в окислительный период плавки принят 0,3 кг на 100 кг садки. Известь внесет в шлак, кг:

CaO $0,30 \cdot 0,92=0,276$ MgO
 $0,30 \cdot 0,03=0,009$ SiO₂ $0,30 \cdot$
 $0,03=0,009$
Al₂O₃ $0,30 \cdot 0,01=0,003$
Fe₂O₃ $0,300 \cdot 0,01=0,003$
Итого 0,300

Из свода. В окислительный период расходуется 20% динасового кирпича, что составляет, кг:

CaO $0,40 \cdot 0,0134=0,0006$ SiO₂
 $0,40 \cdot 0,9658=0,0386$
Al₂O₃ $0,40 \cdot 0,0058=0,0002$
Fe₂O₃ $0,40 \cdot 0,015 = 0,0006$
Итого 0,040

Из подины и откосов. В шлак поступит 25% набивной массы, т.е. $1,5-0,25=0,375$ кг. Из набивной массы в шлак перейдет, кг:

SiO₂ $0,375 \cdot 0,96=0,360$
Al₂O₃ $0,375 \cdot 0,02=0,008$
Fe₂O₃ $0,375 \cdot 0,02=0,007$
Итого 0,375

Из золы электродов. Принимаем, что в окислительный период расходуется 20% электродов, что составляет $0,5 \cdot 0,2 = 0,099$ кг.

Содержащийся в электродах углерод сгорает в атмосфере печи, а зольный остаток переходит в шлак. Окисляется углерода электродов, кг:
 $0,10 \cdot 0,99 = 0,099$. Образуется золы $0,10 \cdot 0,01 = 0,001$ кг. Составляющие золы внесут в шла, кг:

$$\text{CaO } 0,001 \cdot 0,118 = 0,0001$$

$$\text{SiO}_2 \ 0,010 \cdot 0,565 = 0,0006$$

$$\underline{\text{Al}_2\text{O}_3 \ 0,010 \cdot 0,317 = 0,0003}$$

Итого 0,001

90%Fe₂O₃ руды (0,487кг) расходуется на окисление примесей.

					<i>ЛП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		32

Количество газов окислительного периода

При окислении углерода металла образуется $0,201 \cdot 28/12=0,469$ кг монооксида углерода. При окислении углерода электродов кислородом атмосферы образуется

$0,099 \cdot 0,90 \cdot 28/12=0,208$ кг СО и

$0,099 \cdot 0,10 \cdot 44/12= 0,036$ кг СО₂ (0,90 и 0,10 - доли окисления углерода соответственно до СО и СО₂).

При этом требуется $0,208 \cdot 16/28+0,036 \cdot 32/44=0,145$ кг, или

$0,145 \cdot 22,4/32=0,102$ м³, кислорода воздуха.

С кислородом поступит азота $0,145 \cdot 77/23=0,485$ кг,

или $0,485 \cdot 22,4/28=0,388$ м³.

Таблица 15 - Количество и состав шлака окислительного периода.

Источник поступления	Составляющие, кг							Всего кг
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	
Шлак периода плавления	1,7006	0,0227	0,910	0,3598	0,479	0,0019	—	3,474
Металл	- 0,2640	—	—	—	0,081	—	—	-0,183
Железная руда	0,0360	0,0180	—	0,0540	—	0,0040	0,002	0,114
Известь	0,0090	0,0030	—	0,0030	—	0,2760	0,009	0,300
Свод	0,0386	0,0002	—	0,0006	—	0,0006	—	0,040
Подина и откосы	0,3600	0,0080	—	0,0070	—	—	—	0,375
Зола электродов	0,0006	0,0003	—	—	—	0,0001	—	0,001
Итого: кг	1,8808	0,0522	0,910	0,4244	0,5600	0,2826	0,011	4,121
%	45,64	1,27	22,08	10,30	13,59	6,85	0,27	100,00

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

ДП.44.03.04.521 ПЗ

Лист

33

Таблица 16 - Количество и состав газов окислительного периода.

Источник поступления	Поступило, кг	Образовалось, кг			
		CO	CO ₂	N ₂	Всего
Углерод металла	0,201	0,469	—	—	0,469
Углерод электродов	0,099	0,208	0,036	0,485	0,729
Воздух	0,145+0,485=0,630	—	—	—	—
Итого: кг	0,930	0,677	0,036	0,485	1,198
%	100,00	56,51	3,01	40,48	100,00

Таблица 17 - Материальный баланс окислительного периода, кг.

Поступило		Получено	
Металл I периода	96,117	Металл	95,976+0,512-0,171=96,317
Шлак I периода	3,474	Шлак	4,121
Железная руда	0,601	Газы	1,198
Известь	0,300	Невязка	0,001
Динас	0,040		Итого 101,637
Набивная масса	0,375		
Электроды	0,100		
Воздух	0,630		
Итого	101,637		

При выплавке стали для фасонного литья плавку проводят без восстановительного периода. В этом случае раскисление проводят осаждающим методом. Если содержание кремния в металле ниже, чем требуется в выплавляемой стали, то за 7-10 мин до выпуска в печь присаживают ферросилиций. Ферромарганец вводят либо в печь (за 3-5 мин до выпуска), либо в ковш. Алюминий для окончательного раскисления вводят в ковш.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП.44.03.04.521 ПЗ

Лист

34

1.5 Раскисление металла

Определим состав металла, полученного к концу окислительного периода плавки, %:

$$C \ 0,211 \cdot 100 / 96,317 = 0,219 \sim 0,22$$

$$Si \ 0,240 \cdot 100 / 96,317 = 0,249 \sim 0,25$$

$$Mn \ 0,096 \cdot 100 / 96,317 = 0,100$$

$$P \ 0,046 \cdot 100 / 96,317 = 0,048$$

$$S \ 0,039 \cdot 100 / 96,317 = 0,040$$

Расчет необходимого количества раскислителей производится исходя из средне заданного содержания соответствующих элементов в готовой стали с учетом их угара:

$$\text{марганца} - (0,045 + 0,90) / 2 = 0,68\%;$$

$$\text{кремния} - (0,20 + 0,52) / 2 = 0,36\%.$$

Так как содержание кремния в металле выше нижнего предела, определяемого стандартом, то можно его содержание не повышать, оставив на уровне, полученном в процессе кремний восстановительной плавки.

Таким образом, раскисление металла в печи производим ферромарганцем, а в ковше в процессе выпуска - алюминием.

Необходимое количество раскислителя можно определить по следующей формуле:

$$q_p = \frac{M_{ст}[E]_{ст} - [E]_{п.р}}{100 \frac{[E]_p}{100} \times \frac{100 - U}{100}} \quad (9)$$

где q_p - количество присаживаемого раскислителя,

кг;

$M_{ст}$ - выход жидкой стали перед раскислением, кг;

$[E]_{ст}$ – среднее заданное содержание определяемого элемента в готовой стали, %.

$[E]_{п.р}$ - содержание того же элемента в металле перед раскислением, %.

$[E]_p$ - содержание соответствующего элемента в раскислителе, %; U - угар элемента, %.

Определим расход ферромарганца, принимая угар марганца равным 20% :

$$q_{Mn} = \frac{96,317}{100} \times \frac{0,68 - 0,10}{\frac{75}{100} \times \frac{100 - 20}{100}} = 0,931 \text{ кг}$$

Ферромарганец внесет, кг.

$0,931 \cdot 0,06 = 0,056$ углерода;

$0,931 \cdot 0,75 = 0,698$ марганца

$0,931 \cdot 0,02 = 0,019$ кремния;

$0,931 \cdot 0,003 = 0,003$ фосфора;

$0,931 \cdot 0,0003 = 0,0003$ серы.

Итого 0,7763 кг.

С ферромарганцем поступит $0,931 - 0,776 = 0,155$ кг железа.

При раскислении металла окислится $0,698 \cdot 0,20 = 0,140$ кг марганца и образуется

$0,140 \cdot 71/55 = 0,180$ кг MnO.

При этом требуется $0,140 \cdot 16/55 = 0,041$ кг кислорода воздуха, с которым поступит

$0,041 \cdot 77/23 = 0,137$ кг азота.

Таблица 18 - Количество и состав металла после раскисления

ферромарганцем.

Элемент	Поступило с металлом, кг	Внесено ферромарганцем, кг	Перешло в шлак, кг	Содержится в металле	
				кг	%
Углерод	0,211	0,0560	—	0,2670	0,27
Марганец	0,096	0,698-0,140=0,5580	0,140	0,6540	0,67
Кремний	0,240	0,0190	—	0,2590	0,27
Фосфор	0,046	0,0030	—	0,0490	0,05
Сера	0,039	0,0003	—	0,0393	0,04
Железо	95,344+0,512- -0,171=95,685	0,1550	—	95,8400	98,70
Итого	96,317	0,791	0,140	97,108	100,00

В период раскисления стали принимаем расход огнеупоров, набивной массы и электродов таким же, что и в окислительный период плавки: 0,04 кг динаса; 0,375 кг набивки; 0,10 кг электродов.

Источник поступления	Составляющие, кг							Всего, кг
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	
Шлак окислительного периода	1,881 0	0,052 0	0,91 0	0,424 0	0,56 0	0,283 0	0,01 1	4,121
Свод	0,038 6	0,000 2	—	0,000 6	—	0,000 6	—	0,040
Набивка	0,360 0	0,008 0	—	0,007 0	—	—	—	0,375
Зола электродов	0,000 6	0,000 3	—	—	—	0,000 1	—	0,001
Ферромарганец	—	—	—	—	0,18 0	—	—	0,180
Итого: кг	2,280 2	0,060 5	0,91 0	0,431 6	0,74 0	0,283 7	0,01 1	4,717
%	48,34	1,28	19,2	9,15	15,6	6,02	0,23	100,0

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

ЛП.44.03.04.521 ПЗ

Лист

37

			9		9			0
--	--	--	---	--	---	--	--	---

Таблица 19 - Количество и состав шлака перед выпуском металла.

Окончательное раскисление металла производим в ковше алюминием.

Расход алюминия составляет 0,8-1,2 кг на 1 т стали. Угар алюминия составляет 75-85%. В расчете принимаем расход алюминия 1 кг/т, т.е.

0,1 кг на 100 кг металла. Тогда фактически требуется

$97,108 \cdot 0,1 / 100 = 0,097$ кг алюминия. Алюминий внесет: $0,097 \cdot 0,98 = 0,095$

кг алюминия; $0,097 \cdot 0,02 = 0,002$ кг железа, что составит в сумме 0,097

кг. Остается алюминия в металле, если принять его усвоение равным

20%, $0,095 \cdot 0,20 = 0,019$ кг.

При окислении алюминия образуется $0,095 \cdot 0,80 \cdot 102 / 54 = 0,144$ кг Al_2O_3 .

На окисление алюминия затрачивается $0,095 \cdot 0,80 \cdot 48 / 54 = 0,068$ кг

кислорода воздуха, с которым поступит $0,068 \cdot 77 / 23 = 0,227$ кг азота.

					<i>ЛП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		38

Количество и состав газа периода раскисления.

Газы этого периода образуются в результате окисления углерода электродов и марганца ферромарганца кислородом атмосферы печи.

Таблица 20 - Количество и состав газов в период раскисления.

Источник поступления	Поступило, кг	Образовалось, кг			
		CO	CO ₂	N ₂	всего
Углерод электродов	0,099	0,208	0,036	0,485+0,137=	0,866
	0,630+0,041+0,137=0,808	—	—	=0,622	—
Воздух	8				
Итого: кг	0,907	0,208	0,036	0,622	0,866
%		24,02	4,16	71,82	100,00

Материальный баланс периода раскисления.

Таблица 21 - Материальный баланс периода раскисления, кг.

Поступило	Получено
Металл окислительного (II) периода 96,317	Металл $95,976+0,512-0,171 = 97,129$
Шлак II периода - 4,121	Шлак - 4,717 Al ₂₂ O ₃ после окончательного раскисления
Ферромарганец - 0,931	алюминием - 0,144
Алюминий - 0,097	Газы - $0,866+0,227= 1,093$
Динас- 0,040	Невязка - 0,001
Набивная масса - 0,375	-
Электроды - 0,100	-
Воздух - 1,103	Итого 103,084
Итого 103,084	

Материальный баланс плавки.

Таблица 22 - Материальный баланс плавки, кг.

Поступило		Получено	
Стальной лом	95,390	Металл	97,129
Чугун	4,320	Шлак	4,717
Динас	0,200	Al ₂ O ₃ после окончательного раскисления алюминием	0,144
Пригар (песок)	0,290		
Электроды		Газы 7,489+1,198+1,093= 9,780	
0,300+0,100+0,100	= 0,500		
Набивная масса		Улет железа в виде Fe ₂ O ₃	2,864
8,774+0,630+1,103	= 1,500	Невязка	0,002
Железная руда	0,601	Итого	114,636
Известь	0,300		
Воздух 0,874+0,630+1,103	=10,507		
Ферромарганец	0,931		
Алюминий	0,097		
Итого 114,636			

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЛП.44.03.04.521 ПЗ

Лист

40

2.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.

2.1. Характеристика изготавливаемой детали.

Изготавливаемая деталь «Шкив» имеет массу 64,8 кг. Габаритные размеры: преобладающий диаметр-545 мм и высота-109 мм, преобладающая толщина стенки-95 мм.

Деталь изготавливается из стали 25Л. Выбранная марка соответствует условиям работы детали. Количество стержней равно 1.

2.2.Материал отливки и его свойства

Выбор осуществляем по заданному комплексу механических свойств, специфическим требованиям к литейным свойствам, физическим характеристикам и характеру нагрузки и износа материала детали с учетом ее конфигурации и назначения.

Деталь выполняется из такого материала как сталь 25Л.Применение данного сплава: кронштейны, ступицы, балансиры, катки, шкивы и другие детали, работающие под действием средних статических и динамических нагрузок.

Таблица 23 - Химический состав стали 25Л (ГОСТ 977-88).

Массовая доля элементов, %					Группа отливок
С	Mn	Si	P	S	
0,22-0,30	0,45-0,90	0,20-0,52	<0,060	<0,060	I
			<0,060	<0,060	II
			<0,050	<0,050	III

2.3 Способа производства отливки

Способы литья: литьем в кокиль, литьем в керамические формы, литьем по выплавляемым моделям, литьем в песчано-глинистые формы.

Нецелесообразно получать данные отливки литьем в кокиль из-за относительно низкой стойкости кокилей. Литьем в керамические формы и литьем по выплавляемым моделям можно получать сложные отливки практически из любых сплавов. При этом достигается высокая геометрическая и размерная точность изделия, чистая поверхность при минимальных припусках на механическую обработку. Однако изготовление отливки "Шкив" в керамической форме приведет к повышенному расходу формовочных материалов, что, в свою очередь, приведет к повышению затрат на производство и, следовательно, к повышению себестоимости литья. Благодаря низкой себестоимости, универсальности процесса, быстрой подготовке производства, а также в силу того, что к отливке не предъявляются особые технологические требования и вследствие высокой шероховатости поверхности, рационально выбрать литье в песчано-глинистые формы.

Изготовление формы производится машинной формовкой, с применением деревянной или пластиковой модели и металлической оснастки (опок и модельных плит).

					<i>ДП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		43

2.4. Выбор стержневых и формовочных смесей

Для получения качественных отливок в песчаных формах большое значение имеет материал, из которого изготовлена форма. Около 50% брака получают в результате использования некачественных смесей.

Заданные свойства формовочных смесей и форм обеспечиваются, прежде всего, посредством выбора соответствующих формовочных материалов.

Состав формовочной смеси определяется маркой литейного сплава, его температурой перед разливкой по формам, размером и массой получаемой отливки, способом изготовления форм и другими показателями.

Для отливки «Шкив» используем холодно – твердеющую смесь.

Стержни в процессе заливки испытывают значительно большие термические и механические воздействия по сравнению с формой, поэтому к стержневым смесям предъявляют более жесткие требования.

Прочность стержня в сухом состоянии и поверхностная твердость должна быть выше, чем у формы. Стержневые смеси выбирают в зависимости от конфигурации и размеров стержней, положения их в форме, заливаемого сплава и толщины стенки отливки.

					<i>ЛП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		44

Таблица 24 - Характеристика и состав стержневой смеси.

Назначение смеси	Состав смеси, % по массе		Свойства смеси					
	Связующее	Катализатор	Предел прочности при растяжении, кПа, после выдержки, ч				Живучесть, мин	Продолжительность твердения в ящике, мин
			1	2	3	4		
Отливки массой до 5 т, серийное производство	2,8 (смола БС-40)	1,8 (ортофосфорная кислота)	29 4- 39 2	49 0- 58 8	68 5 -	98 0- 127 0	1,5- 2	6-7
Отливки массой 5-10 т, единичное и мелкосерийное производство	2,0 (смола ОФ-1)	1,2-1,4 (БСК 65- 80%)	-	-	-	588 - 685	8-9	35-40

Противопригарные краски применяются для окрашивания форм в два слоя, стержней с целью уменьшения пригара на отливках, образующегося за счет проникновения металла в поры формы. Принимаем для использования противопригарную краску СТ1.

Таблица 27 - Состав красок в вес. %

Пылевидный кварц	Бентонит	Мылонафт	Вода	Связующие добавки	Плотность, г/см ³
------------------	----------	----------	------	-------------------	------------------------------

72	3,0	0,5	14,0	Сульфитный щелок 10	140-150
----	-----	-----	------	------------------------	---------

В процессе окраски необходимо регулярно перемешивать краску, чтобы не было осадения составляющих. Необходимо стряхивать излишек краски, избегать забивку вентиляционных каналов.

					<i>ДП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		46

2.5. Выбор и обоснование плоскости разъема формы и подвода сплава к отливке

При выборе положения отливки в форме и плоскости разъема формы необходимо обеспечить соблюдение ряда условий, позволяющих получать качественную отливку при минимальных расходах на ее изготовление.

Выбранное положение отливки в форме обеспечивает:

- направленное затвердевание отливки;
- экономия формовочной смеси;
- уменьшение расхода металла на изготовление отливки.

Выбор положения отливки в форме и определение плоскости разъема являются важными операциями. Отливку мы располагаем таким образом, чтобы она находилась вся в нижней полуформе.

Выбранная поверхность разъема формы обеспечивает:

1. Минимальное число разъемов формы.
2. Свободное извлечение модели из формы.
3. Плоскую поверхность разъема формы.
4. Удобную зачистку мест заливо.

Металл подводится к отливке по разъему через питатели, которые находятся в верхней полуформе.

					<i>ЛП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		47

2.6 Литейные формы и стержни

2.6.1 Определение размеров опок. Выбор конструкции материала опок.

Для определения размеров опок будем руководствоваться рекомендациями, изложенной в справочной и технической литературе. В зависимости от массы жидкого металла и толщины стенки отливки выбираем соответствующую толщину песчаной формы от нижней, верхней и боковых стенок отливки, а также расстояния от прибыли или литниковой системы, обеспечивающие соответствующую прочность формы.

Минимальная толщина слоя смеси:

- от верха модели до верха опоки – 70 мм;
- от низа модели до низа опоки – 70 мм;
- от модели до стенки опоки – 70 мм;
- между моделью и шлакоуловителем – 60 мм;

Учитывая данные размеры толщины смеси, а также геометрические размеры отливки и прибылей выбираем опоки ГОСТ 14986-69 с размерами в свету 1200×900×500 мм.

2.6.2. Определение количества стержней и их размеров

Для изготовления данной отливки будем использовать четыре стержня:

Стержень 1:

высота стержня – 142 мм;

диаметр стержня – 78 мм;

					<i>ЛП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		48

высота знака – 35 мм;

2.6.3 Способ изготовления стержней

Стержни изготавливают на автоматических стержневых линиях.

В целях удобства управления и обслуживания линии разделены на технологические участки (в зависимости от числа основных операций изготовления стержней). Назначение этих участков:

- подготовка стержневых ящиков: их осмотр, очистка, продувка, установка закладных частей, а для крупных стержней- каркасов;
- заполнение ящиков смесью - надув смеси на стержневой машине, заполнение из смесителя ХТС или из установки ЖСС; при заполнении ящика ХТС или ЖСС его устанавливают на вибростол для уплотнения смеси;
- продувка и отверждение стержневой смеси (при использовании связующих на основе жидкого стекла, ХТС или ЖСС; первые продувают СО₂ на специальной установке; ХТС и ЖСС отвердевают за определенное время при транспортировании по участку);
- кантовка и вытяжка стержней; участок оснащается унифицированными поворотно-вытяжными машинами; для крупных стержней применяют специальные кантователи; на этом же участке на стержневой ящик устанавливают сушильную или транспортную плиту, переворачивают ящик с плитой, протягивают уплотненный или отвердевший стержень, и стержневой ящик возвращается в исходное положение и на первый участок;
- отделка и окраска стержней
- финишный участок.

					<i>ЛП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		49

Крупные стержни после отделки и окраски могут быть дополнительно подсушены. Стержни из песчано-глинистых смесей сушат в горизонтальных или вертикальных сушилах. В качестве межоперационного транспорта на участках в основном используют роликовые конвейеры. Однако имеются линии со штанговыми, пластинчатыми и ленточными конвейерами.

При заливке формы металлом ее стенки и стержни быстро нагреваются и выделяют большое количество газов. Особенно сильно прогреваются в момент заливки стержни, поэтому стержни, изготавливаемые из песочных смесей, должны иметь газоотводные вентиляционные каналы. Их выполняют в стержнях следующими способами: накалыванием стержней душником; заформовыванием железных прутков в стержневом ящике с последующим их извлечением; заформовыванием труб железных или чугуновых, которые часто служат каркасами; заформовыванием в стержнях восковых фитилей; воск при сушке стержня выплавляется, шнуры вынимают; заформовыванием при изготовлении труб и цилиндров соломенных жгутов, которые выгорают при заливке металла в формы.

2.7 Припуски на механическую обработку

Для достижения заданных чертежом размеров детали и необходимого качества поверхности на обрабатываемых частях отливки назначим припуски на механическую обработку. Величину припусков определим в зависимости от класса точности отливки, ее номинальных и габаритного размеров, положения при заливке, способа литья и вида сплава.

Основные припуски на механическую обработку назначают в зависимости от допусков размеров дифференцированно для каждого элемента отливки в соответствии с ГОСТ 26645-85.

					<i>ЛП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		50

- группа сложности отливки – 3;
- максимальный размер отливки – 545 мм;
- способ литья – литье в песчаные формы; - вид сплава – сталь 25Л.

Исходя из выше перечисленных показателей класс точности отливки – 9.

2.8 Питания отливки

Питание отливки – это процесс компенсации объемной усадки. Для осуществления эффективного питания отливки необходимо обеспечить направленное к прибыли затвердевание отливки, при этом должны выполняться два условия:

- по мере приближения к прибыли продолжительности затвердевания сечений отливки должна монотонно увеличиваться; – сплав прибыли должен затвердевать последним.

В тех элементах отливки, где нарушается направленность затвердевания, возникают усадочные дефекты.

2.8.1 Определение узлов питания отливки и количества прибылей

Для определения количества прибылей и мест их установки необходимо выделить в конструкции отливки все участки, изолированные друг от друга в конце их затвердевания.

Принцип направленного затвердевания выполняется во всех частях данной отливки.

Для питания отливки выделим две прибыли, которые будут устанавливаться в самых массивных частях отливки.

2.9 Конструирование и расчет прибылей

Прибыль – это часть литниково-питающей системы, предназначенная для устранения в отливке усадочной раковины и пористости.

					ЛП.44.03.04.521 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		51

Эффективная работа прибыли обеспечивается при соблюдении следующих условий:

-прибыль должна затвердевать после отливки или питаемого термического узла;

-запас жидкого металла в прибыли должен быть достаточным для питания отливки во время ее затвердевания;

- форма прибыли и ее расположение должны обеспечивать свободный доступ жидкого металла к отливке или питаемому узлу; - размеры и масса прибыли должны быть минимальными. Рассчитаем объемы прибылей по формуле Й. Пржибыла:

$$V = \frac{V_0 \times \alpha_N \times \beta}{1 - \alpha_1 \times \beta} \quad (10)$$

где α_v – относительная объемная усадка сплава; $\epsilon_{v\Sigma} = 0,045$; β – коэффициент, зависящий от рода сплава и от принятых мероприятий по повышению рабочего давления в прибыли, по теплоизоляции и обогреву прибылей (для прибылей с атмосферным давлением в усадочной раковине $\beta=7$);

V_0 – объем питаемого узла прибыли, см^3 ;

γ – плотность жидкой стали – 7 кг/дм^3

Вычислим

$$V_1 = V_{cm} + 4V_{cn} / 2 = V_{cm} + 2V_{cn}; \quad (11)$$

$$V_{cm} = \pi R^2 H = 3,14 \cdot 10,75^2 \cdot 20 = 2311,25 \text{ см}^3$$

$$V_{cn} = \pi R^2 H = 3,14 \cdot 21^2 \cdot 113,5 = 80,23 \text{ см}^3$$

$$\text{Итак, } V_1 = 2311,25 + 2 \cdot 80,23 = 2471,71 \text{ см}^3$$

Объем прибылей:

									Лист
									52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

2.11. Конструирование и расчет литниковой системы

2.11.1.Обоснование принятого типа литниковой системы и способа заливки сплава в форму.

Заполнение форм сплавом является первым этапом формирования отливки. Несмотря на свою относительно кратковременность, заполнение формы в значительной мере определяет качество отливки.

подавляющее большинство технологического брака в литейном производстве связано с неправильной организацией отливки.

Литниковая система – это система каналов и элементов литейной формы, предназначенная для подвода металла к полости формы, ее заполнения и питания отливки.

Для обеспечения качественного заполнения формы сплавом литниковая система должна удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечивать заполнение формы за некоторое оптимальное время;
- создавать возможность надежного улавливания шлака, неметаллических и газовых включений;
- способствовать плавному поступлению сплава в полость формы без разбрызгивания и размывания поверхностей формы и стержней;
- создавать тепловые условия, благоприятствующие направленному затвердеванию отливки и снижению развивающихся в ней литейных напряжений.

									Лист
									54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП.44.03.04.521 ПЗ				

Учитывая выше приведенные требования, а также применяемый сплав – сталь 25Л выбираем литниковую систему III класса, замкнутую в питателях. Литниковая система III класса состоит из литниковой воронки, стояка, шлакоуловителя и питателей.

Заливку формы будем производить из поворотного ковша.

2.11.2 Расчет оптимальной продолжительности заливки и площадей сечений литниковых каналов.

Рассчитаем литниковую систему для стальной отливки «Шкив» массой 120 кг. Масса прибылей 31.8 кг; преобладающая толщина стенок 95 мм. Для определения оптимальной продолжительности заливки формы рассчитаем массу жидкого металла, заливаемого в форму:

$$G_{ж} = G_{отл} + G_{приб} + G_{л.с.} = 120 + 31,8 + 6 = 157,8 \text{ кг},$$

где $G_{отл}$ – масса жидкого металла, приходящегося на отливку, кг;

$G_{приб}$ – масса жидкого металла, приходящегося на прибыли, кг;

$G_{л.с.}$, – масса жидкого металла, приходящегося на литниковую систему, кг

Рассчитаем оптимальную продолжительность отливки по формуле Г. М. Дубицкого:

$$\tau_{отл} = S_1 \sqrt[3]{G \cdot \delta} = 1,6 \cdot \sqrt[3]{157,8 \cdot 95} = 39,36 \text{ с}$$

где S_1 – коэффициент продолжительности заливки (в соответствии с данными Г. М. Дубицкого, для данной отливки примем $S_1=1,6$);

G – масса жидкого металла, заливаемого в форму, кг;

δ – преобладающая толщина стенки отливки, мм (для нашей отливки $\delta=95$ мм).

									Лист
									55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП.44.03.04.521 ПЗ				

Находим среднюю скорость подъема уровня сплава в полости литейной формы:

$$V = \frac{C_{\text{опт}}}{t_{\text{опт}}} = \frac{39463,36}{39,36} = 11,7 \text{ мм/с}$$

C – высота отливки с учётом прибылей, мм;

T_{опт.} - оптимальная продолжительность заливки, с.

					<i>ДП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		56

2.11.3 Расчет литниковой системы

Заливку формы будем производить из поворотного ковша. Поэтому для расчёта площади узкого места литниковой системы применим формулу:

$$\sum F_a = \frac{1000 \cdot G}{\tau \cdot \mu \cdot \sqrt{H_p \cdot 2g}} \quad (14)$$

Маллоемкость отливки $G = 343,15$ кг, время выполнения = 51 с.

Коэффициент расхода литниковой системы со средним сопротивлением (число поворотов потока равно трем) при формовке по сырому с закрытой прибылью составляет, $\mu = 0,35$.

Расчетный напор при заливке равен $H = H_0 - 2C$

где H – высота опоки, см;

C – высота отливки с учётом прибылей, см;

R^2 – расстояние от места подвода до верхней части полости формы.

$$H_p = 500 - \frac{529^2}{2 \cdot 463} = 500 - \frac{279841}{926} = 19,78 \text{ см}$$

С учётом приведённых значений величин находим площадь узкого места системы:

$$F_{уз} = \frac{G \cdot 1000}{\rho \cdot \mu \cdot \tau_{опт} \cdot \sqrt{2g \cdot H_p}} \quad (15)$$

где ρ - плотность сплава (для стали $\rho = 72 / \text{см}^3$);

G -масса жидкого металла, заливаемого в форму;

									Лист
									57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

μ -коэффициент расхода литниковой системы, учитывающий потери напора на гидравлических сопротивлениях $\mu=0,32$;

$$F_{уз} = \frac{157,8 * 1000}{7 * 0,32 * 39,3\sqrt{2} * 981 * 19,78} = \frac{157800}{127,296\sqrt{38808,36}} = 6,3\text{см}^2$$

В качестве узкого места примем питатели. Так как питателей 4, то площадь одного питателя равна $6,3/4 = 1,575 \text{ см}^2$. Примем следующее соотношение площадей элементов системы: $F_n : F_{л.х} : F_{ст} = 1:1,15:1,3$, где F_n - площадь питателей, обслуживаемых одной ветвью литникового хода; $F_{л.х}$ - площадь литникового хода; $F_{ст}$ - площадь сечения стояка снизу.

$$F_n = 6,3 * 1 = 6,3$$

$$F_{л.х} = 6,3 * 1,15 = 7,245$$

$$F_{ст} = 6,3 * 1,3 = 8,19$$

По найденным значениям площадей питателей и литникового хода найдем их точные размеры. Примем для этих элементов трапецидальную форму сечения. Для питателей примем $h=a/b=0,9a$. С учетом этого находим $a=\sqrt{1,575:0,9} = 17,5\text{см}$.

У литникового хода $b=0,8a$ $h=0,9a$. Значит $7,245=0,81a^2$ и

$$a=\sqrt{7,245 \div 0,81}=29\text{см}$$

Стояк: для обеспечения замкнутости литниковой системы и удобства формовки используем конический, расширяющийся вверх круглый стояк. Конусность стояка зависит от его высоты. Уклон стояка делается из расчета 1мм на 100 мм высоты.

$$F_{\text{ст}} = \frac{\pi * D^2}{4} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4 * F_{\text{ст}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 8,19}{3,14}} = 32\text{см}$$

$$D_{\text{ст.в}} = 32\text{см}$$

2.12 Модельно-литейная оснастка

Для изготовления песчаных форм применяют различные модели, воспроизводящие геометрию отливки, а также модели прибылей, выпоров, литниковых систем и т.д. Формовка осуществляется в специальных литых или сварных рамках, называемых опоками. Стержни изготавливаются в стержневых ящиках. Все это вместе называют модельно-опочной оснасткой, т.е. средствами технологического оснащения, дополняющими литейное технологическое оборудование для выполнения определенной части технологического процесса получения отливок.

Таблица 28- Модельно-опочная оснастка.

Наименование оснастки	Материал, обозначение
Опоки: - верха (1200 × 900 × 500); - низа (1200 × 900 × 500).	Чугун, ГОСТ 15010-69 Чугун, ГОСТ 15010-69
Подмодельная плита.	Чугун, ГОСТ 20131-80
Модель.	Дерево
Стержневые ящики	Дерево, А-4095-К1-ОЧС1-Я1 Дерево, А-4095-К1-ОЧС1-Я2
Штыри центрирующий и направляющий.	ГОСТ 20122-74 и ГОСТ 20128-74

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЛП.44.03.04.521 ПЗ

Лист

59

--	--

2.13 Выбивка, обрубка и очистка отливок

После заливки формы расплавом необходимо выдержать некоторое время для кристаллизации и охлаждения отливки.

Стальные отливки рекомендуется охлаждать в форме до 400-500°C.

Средняя скорость охлаждения отливок в формах колеблется от 2 до 150°C/мин. Скорость охлаждения отливки выбирают с учетом толщины стенок отливки и прочностных свойств сплава. При большой разнице скоростей охлаждения отдельных частей отливки возникают большие термические напряжения, которые могут привести к короблению отливок или появлению в них трещин.

Масса отливки составляет 120 кг, толщина стенки отливки – до 95 мм.

Исходя из этого, время охлаждения отливки в форме составляет 3 час, температура выбивки отливки из формы – 600-700°C.

После охлаждения отливки производят ее выбивку из формы. Выбивка отливки из формы осуществляется на выбивной решетке путем встряхивания.

					<i>ЛП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		60

Для удаления пригара и улучшения поверхностей отливки подвергают очистке дробеметной обработке. Очистка отливок проводят в очистном барабане 323М.

Элементы литниковой системы, прибыли отделяют от отливок резкой ленточными или дисковыми пилами. Зачистку отливок проводят ручными шлифовальными машинками.

2.14 Термическая обработка отливок

Отливки в литом состоянии имеют крупнозернистую структуру, высокую твердость, низкие прочностные и пластические свойства. В них сохраняются значительные внутренние напряжения. Структура и свойства отливок могут быть значительно улучшены посредством термической обработки.

Для данной отливки выберем следующую термическую обработку:

Закалка – термическая обработка, направленная на резкое повышение твердости. Нагретую отливку переносят в среду, имеющую температуру на 20-30°С выше мартенситной точки, в этой среде делают короткую выдержку, в течение которой температура по всему сечению изделия выравнивается. После этого изделие охлаждают на воздухе. В качестве охлаждающих сред используют технические масла, растворы щелочей и растворы селитр.

									Лист
									61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП.44.03.04.521 ПЗ				

Высокотемпературный отпуск проводят при температурах 500-680°С.

Этот отпуск создает наилучшее сочетание прочностных свойств, пластичности, вязкости.

Термическую обработку, состоящую из закалки и высокого отпуска, называют улучшением.

Улучшение одновременно повышает предел прочности, предел текучести, относительное удлинение, относительное сужение и ударную вязкость. А высокий отпуск, в данном случае, полностью снимает остаточные напряжения в отливке.

2.15 Контроль качества отливок

Требования к качеству готовых отливок устанавливаются ГОСТами и технологической документацией. Контроль за качеством отливок осуществляет отдел технического контроля (ОТК).

Данная отливка подвергается следующим видам контроля:

- контроль размерной точности – отливку проверяют на соответствие чертежу.
- контроль выполняют на плите линейкой, штангенциркулем, рейсмусом, шаблонами и другим инструментом;
- контроль внешнего вида выполняют визуально на соответствие отливок техническим условиям;
- контроль механических свойств – прочность отливок определяют по специальным отлитым образцам, приливам отливок и вырезанным из

					<i>ЛП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		62

отливок образцам. Твердость определяют на отливке, в некоторых случаях – на образцах, вырезанных из отливки;

-контроль химического состава – отлитые образцы или стружку отливки проверяют в лаборатории методом химического или спектрального анализа;

-контроль массы – отливки взвешивают после проверки их на геометрическую точность.

2.16. Дефекты отливок и меры по их устранению

Всякое нарушение технологии – это причина появления дефектов в отливке.

При изготовлении данной отливки возможны следующие виды дефектов:

1. Дефекты поверхности:

-пригар – прочное соединение поверхности отливки с формовочной лил стержневой смесью;

-засор – дефект в виде кусочка формовочного материала, захваченного потоком жидкого металла и внедрившегося в поверхностные слои отливки.

2. Дефекты несоответствия по геометрии:

- недолив – дефект в виде неполного образования отливки вследствие не заполнения полости литейной формы металлом при заливке из-за недо-

									Лист
									63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЛП.44.03.04.521 ПЗ				

статочного количества жидкого металла, низкой температуры заливки, недостаточной скорости заливки;

-стержневой перекося – дефект в виде смещения отверстия, полости или части отливки, выполняемых с помощью стержня, вследствие его перекося или неправильной установки;

-коробление – дефект в виде искажения конфигурации отливки под влиянием напряжений, возникающий при охлаждении, а также неправильно изготовленной модели.

3. Раковины и трещины в теле отливки:

-горячая трещина – дефект в виде разрыва или надрыва тела отливки усадочного происхождения, возникающая в интервале температур затвердевания. Поверхность трещины окисленная и неровная;

-холодная трещина – дефект в виде разрыва тела затвердевшей отливки вследствие внутренних напряжений или механического воздействия. В вершине трещины сконцентрированы напряжения, поэтому при ударе трещина может распространиться в глубь тела отливки. В отличие от горячей трещины поверхности холодной трещины светлая и сравнительно гладкая;

-усадочная раковина – дефект в виде открытой или закрытой полости грубой шероховатости, иногда с окисленной поверхностью, образовавшейся вследствие усадки затвердевающего металла;

-усадочная пористость – дефект в виде мелких пор, образовавшихся вследствие усадки металла во время его затвердевания при недостаточном питании отливки;

-газовая пористость – дефект в виде мелких пор, образовавшихся в отливке в результате выделения газов из металла при его затвердевании.

Способы исправления дефектов:

Дуговая сварка – исправляет сквозные дефекты стенок отливки, дефекты обрабатываемых поверхностей, работающих на трение и износ, после механической обработки – исправляет дефекты любых поверхностей.

При дуговой сварке объем раковины заполняют наплавленным металлом (должен быть близким по химическому составу к материалу отливки). Наплавляемый металл поддерживают некоторое время в жидком состоянии, чтобы выровнять химический состав и удалить неметаллические включения.

Газопламенная наплавка – применяют для исправления тех же дефектов, что и в предыдущем способе. В качестве горючего газа используют ацетилен, природный газ, пропан-бутан.

Сварка-пайка – выполняют с предварительным местным нагревом поверхности отливки до 300-400°С или без нагрева. Дефектное место отливки тщательно разделяют до полного удаления пораженного слоя металл. Заварное место засыпают сухой землей или накрывают асбестом, чтобы снизить скорость охлаждения. Данным способом исправляют отдельно расположенные раковины небольших размеров на обрабатываемых поверхностях отливки, а также раковины средних размеров отливок несложной конфигурации.

Заделка раковин пробками – раковину рассверливают до минимально допустимого размера, нарезают в отверстие резьбу и ввертывают металлическую вставку, которую заваривают или чеканят. Затем обрабатывают вставку заподлицо с телом отливки. Таким способом исправляют отдельно расположенные раковины мелких размеров.

3.Экономическая часть.

3.1 Управление персоналом

Управление персоналом включает в себя реализацию следующих мероприятий:

- Разработка квалификационной структуры кадров;
- Распределение работающих по участкам и обслуживаемому оборудованию; -
- Определение численности и состава работающих по категориям;
- Оптимизация режима труда;
- Формирование системы оплаты труда и планирование фонда заработной платы;
- Разработка системы стимулирования трудовой деятельности;

					<i>ДП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		66

- Обеспечение условий труда, отдыха и быта;
- Оценка персонала;
- Обучение и переподготовка кадров;
- Отбор и продвижение кадров, организация маркетинга персонала;
- Оценка эффективности труда;
- Обеспечение участия персоналом и служащих в управлении предприятием. -

Система управления персоналом и служащих в управлении предприятие включает в себя следующие подсистемы:

- Планирования, прогнозирования и маркетинга персонала;
- Оформление и учета кадров;
- Развития кадров;
- Трудовых отношений.

3.2. Проектирование численного и квалификационного состава работающих

Потребность предприятия в персонале должна планироваться по группам и категориям. Количественная характеристика персонала предприятия измеряется такими показателями как списочная, среднесписочная и явочная численность работников. Списочный состав отражает движение численности всех работников, постоянных и временных, прием на работу и увольнение с работы и др.

При планировании определяем качественный (квалификационный) и количественный состав основных и вспомогательных рабочих. При определении квалификации рабочего необходимо руководствоваться видом анализа и развитием средств стимулирования труда;

обслуживаемого оборудования, сложностью выполнения работ и квалификационными справочниками.

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 численности рабочих выполняем по формуле: $N_{ai} = H_i \cdot A_i \cdot C_i$,

(16) 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 определяем по формуле:

$N_{сп.i} = H_i \cdot K_{сп}$, где

$K_{сп}$ - коэффициент списочного состава,

$K_{сп} = T_n / T_d$, где

T_n - номинальный фонд времени, сут;

T_d - действительный фонд времени, сут.

Величина T_n и T_d определяются на основе баланса рабочего времени одного трудящегося по формуле:

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

$В = 52 \cdot 2 = 104$ - число выходных дней;

$П = 9$ - число праздничных дней;

$П_n = 8$ - число предпраздничных дней.

$T_n = (365 - 104 - 9 - 8) \cdot 8 + 8 \cdot 7 = 2008$ ч.

Действительный фонд рабочего времени равен:

$T_d = T_n - H$, где

H - планируемые невыходы на работу (отпуска, невыходы по болезни, по выполнению государственных обязанностей, учебные отпуска).

Таблица 28. Баланс рабочего времени основных рабочих.

Статья баланса	Фонд времени	
	сутки	часы
Календарный фонд времени	365	2920
Выходные дни	104	-
Праздничные дни	9	-
Предпраздничные дни	8	-
Номинальный фонд времени	252	2008
Плановые невыхода на работу	38	304
В том числе:		
основной и дополнительный отпуск	30(25)	-
по болезни	7	-
выполнение государственных обязанностей	1	-
отпуск учащихся	1	-
Действительный фонд времени	213	1704
Коэффициент списочного состава, K_0	1,18	
Номинальный фонд времени	252	2008
Плановые невыхода на работу	34	272
В том числе:		
основной и дополнительный отпуск	24(21)	
по болезни		
выполнение государственных обязанностей		
Календарный фонд времени	365	2920
Выходные дни	104	-
Праздничные дни	9	-
Предпраздничные дни	8	-

Таблица 29. Баланс рабочего времени вспомогательных рабочих.

отпуск учащихся	1	-
Действительный фонд времени	217	1736
Коэффициент списочного состава, K_0	1,16	

С учетом данных баланса рабочего времени рабочих выполняем расчет численности рабочих, который сводим в таблицу 30. Расчет списочного состава вспомогательных рабочих приведен в таблице 31.

Должность	Количество, чел.	Должностной оклад, руб.	Сумма оклада с учетом районного коэффициента, руб.	
			За месяц	За год
ИТР				
Начальник цеха	1	52000	57500	690000
Зам. начальника цеха по производству	1	38000	44000	552000
Зам. начальника цеха по подготовке производства	1	38000	43200	552000

					<i>ЛП.44.03.04.521 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

Начальник плановодиспетчерского бюро	1	31800	34500	414030
Начальник технологического бюро	1	31000	34500	414000
Начальник бюро труда и заработной платы	1	31500	34500	414000
Начальник бюро технического контроля	1	28000	30000	414000
Старший мастер	4	25000	115000	1370000
Мастер	7	20000	160000	1930000
Старший энергетик	1	25000	28750	345100
Главный механик	1	25000	28750	345000
Итого	21	323400	562500	7440000

Таблица 32 – Штатное расписание ИТР, служащих и МОП.

Служащие				
Табельщик	1	15000	17250	207000
Секретарь	1	17000	19550	234600
Бухгалтер	2	31200	69000	828000
Завхоз	1	15700	17250	206000
Экспедитор	1	12000	13800	163600
Инструктор по кадрам	1	20000	23000	276000
Итого	7	109800	159850	1918200
МОП				
Курьер	1	10000	11500	138000
Уборщик	4	10000	46000	523100

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП.44.03.04.521 ПЗ

Лист

71

Сторож	2	10000	34000	415000
Итого	7	30000	91500	1104000
ВСЕГО	34	444000	821675	10593200

Таблица 34 – Структура трудящихся в цехе

Таблица 33 – Структура трудящихся в цехе.

Категория персонала	Количество человек	Удельный вес в общей численности, %
Рабочие всего в том числе		
• основные	87	40,2
• вспомогательные	84	39,8
ИТР	21	10
Служащие	7	3,3
МОП	7	3,8
Итого:	185	100

3.3 Организация и планирование заработной платы

Расчёт фонда заработной платы:

$$T_{\text{ср}} = \sum_{i=1}^n T_{\text{ст.}i} \cdot N_{\text{Н}i}, \quad (17)$$

Где,

$T_{\text{ст.}i}$ - ставка рабочего i -го разряда;

N_i – явочное число рабочих соответствующего разряда;

N_y – явочное число рабочих данной группы.

Фонд заработной платы по каждой группе рабочих рассчитывается по формуле:

$$Z_{т.ф} = T_{ср} \cdot N_{ч} \text{ (зарплата по ставке) и } Z_{т.ф.с} = Z_{т.ф} + \Delta Z_c, \text{ где}$$

$Z_{т.ф.с}$ – зарплата сдельщиков;

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

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

$$= N_{сп} \cdot T_d,$$

Где

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

T_d – действительный фонд рабочего времени рабочего, ч.

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

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

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

$K_{ст}$ – коэффициент стимулирующих доплат;

$K_{ком}$ – коэффициент компенсационных доплат;

$K_{др}$ – коэффициент прочих доплат;

$K_{рн}$ - районный коэффициент.

Дополнительная заработная плата вычисляется по формуле:

$$Z_{доп} = \frac{Z_{ос} \cdot K_{доп}}{100} \quad (17)$$

где $K_{доп}$ - коэффициент дополнительной заработной платы.

Годовой фонд заработной платы основных и вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$Зг.ф = Зос + Здоп.$$

Таблица 34. Результаты расчетов фонда заработной платы основных и вспомогательных рабочих.

3.4 Отчисления в социальные фонды

Порядок уплаты страховых взносов во внебюджетные фонды определяется законом от 24.07.2009 № 212-ФЗ «О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования и территориальные фонды обязательного медицинского страхования» и частично федеральными законами о

					<i>ЛП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		74

Таблица 37 – Общий фонд заработной платы по цеху, руб.								
	Фонд заработной платы, руб.	Виды оплаты из фонда потребления, руб.						Общий фонд заработной платы, руб.
		Единовременные премии	Вознаграждения за выслугу лет	Материальная помощь	Доплаты к отпуску	Оплата жилья	Другие оплаты	
Основные рабочие	31041	111320	115438	64212	42428	107610	2351	252169
Вспомогательные рабочие	17239	84199	75869	51230	32320	84919	1696	204314
ИТР, служащих и МОП	10462,2	51811	46480	31217	21412	51781	1184	1223415
ИТОГО	49121	230431	22278	14676	95231	252131	5008	1514779

3.5 Расчет капитальных затрат и амортизационных отчислений

Прежде всего, определяем балансовую стоимость основных фондов, включающую в себя затраты:

- на возведение зданий и сооружений;
- на приобретение, доставку и монтаж оборудования;
- на приобретение технологической оснастки;
- на приобретение инструмента и инвентаря.

Стоимость здания литейного цеха принимаем 4000 рублей за 1 м³, стоимость бытовых помещений – 2500 рублей за 1 м³. Затраты на здание и бытовые помещения вычисляем по формулам:

$$C_{зд} = V_{зд} \cdot c_{зд}, \quad (18)$$

$$Сб.п. = Vб.п. * сб.п., (19)$$

где: $V_{зд}$ и $V_{б.п.}$ – объёмы здания и бытовых помещений, m^3 ; $c_{зд}$ и $c_{б.п.}$ – удельная цена здания и помещений, тыс.руб/ m^3 .

$$C_{зд} = 64600 * 4000 = 258,4 \text{ млн.руб}$$

$$C_{бп} = 8905 * 4500 = 40,7 \text{ млн.руб}$$

Расчёт затрат на приобретение, доставку, монтаж оборудования и подъёмно-транспортных механизмов выполняем по ведомости оборудования. Затраты на монтаж основного оборудования принимаем 10%. Затраты на приобретение и монтаж подъёмно-транспортного оборудования принимаем в размере 60% от стоимости технологического оборудования.

Затраты на инструмент и приспособления принимаем в количестве 300 руб. на 1 тонну годных отливок.

Стоимость хозяйственного инвентаря можно принять из расчета 1000 руб. на одного работающего.

Амортизационные отчисления определяются умножением нормы амортизации на балансовую стоимость основных фондов. Принимаем следующие значения норм амортизации:

- для зданий и сооружений – 2 %;
- для плавильных печей – 7 %;
- для технологического оборудования – 9 %;
- для подъёмно-транспортного оборудования – 10 %;
- для инструмента и оснастки – 50 %;
- для хозяйственного инвентаря – 10 %.

Таблица 37. Результаты расчетов капитальных затрат и амортизационных отчислений.

					<i>ЛП.44.03.04.521 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

3.6 Определение затрат и планирование себестоимости

В себестоимость продукции включаются следующие группы затрат:

- материальные затраты;
- затраты на оплату труда;
- отчисления на социальные нужды;
- амортизация основных фондов;
- прочие расходы.

Выделяют следующие категории затрат:

- 1) По роли в системе управления
 - производственные;
 - непроизводственные.
- 2) По их динамике, соответствующей функциональным изменениям:
 - переменные;
 - постоянные.

Производственные затраты подразделяются на 4 категории:

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

Основная себестоимость продукции образуется из стоимости первых трех групп затрат.

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

Сумма производственных и непроизводственных затрат образует полную себестоимость.

Переменные затраты (VC) изменяются в целом и прямо пропорционально выпуску продукции (выпуску литья в тоннах). К ним относятся следующие затраты:

- на основные и вспомогательные материалы;
- на оплату труда (полные затраты на оплату труда основных рабочих);
- на технологическую энергию (топливо);
- на социальные нужды;
- на инструмент.

Постоянные затраты не зависят от объема производства (выпуска продукции). К ним относятся следующие затраты:

- на оплату труда вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала;
- амортизацию зданий, сооружений, оборудования и оснастки;
- ремонт оборудования и оснастки.

Таблица 38. Смета расходов на ремонт и эксплуатацию оборудования.

Наименование статьи затрат	Сумма,руб.	Примечание
Эксплуатация оборудования	300124	1% от стоимости оборудования
Текущий ремонт оборудования	3112	5% от стоимости оборудования
Внутрипроизводственное перемещение груза	89	5 руб на 1 тонну годного литья
Износ малоценного и быстроизнашивающегося оборудования	341	15 руб на 1 тонну годного литья
Прочие расходы	1630	10 % от общей суммы расходов
Итого:	4310,4	

Таблица 39. Смета цеховых расходов.

Статья затрат	Цена 1т литья		Сумма на всю программу тыс. руб
	Количество	Сумма тыс.руб	
1. Затраты на оплату вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала	2,1	1,34	3234,13
2. Отчисления на социальные нужды		0,34	6769,22
3. Амортизация зданий и инвентаря		0,31	6580,54
4. Затраты на НИОКР рационализаторство и изобретательство (8%)		0,12	2175,17
5. Расходы на охрану труда (10%)		0,13	2718,97
6. Стоимость вспомогательных материалов		107,1	179654,60
Итого		106,67	213062,63
7. Транспортный налог (1% от цехового фонда)		0,39	599,54
8. Прочие расходы (15% от суммы всех предыдущих расходов)		21,21	31809,40
Итого цеховых расходов		152,57	252315,58

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЛП.44.03.04.521 ПЗ

Лист

81

Таблица 40. Калькуляция себестоимости 1 тонны годных отливок.

Статья затрат	Ед. измерения	На 1 тонну литья			На программу	
		Кол-во	Цена в руб	Сумма тыс.руб	Кол-во	Сумма тыс.руб
1. Сырье и основные материалы						
Стальной лом	т	0,971	18	17,478	17438	314604
Стружка в брикетах	т	0,00068	1,5	0,00102	12	18
Чугун передельный	т	0,047	11	0,517	846	9306
Итого	т	1,60868		18,15	28956	326628
2. Возвраты производства	т	0,08			1403,73	
Угар и безвозвратные потери	т	0,024			432	
Итого за вычетом угара и возврата	т	1,5		12,1	27120,27	
3. Оплата труда основных рабочих	тыс.руб			2,431		43750,647
4. Отчисления на социальные нужды	тыс.руб			0,405		7290,56
5. Тех-ская электроэнергия	кВт*ч	3,8	1,45	4640	80000	99180

6. Энергия на технические нужды						
Вода	М ³	0,15	7,21	1,0815	3750	19467
Воздух	М ³	0,004	6	0,024	260	432
7. Расходы на подготовку и освоение производства				10,69		192394
8. Расходы на ремонт и эксплуатацию оборудования				0,12		208476
9. Отчисления на амортизацию				0,37		6590
Основная себестоимость				11,85		18199102
Цеховые расходы				13,58		24327557
Цеховая себестоимость				22,53		441516,58
Общезаводские расходы				1,38		24952,56
Производственная себестоимость				51,44		9044573
Непроизводственные расходы				0,76		1361919
Полн. себестоим				49,2		98316492

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП.44.03.04.521 ПЗ

Лист

83

3.7 Расчет плановых постоянных и переменных затрат

Постоянные затраты складываются из следующих составляющих:

$$FC = FC_1 + FC_2 + FC_3 + FC_4 + FC_5 + FC_6 + FC_7 + FC_8; \quad (20)$$

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

FC_2 – отчисления на эксплуатацию и ремонт оборудования;

FC_3 – затраты на оплату вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала, плюс отчисления на социальные нужды;

FC_4 – затраты на НИОКР, рационализаторство и изобретательство; FC_5 – расходы на охрану труда;

FC_6 – прочие цеховые расходы;

FC_7 – общезаводские расходы;

FC_8 – непроизводственные расходы.

Значения затрат берутся из соответствующих статей калькуляции себестоимости и сметы цеховых расходов.

$$F_C = 6580 + 3950,96 + 39933,35 + 2175,17 + 2718,97 + 244475,57 + 24912,56 + 13619,19 = 338365,77 \text{ тыс.р.}$$

Средние удельные постоянные расходы равны: $AFC = FC/M$, где M – годовой выпуск годного литья по программе цеха, т.

$$AFC = 338365,77 / 18000 = 18,8 \text{ тыс.р./т.}$$

Далее производим расчёт переменных затрат по формуле:

$$VC = VC_1 + VC_2 + VC_3 + VC_4 + VC_5 + VC_6, \text{ где } VC_1 \text{ – суммарные затраты на сырьё и основные материалы; } \quad (21)$$

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

VC_3 – затраты на технологическую энергию;

VC_4 – затраты на техническое использование воды и сжатого воздуха;

VC_5 – затраты на вспомогательные материалы;

VC_6 – транспортный налог.

$V_C = 163270,74 + 33958,96 + 94887,35 + 17394,9 + 160654,60 + 603,54 = 470770,09$ тыс. руб

Средние удельные переменные расходы (на 1 т годного литья) равны:

$$AVC = VC/M, \quad (22)$$

$$AVC = 470770,09 / 18000 = 26,15 \text{ тыс.р./т.}$$

Общие годовые затраты равны: $TC = FC + VC$, то есть:

$$TC = 338365,77 + 470770,09 = 809135,86 \text{ тыс. р.}$$

Общие средние удельные затраты равны полной себестоимости годного литья:

$$ATC = AFC + AVC, \quad (23)$$

$$ATC = 18,8 + 26,15 = 44,95 \text{ тыс. р./т.}$$

3.8 Ценообразование

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:

$$P=1,9*S \quad (24)$$

Где, S- себестоимость тонны годного литья, тыс.руб.

$$P=1,9*51,2=97,3 \text{ тыс. руб}$$

Примем цену на тонну годного литья из сплава Л25 равную 110000 руб

Доход от продаж определим по формуле:

$$D=P*Q \quad (25)$$

Где, D- доход от продаж, тыс.руб;

P- цена продукции в, руб;

Q- объем производства в т;

$$D= 110*18000=1980000 \text{ тыс. руб}$$

Прибыль определим по формуле:

$\Delta\Pi=D-B.З$ Где, B.З- валовые затраты=полной себестоимости тыс.руб

$$\Delta\Pi=1980000-921564,92=1058435,08 \text{ тыс.руб}$$

3.9 Расчет коммерческой эффективности проекта

Примем расчетный срок реализации проекта – 3 года, т.е. 12 кварталов.

Сооружение цеха проходит в несколько этапов. Строительство здания – три первых квартала. В первом квартале расходуется 30 % капитальных затрат на строительство здания, во втором – 30 % и в третьем квартале –

40 %. Приобретение и монтаж оборудования, подъемно-транспортных средств, приобретение оснастки, хозяйственного инвентаря и прочих средств осуществляется в 3, 4 и 5 кварталах. В третьем квартале расходуется 20 % средств, в четвертом квартале – 60 % и в пятом квартале – 20 %.

Выпуск литья начинается в четвертом квартале, принятую мощность $M_{\text{пр.кв}}$ (выпуск литья $M_{\text{пр.г}} = 28000$ т, $M_{\text{пр.кв}} = M_{\text{пр.г}} / 4 = 28000 / 4 = 4500$ т) начинают достигать с шестого квартала. В четвертом квартале выпуск литья будет составлять

$$M_{\text{пр.кв}} \cdot 0,5 = 4500 \cdot 0,5 = 2250 \text{ т};$$

$$\text{в пятом квартале} - M_{\text{пр.кв}} \cdot 0,75 = 4500 \cdot 0,75 = 5250 \text{ т};$$

$$\text{в шестом и последующих кварталах} - M_{\text{пр.кв}} = 4500 \text{ т}.$$

Для начала реализации проекта требуется прирост оборотных фондов на создание в третьем квартале необходимых запасов основных и вспомогательных материалов.

					<i>ЛП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		87

Таблица 41 – Распределение необходимых инвестиций в основные и оборотные средства

Адрес инвестиций	Инвестиции по кварталам, млн.р.						
	1	2	3	4	5	6	Всего
1. Строительство здания	72,3	68,3	78,4	-	-	-	219
2. Приобретение и монтаж оборудования	-	-	2,9	8,8	4,3	-	16
3. Прирост оборотных фондов	-	-	2	-	-	-	2
Итого	72,3	68,3	83,3	8,8	4,3	-	237

В таблице приняты следующие обозначения: ИОК₁ – капитальные затраты на строительство здания и бытовых помещений; ИОК₂ – капитальные затраты на приобретение и монтаж оборудования.

Общий объём необходимых инвестиций равен:

$ИОК = ИОК_1 + ИОК_2 + ИПО$, где ИПО – инвестиции

на прирост оборотных средств.

Оперативный план производства приведен в таблице 33. Примем объём собственных средств ИФС = $0,6 \cdot ИОК$. Остальные средства в объёме $0,4 \cdot ИОК$ распределяются между привлеченными и заемными средствами, т.е. $ИОК = ИФС + ИФП_p + ИФ_3$

Таблица 42 – Оперативный план производства

Показатель	Кварталы								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9-12
1. Рыночный потенциал цеха, т.	-	-	-	2250	2250	4500	4500	4500	18000
2. Цена 1 тонны годного литья, тыс.р.	-	-	-	110	110	110	110	110	110
3. Объём продаж, тыс.т.	-	-	-	2250	2250	3500	3500	4500	18000

4. Доля предприятия в отраслевом рынке	0	0	0	0,5	0,75	1	1	1	1
5. Объем производства, тыс.т.	-	-	-	2,625	3,937	5,25	5,25	5,250	5,25
6. Запасы литья на складе на конец квартала, тыс. т				0,125	1,687	1,75	1,75	0,75	3

Привлеченные средства получают за счет выпуска и продажи обычных акций.

Заемный капитал предполагает возврат средств и выплату процентов.

Преимуществом использования заемных средств является исключение процентных выплат за кредит из валовой прибыли, при расчете налогооблагаемой прибыли. Примем ставку на кредит – 100 % годовых (25 % в квартал) с поквартальной выплатой, $ИФП_p = 0,25 \cdot ИОК$ и $ИФ_3 = 0,15 \cdot ИОК$.

Таблица 43 – Источники финансирования.

Наименование источника	Распределение вложений по кварталам млн. руб						
	1	2	3	4	5	6	Всего
1. Собственные средства	72,3	68,3	78,4	-	-	-	219
2. Привлеченные средства	-	-	-	29	-	-	29
3. Заемные средства	-	-	5,3	5,3	5,3	-	15,9
Итого	72,3	68,3	83,7	34,3	5,3	-	263,9

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЛП.44.03.04.521 ПЗ

Лист

89

Таблица 44. План привлечения и погашения кредитных средств.

Наименование операции	Распределение по кварталам, млн р.						
	3	4	5	6	7	8	9-12
1. Привлечение кредита	5,3	5,3	5,3	-	-		-
2. Погашение кредита	-	-	-	-	-	-	15,9
3. Финансовые издержки (процент за кредит)	-	-	2,385	2,385	2,385	2,385	-
Итого		5,3	7,685	2,385	2,385	2,385	20,14

Налог на добавленную стоимость (НДС) принят 20 % от дохода, а налоги и сборы взяты в размере 1,5 % от дохода. Отчисления в резервный фонд являются обязательными. Начиная с 4 квартала, примем отчисления в резервный фонд 10 % от чистой прибыли. Фонд потребления до 7 квартала примем равным нулю. С 7 квартала отчисления в фонд потребления составят 10 % от чистой прибыли.

Накопление резервного фонда производится до тех пор, пока он не достигнет 15 % от уставного капитала. Пока не будет обеспечена положительная разница между притоком и оттоком денежных средств, весь фонд накопления будет направляться на реализацию проекта.

Валовая прибыль определяется по формуле:

$$ВП = 0,8Д - ВЗ,$$

где ВЗ – валовые затраты с учетом отчислений по %-м ставкам за кредит.

Расчет чистой прибыли производится по формуле:

$$ЧП = \frac{(ВП - НС) \cdot \left(1 - \frac{НП}{100}\right)}{1 - (1 - K_1 - K_2) \cdot \frac{НП}{100}} \quad (26)$$

где ВП – валовая прибыль, млн.р.;

3) Доля собственных средств в проекте.

$$\left(\frac{178,1}{243,2}\right) \cdot 100\% = 54\%$$

4) Точка безубыточности.

Точка безубыточности считается по формуле:

$$Q_{кр} = FC / (P - AVC)$$

Где,

FC- постоянные затраты млн.руб;

P- цена 1 тонны годного литья млн.руб

AVC- средние удельные переменные расходы млн.руб

$$Q_{кр} = 474308,2 / (220 - 37,6) = 2600,4 \text{ т} < 23000 \text{ т т.е выпуск отливок}$$

превышает точку безубыточности.

Таблица 48. Техничко-экономические показатели проекта.

Показатели	Единицы измерения	Величина показателей
1. Годовой выпуск продукции	т	28000
2. Выход годного	%	74,5
3. Численность работающих всего	чел	239
в том числе:		
основных	чел	119
вспомогательных	чел	81
ИТР	чел	21
служащих	чел	10
МОП	чел	8
4. Фонд основной з/п	тыс.руб	57445,8

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

4. Охрана труда и промышленная безопасность.

4.1 Безопасность труда

Литейное производство характеризуется наличием большого количества вредных и опасных производственных факторов, имеющих на всех участках производственного процесса. Неудовлетворительное состояние охраны труда оказывает влияние не только на трудящихся, непосредственно занятых на этом предприятии, но и на окружающую его среду. Для создания нормальных условий труда, предотвращения несчастных случаев и профессиональных заболеваний, большое значение имеет общее устройство предприятия. Внедрение в производство автоматизации на наиболее вредных и опасных для здоровья людей участках позволяет отказаться от применения ручного труда. Строгое разграничение производственных участков исключает воздействие факторов технологического процесса одного участка на рабочих другого участка, так как помещения участков изолированы друг от друга.

В литейном цехе находятся опасные и вредные производственные факторы, такие как:

- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- электрический ток;
- шум;
- вибрация;
- тепловое излучение.

При проектировании данного цеха необходимо учесть данные факторы и предпринять меры по улучшению условий труда и защитить рабочих от травматизма. Это возможно за счет следующих изменений:

					<i>ЛП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		95

- установления автоматических формовочных и стержневых линий;
- ограждение механизмов и рабочих площадок;
- повышения уровня пожарной безопасности производства путем разработки методов оценки пожарной безопасности оборудования, материалов, технологии и комплексных мер по усилению пожарной профилактики;
- звукоизоляции вытяжных и приточных вентиляционных установок и другого оборудования, создающего шум.

4.2 Характеристика производства

В проектируемом цехе имеются следующие вредные производственные факторы по ГОСТ 12.0.003-74:

1) Повышенная загазованность воздуха рабочей зоны. Присутствует на участках:

- Плавки – выделение легкоплавких и легко испаряемых элементов;
- Смесеприготовления (при приготовлении связующего)

2) Повышенная запылённость воздуха проявляется на участках:

- Подготовки шихтовых и формовочных материалов;
- Смесеприготовления;
- Выбивки отливок;
- Обчистки и обрезки.

3) Повышенная температура воздуха рабочей зоны имеется на участках:

- Плавки (от индукционных тигельных плавильных печей и заливочных ковшей);
- Термообработки отливок (от термических печей).

4) Повышенный уровень шума наиболее характерен для участков:

-Выбивки отливок;

-Обрезки и зачистки отливок.

Шум значительно снижает работоспособность, вызывает раздражения, ухудшает действие слуховых органов, влияет на нервную и сердечнососудистую систему.

5) Повышенный уровень вибрации характерен для участков:

-Выбивки отливок;

-Обрезки и зачистки отливок.

6) Повышенная подвижность воздуха. Имеется на всей территории цеха, обеспечивается естественной вентиляцией и работой искусственной вентиляции.

4.3 Вентиляция

Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха соответствует требованиям СНиП 41-01-03 .

Воздух, удаленный из здания цеха системами местной и общей вытяжной вентиляции, содержащий вредные вещества подвергается очистке, с помощью мокрых пылеуловителей и рукавных фильтров.

Предельно-допустимые концентрации вредных веществ (ПДК) в воздухе рабочей зоны регламентируется ГН 2.2.5.1313-03. Предельно-допустимые концентрации вредных веществ (ПДК) в воздухе рабочей зоны приведены в таблице 49.

					<i>ЛП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		97

Таблица.49 ПДК в воздухе рабочей зоны.

Наименование вещества	ПДК мг/м ³
Кремнесодержащая пыль:	
Кремния двуокись кристаллическая при содержании ее в пыли от 2%-10%	4
Кремния двуокись кристаллическая при содержании ее в пыли от 10%-70%	2
Пыль содержащая оксиды железа	4-6
Оксид углерода	20
Углеводороды	300
Оксид азота	2

В проектируемом цехе производятся следующие мероприятия по очистки воздушной среды:

- склад формовочных и стержневых материалов оснащен вытяжками, так как он характеризуется большими выделениями пыли;
- плавильное отделение располагается с подветренной стороны здания, чтобы предотвратить попадание газов и нагретого воздуха на другие участки цеха, печи оборудованы устройствами для очистки отходящих газов и дыма;
- на участке сушки и ремонта ковшей установлена местная вентиляция для очистки воздуха;

- заливочная площадка формовочной линии имеет верхние боковые отсосы на всю длину рабочей площадки, до охладительного кожуха;
- участок для охлаждения форм оборудован вентиляционным кожухом с проемами и патрубками для удаления газов;
- стержневая и формовочная смесь готовится в смесителе;
- решетка для выбивания оборудована укрытием;
- отделение финишных операции снабжено отсосами и укрытием;
- в цехе предусмотрены комнаты отдыха для рабочих;
- рабочие обеспечены спец одеждой и средствами индивидуальной защиты.

4.4 Микроклимат

Одним из основных условий труда на предприятии является обеспечение необходимого микроклимата для рабочих. На проектируемом предприятии существует множество источников тепловыделения. К ним относятся: индукционные тигельные печи, расплавленный металл в процессе разлива в формы, отливки в процессе остывания, термические печи и остывающие ковши.

Проектируемый цех по удельному тепловыделению относится к горячему, так как тепловыделения превышают 23,26 Вт/м.

Параметры метеорологических условий (температура воздуха, относительная влажность и скорость движения воздуха) регламентируются СанПиН 2.2.4.548-96.

Допустимая величина показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений приведена в таблице 50.

Таблица 50. Допустимая величина показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений.

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат	Величина энергозатрат	Температура воздуха С°,		Температура поверхностей С°,	Относительная влажность воздуха %,	Скорость движения воздуха, м/с	
			Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин			Для диапазона температур ниже оптимальных величин, не более	Для диапазона температур выше оптимальных величин
холодный	Пб	233 290	15,0 - 16,9	19,1 22,0	14,0- 23,0	15 - 75	0,2	0,4
теплый	Пб	233 290	16,0 - 18,9	21,1 27,0	15,0- 28,0	15 - 75	0,2	0,5

В цехе проводятся мероприятия для установления необходимого микроклимата:

- дистанционные и автоматизированные управления процессами;
- теплоизоляция оборудования, защитные экраны у печей;
- комнаты отдыха для рабочих и обеспечение средствами защиты в соответствии с ГОСТ 12.1.011-89;
- в цехе есть приточно-вытяжная вентиляция и воздушное отопление.

Предельно допустимые величины показателей микроклимата в рабочих местах регламентируются по СанПиН 2.2.4.548-96.

4.5 Освещение

Важное значение в проектируемом цехе имеет обеспечение правильного освещения.

В проектируемом цехе предусматривается естественное и искусственное освещение в соответствии с СНиП 23-05-95^{*}, необходимое для создания благоприятных условий выполнения работы, прохода людей и движения транспорта.

По условиям гигиены труда необходимо как можно больше использовано естественное освещение. В проектируемом цехе это осуществляется через оконные проемы и световые фонари.

В местах выпуска металла из печи, на участках заливки и формовки предусмотрено аварийное освещение с использованием люминесцентных ламп, минимальная освещенность которых 10 лк.

В цехе предусмотрено переносное освещение, так как стационарным освещением невозможно создать нормируемый уровень освещенности.

Мостовые краны оборудованы подкрановым освещением, которое выполнено лампами накаливания.

Для общего освещения производственных помещений применяются газоразрядные источники света люминесцентные лампы типа ЛХБ.

Для местного освещения используются светильники ПВЛП. Имеющие две лампы, что даст возможность уменьшить пульсацию суммарного светового потока светильника. Рассчитаем необходимое количество светильников по формуле:

$$N = E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z / n \cdot \Phi_{\text{л}} \cdot \eta$$

где, E- нормируемая освещенность, лк;

K₃-коэффициент запаса;

					<i>ЛП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		10

S- освещаемая площадь, м²;

Z- коэффициент неравномерности освещения;

n- количество ламп в светильнике;

Φ_m - световой поток выбранной лампы, лм;

η - коэффициент использования светового потока.

$N=200 \cdot 1,8 \cdot 8500 \cdot 1,2/2 \cdot 19000 \cdot 0,48=202$ лампы.

Для освещения цеха необходимо установить 202 лампы типа ДРЛ.

4.6 Производственный шум

В проектируемом цехе наибольший уровень шума наблюдается на участках, выбивки и в отделениях финишных операций.

Допустимая величина шума в цехе согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 – 80дБА.

Для снижения уровня шума в цехе предусматриваем следующие

мероприятия:

-применение автоматизированных линий с низким уровнем шума;

-системы вентиляции и местных отсосов снабжены шумопоглощающими

устройствами;

-кожух выбивной решетки снабжаем внутренней облицовкой из

звукопоглощающих материалов;

-производим звукоизоляцию стенок дробеметной камеры;

-применение средств индивидуальной защиты от шума

(наушники противошумные ВЦНИИОТ-1) по ГОСТ 12.4.011-89 .

					<i>ЛП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		10

4.7 Вибрация

Под вибрацией понимается движение точки или механической системы, при котором происходит поочередное возрастание или убывание во времени значений, по крайней мере одной координаты. Основными параметрами вибрации являются: пиковые или средние квадратичные значения виброперемещения, виброскорости и виброускорения, частота колебаний. В литейном цехе источником общей вибрации является сотрясение пола и других элементов здания вследствие ударного воздействия выбивных решеток, формовочных машин. Источником локальной вибрации являются электродуговые печи, шлифовальные станки, сверлильные станки, галтовочные барабаны.

Шлифовальные, сверлильные станки, галтовочные барабаны установим на виброгасящем основании. Виброгаситель крепят на защищаемом объекте, он колеблется в противофазе с объектом, благодаря чему достигается эффект гашения колебаний объекта.

Кроме этого предусматривается использование виброизолирующих перчаток и рукавиц. Выбивные решетки и шлифовальные машины для уменьшения колебаний строительных конструкций устанавливаем на специальный виброизолирующий фундамент.

4.8 Производственная электробезопасность

Наличие в цехе электрического оборудования предусматривает выполнение правил электробезопасности, несоблюдение которых может привести к электротравмам.

В цехе приняты следующие мероприятия по обеспечению безопасности труда:

- все токоведущие части электрических устройств и оборудования имеют специальные ограждения;
- все корпуса электродвигателей, а также металлические части, которые могут оказаться под воздействием тока, заземлены в соответствии с ГОСТ 12.1.030-94. «ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление».

									Лист
									10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП.44.03.04.521 ПЗ				

- электропроводка идет по трубам;
- питание пультов управления оборудования допускается не выше 36В;
- при неисправности механизмов-автоматическое отключение;
- защита персонала цеха от воздействия электрического тока предусматривает ГОСТ 12.1.019-96 «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

4.9 Пожарная безопасность

Литейное производство отличается повышенной пожарной опасностью, которая обусловлена в большей степени применением металлических материалов в расплавленном виде.

В цехе проводятся следующие мероприятия по пожарной профилактике:

- правильная эксплуатация оборудования и внутрицехового транспорта;
- правильное содержание зданий и территорий;
- противопожарный инструктаж;
- профилактические осмотры, ремонты и испытания технологического оборудования;
- герметизация оборудования;
- использование систем вентиляции;
- правильное размещение противопожарного оборудования (ящики с песком, пожарный кран с рукавом, огнетушители типа ОП-4) и его содержание;
- в цехе предусмотрена пожарная сигнализация и водопровод;
- обеспечена безопасная эвакуация людей при пожаре.

Общие требования пожарной безопасности предусматривает ГОСТ 12.1.004-96. «Пожарная безопасность. Общие требования».

Для вызова пожарной команды служит кнопочная электросигнализация. На видных местах вывешены планы эвакуации людей.

Вывод: Проектируемый цех стального литья производительность 28000 тонн, полностью соответствует всем требованиям по организации и обеспечении безопасного труда.

					ЛП.44.03.04.521 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		10

4.9.1 Меры безопасности при ЧС

Оценка устойчивости работы проектируемого объекта при взрыве.

Устойчивость работы объекта в чрезвычайных ситуациях определяется его способностью выполнять свои функции в этих условиях, а также приспособленностью к восстановлению в случае повреждения. Под устойчивостью объекта понимается способность объекта выпускать установленные виды продукции в условиях чрезвычайных ситуаций (взрывов, пожаров и т.д.), а также приспособленность этого объекта к восстановлению в случае повреждения.

В качестве критериев оценки физической устойчивости приняты:

- при воздействии ударной волны - избыточные давления, при которых элементы производственного корпуса не разрушаются (не повреждаются) или получают такие повреждения, при которых они могут быть восстановлены в короткие сроки;
- при воздействии светового или теплового излучения – максимальные значения световых (тепловых) импульсов, при которых не происходит загорание материалов, сырья, оборудования, зданий и сооружений;
- при воздействии вторичных факторов поражения - избыточного давления, при котором происходящие разрушения и повреждения не приводят к авариям, пожарам, взрывам, затоплениям, смерти людей, выходу из строя средств производства.

Оценка физической устойчивости объекта производится последовательно по воздействию каждого поражающего фактора, а также вторичных факторов поражения.

Эта оценка включает:

- воздействие ударной волны на элементы объекта;
- возможность возникновения пожаров;

					<i>ЛП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		10

- воздействие вторичных поражающих факторов.

Определение физической устойчивости элементов объекта производится по избыточным давлениям во фронте ударной волны от 5 кПа и кончая давлением, разрушающим данный элемент.

Рассмотрим пути повышения устойчивости функционирования наиболее важных технических систем объекта.

1) Системы водоснабжения. При чрезвычайных ситуациях, как правило, все элементы этой системы не могут быть выведены из строя одновременно. При проектировании системы водоснабжения необходимо предусмотреть меры их защиты в чрезвычайных ситуациях.

Ответственные элементы системы водоснабжения следует размещать ниже поверхности земли, что повысит их устойчивость.

2) Системы электроснабжения. Для повышения устойчивости этих систем в первую очередь целесообразно заменить воздушные линии электропередач на кабельные (подземные) сети, предусмотреть автономные резервные источники электропитания объекта.

Основным средством повышения устойчивости сооружения от воздействия ударной волны является повышение прочности и жёсткости конструкций.

Значительное внимание необходимо уделять защите рабочих и служащих, для чего на территории объекта: строятся убежища и укрытия, предназначенные для защиты персонала; создаётся и поддерживается в постоянной готовности система оповещения рабочих и служащих объекта, а также проживающего вблизи населения о возникновении ЧС.

В данном проекте предусмотрены мероприятия по автоматизации и механизации технологического процесса, выполнение нормативных требований по шуму, вибрации, пыли, микроклимату, освещённости и т.п. Это способствует улучшению условий труда, безопасности труда и

									Лист
									10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ДП.44.03.04.521 ПЗ

здоровью работающих людей. Приняты решения по поводу рациональных режимов труда и отдыха. Ведь известно, что здоровье и безопасные условия труда благотворно влияют на самочувствие и работоспособность людей, содействуют повышению производительности труда.

					<i>ДП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>10</i>

5. Экологическая часть.

5.1 Глобальные экологические проблемы современности.

В настоящее время идет активное развитие промышленности. В результате производства продукции происходит выделение различных веществ вредных для окружающей среды. Поэтому перед человеком остро встала проблема экологической безопасности. В результате загрязнения окружающей среды происходят необратимые явления вредные как для человека, так и для всего земного шара. А именно появление озоновых дыр, возникновение парникового эффекта, глобальное потепление климата и угроза таянья льдов.

Перерабатывая природные материалы в продукты, необходимые и полезные для человека, человек воздействует на окружающую его природную среду, на природу, частью которой является он сам. Интенсивное расходование материальных и энергетических ресурсов, а также загрязнение окружающей среды отходами и выбросами промышленного производства могут привести к необратимому разрушению природы, угрожающему животному и растительному миру, а также самому человеку.

Приоритетное значение имеют следующие экологические проблемы:

- в атмосфере - высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха городов и промышленных центров. Источником загрязнения являются транспорт и предприятия городов.

- в гидросфере - рост объемов сточных вод, водообмеление (исчезновение) и загрязнение малых рек, сокращение и высыхание внутренних водоемов.

Источником загрязнения являются хозяйственная деятельность человека и предприятия городов.

- в литосфере - опустынивание из-за неправильного использования земель; загрязнение почв пестицидами, нитратами и другими вредными веществами; снижение плодородия почв до критического уровня. Источником опустынивания и загрязнения являются хозяйственная деятельность человека.

									Лист
									10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ДП.44.03.04.521 ПЗ

- в биотических сообществах - сокращение площади лесов, уничтожение влажно-тропических лесов на огромных площадях; лесные пожары и выжигание растительности.

- в среде обитания (в целом) - рост объемов производственных и бытовых отходов, в том числе наиболее опасных - радиоактивных, диоксин содержащих; низкий уровень безопасности их хранения;

Черная металлургия характеризуется высоким уровнем концентрации производства. На ее долю приходится около 20% всех вредных веществ, поступающих в воздушный и водный бассейны. Вредные выбросы металлургических предприятий отрицательно влияют на окружающую природную среду.

Многие металлургические процессы сопровождаются выделением в атмосферу газов и пыли. Интенсификация производства чугуна и стали путем применения кислорода и природного газа увеличивают возможность поступления в атмосферу газов, загрязненных пылью и вредными веществами. В большинстве случаев технологические газы, выходящие из агрегатов, содержат пылевидные частицы черных и цветных металлов, ценные газообразные компоненты. Поэтому выброс таких газов не только ухудшает санитарное состояние атмосферы, но и наносит большой материальный ущерб в связи с тем, что в этом случае все ценные компоненты безвозвратно теряются.

					<i>ЛП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		10

5.2. Анализ связей технологического процесса с экологическими системами

В дипломном проекте разрабатывается организация технологического процесса изготовления отливок из стали, что вызывает появление различного вида отходов.

Сырьем для технологического процесса является:

Стальной лом, ферромарганец, ферросилиций, железная руда, электродный бой, возврат собственного производства, кокс, песок, глина, известняк, кварцит, магнезит.

В качестве энергоресурса используется электроэнергия. Электроэнергия используется для работы оборудования проектируемого цеха.

В ходе технологического процесса образуются следующие виды отходов:

- материальные: скрап, литники, прибыли, шлак, пыль, газы, сточные воды.
- энергетические: тепловое излучение, шум, вибрация, ЭМИ.

Источниками формирования отходов служат:

электродуговые печи - шум, вибрация, тепловое излучение, выделения от химических реакций, пыль, шлак, ЭМИ.

Разливка – тепловое излучение.

Формовочные и стержневые линии - шум, вибрация, пыль, сточные воды

Галтовочные барабаны, зачистные станки, вибросито, сушильные барабаны - шум, вибрация, пыль, скрап, литники, прибыли, тепловое излучение, сточные воды.

Термическая печь – тепловое излучение, ЭМИ.

Анализ технологического процесса свидетельствует о его незамкнутом характере, так как существуют связи с внешней средой при использовании исходного сырья и энергии, выходе готовой продукции и получении различных видов отходов.

					<i>ДП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		11

5.3 Основные требования экологии проекта.

В таблице 51 приведены характеристики предельно-допустимых концентраций загрязняющих веществ и предельно-допустимых уровней вредных производственных факторов.

Таблица 51 - характеристика предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ и предельно-допустимых уровней вредных производственных факторов.

Наименование веществ		Класс опасности	ПДК
Пыль	SiO ₂	4	4мг/м ³
	FeO, Fe ₂ O ₃	4	10мг/м ³
	Fe ₂ O ₄	4	10мг/м ³
	MnO	3	0.3мг/м ³
	CrO ₃	3	1 мг/м ³
Песок - глина		3	0,15 мг/м ³
Сточные воды		2	
	Fe ⁺² и Fe ⁺³		0.3 мг/л
	Cr ³⁺		0.5мг/л
	pH		6.5 – 8.5
	Mn		0.2 мг/л
	Si		10мг/л
	Взвешенные вещества		10 мг/л

Продолжение таблицы - 51

Вредные производственные факторы			ПДУ
Шум		3	80дБА
Вибрация		3	92дБ
ЭМИ		3	30 кГц
Тепловое излучение		4	Доза теплового излучения, Дж/м ²
			1,2 · 10 ⁵

5.4 Экология производства.

На металлургических заводах для защиты атмосферного воздуха от вредных выбросов сооружаются газоочистные агрегаты. После электропечей предусматривается двухступенчатая очистка воздуха от пыли:

1 ступень — очистка воздуха роторными зернистыми фильтрами с коэффициентом очистки 0,85;

2 ступень - очистка воздуха рукавными фильтрами с коэффициентом очистки 0,95.

С целью уменьшения и предотвращения вредного воздействия отходов литейного производства на организм человека и окружающую среду в цехе предусматриваются следующие мероприятия:

-для очистки отсасываемого воздуха на участках ремонта и сушки сводов печей и ковшей предусматривается установка цилиндрических циклонов ЦН-11 с эффективностью очистки воздуха от 0,83 до 0,975;

для охлаждения технологических газов, нагретых до высоких температур, предусматривается установка котлов-утилизаторов, устанавливаемые у дуговых печей и на участках заливки, где охлажденный водой газ подвергается очистке в электрофильтрах типа УГ;

тепло отходящих газов будет использоваться для подогрева воздуха приточной вентиляции, утилизация тепла является мероприятием по энергосбережению;

-в формовочно-выбивном отделении для очистки воздуха предусматривается установка скрубберов системы ВТМ;

-для очистки газов от вредных веществ (SO_2 , CO , CO_2) предусматривается использование адсорбционного метода очистки. В процессе адсорбции очищаемые газы проходят через неподвижный или находящийся в псевдо подвижном состоянии слой адсорбента.

В проектируемом цехе основным потребителем воды являются электродуговые плавильные печи и расходы на бытовые нужды. Для уменьшения забора воды из природных источников, в цехе предусматриваются гидро регенерационные комплексы, предназначенные для получения регенерированных технических вод.

Так как сливные воды содержат большое количество вредных веществ, растворенных солей и кислот, то для очистки сточных вод предусматривается механическая очистка с помощью песколовков и химическая очистка методом нейтрализации с помощью реагентов $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и H_2SO_4 .

Очистку сточных вод предусматривается проводить в радиальных отстойниках методом флотации. Для обработки воды предусмотрено применение реагентов: ВПК-402 при дозе 2 мг/л и жидкое стекло при дозе 10 мг/л. В таблице 52 представлен средний удельный расход технической воды.

Таблица 52-Средний удельный расход технической воды

Оборотно и последовательно используемая м ³ /т	Свежая из источника	Безвозвратное потребление и потери	Сточные воды
20	2м ³	1.8 м ³	0.2 м ³

5.5 Эффективность мероприятий по экологии создаваемого производства

Понятие «полностью безотходная технология» условное, так как ни одно производство невозможно без отходов. Даже природные круговые процессы сопровождаются образованием отходов. Малоотходные и безотходные технологические процессы и системы должны функционировать таким образом, чтобы не нарушать естественного хода процессов, протекающих в природе.

В дипломном проекте разработаны следующие мероприятия по экологии создаваемого производства:

1. Спроектированы котлы утилизаторы, что позволит сэкономить энергоресурсы, сырье и снизят тепловую нагрузку на окружающую среду.
 2. На участках с повышенным содержанием пыли предусматриваются рукавные и зернистые фильтры, скрубберы системы ВТМ, которые обеспечат степень очистки до 90%
 3. Предусмотрена очистка сточных вод методом флотации, нейтрализации и с помощью песколовков.
 4. Технологические процессы предусматриваются непрерывными, что позволяет наиболее эффективно использовать сырье и энергию;
 5. Спроектировано новое технологическое оборудование (формовочные и стержневые линии, ДСП) с использованием автоматических систем на базе компьютерной техники, обеспечивающих оптимальное ведение технологических процессов с минимальным выходом вредных веществ;
- Рекомендуемые мероприятия позволят сделать данный технологический процесс экологичным и ресурсосберегающим поскольку их внедрение позволит сократить объем вредных выбросов и обеспечит комплексность использования сырья.

6. Методическая часть.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ДЛЯ РАБОЧИХ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ПОДРУЧНЫЙ СТАЛЕВАРА» С 4-ГО НА 5-Й РАЗРЯД. РАЗРАБОТКА КОНТРОЛЬНО – ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ (ТЕСТОВ).

Целью методической части проекта является:

- Разработать программу повышения квалификации, на основе результатов дипломного проектирования;
- Разработать контрольно – измерительные материалы (тесты).

Для достижения цели необходимо решить ряд задач:

1. Изучить квалификационную характеристику для профессии «подручный сталевара», используя ЕТКС (Единый тарифный квалификационный справочник);
2. Разобрать перечень и объем тем теоретической и производственной подготовки;
3. Выбрать тему, при изучении которого возможно использование материалов дипломного проектирования;
4. Выбрать урок по предмету, в котором максимально будут полезны результаты дипломного проектирования;
5. Разработать средства для проведения контроля на уроке;
6. Разработать методику применения тестов на уроке.

6.1Повышение квалификации рабочих и система подготовки новых рабочих.

Повышение квалификации, как и приобретение знаний, навыков и умений, является результатом самой производственной деятельности.

Индикатором, свидетельствующим о необходимости повышения квалификации рабочих, служит наметившееся снижение среднего разряда рабочих, отставание разряда рабочих от разряда работ.

Поэтому систематическому анализу должны подвергаться существующая и требуемая квалификационные структуры рабочих кадров.

									Лист
									11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЛП.44.03.04.521 ПЗ				

Прежде всего необходим анализ причин сложившегося положения – изменения в технике и технологии выполнения работ, ставящего перед рабочим задачу их освоения.

Система повышения квалификации, сложившаяся на производственных предприятиях страны, включает производственно-технические курсы, курсы обучения вторым и совмещаемым профессиям, курсы целевого назначения по изучению новых изделий, оборудования, технологии, школы по изучению передовых методов труда, школы мастеров и бригадиров.

Производственно-технические курсы, как наиболее массовая форма, создаются в целях повышения производственных умений и технических знаний рабочих до необходимого для выполнения ими работ уровня, в целях повышения квалификации рабочих разряда, класса в пределах данной профессии и специальности. Продолжительность обучения для каждой учебной группы устанавливается индивидуально в пределах от трех месяцев до шести.

Курсы целевого назначения создаются непосредственно на предприятиях для изучения новой техники, оборудования, технологии, техники безопасности, прогрессивных форм организации труда. Обучение ставит целью дать комплекс органически связанных теоретических и практических знаний, призванных помочь рабочему овладеть профессией от начального до высшего уровня квалификации. Обучение осуществляется по единым по каждой ступени профессии учебным планам и программам и предусматривает наличие единой учебно-программной документации как в металлургических техникумах, так и на производстве.

Программа повышения квалификации и отбор направляемых на учебу лиц должны быть связаны с целями и проблемами предприятия, с его ориентацией на повышение эффективности. С целью мотивации работников к обучению и саморазвитию используется не только правильно организованная оплата труда с ориентацией на конкретные результаты

					<i>ЛП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		11

работы, но и продвижение работников в профессионально-квалификационном плане с повышением им своей квалификации.

Показателями, характеризующими работу по повышению квалификации на предприятии, являются: доля рабочих, повысивших квалификацию в общей численности, структура обучающихся по формам повышения квалификации, по срокам обучения, а также доля повысивших разряд в общей численности рабочих, повышавших квалификацию, рост производительности труда, снижение брака.

6.2 Обоснование выбора профессии

В проектируемом цехе для плавления металла с последующим получением стали, предусмотрено четыре электропечи(в дальнейшем ДСП) вместимостью три тонны, фирмы «SMSDEMAG». ДСП этой фирмы по техническим характеристикам являются наиболее современными чем ДСП в базовом цехе. Отличие ДСП нового поколения от ДСП базового цеха заключается в следующем: автоматизированные системы управления технологическим процессом, повышенная мощность рабочих трансформаторов. В базовом цехе, до замены электропечей, на участке плавления металла работали подручные сталевара 4-го разряда. Изучая характеристику подручного сталевара 4-го разряда, пришли к выводу, что в нее не входит контроль и регулирование электрического и теплового режимов работы ДСП. Возникает необходимость в повышении квалификации подручных сталевара с 4-го на 5-ый разряд.

Подручный сталевара электропечи 4-го разряда

Характеристика работ.

Ведение технологического процесса выплавки стали и сплавов в электропечах разных типов емкостью до 3 т, наращивание и установка электродов, выпуск плавки под руководством сталевара электропечи.

Очистка подины от остатков шлака и металла после выпуска плавки.

Заправка печи и наварка подины, завалка шихты, разравнивание ее после

					<i>ЛП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		11

завалки, подача ферросплавов и флюсов в печь. Скачивание шлака, перемешивание металла и наблюдение за состоянием электродов. Отбор проб металла и шлака на химический анализ. Разделка и заделка выпускного отверстия и обеспечение исправного его состояния. Наблюдение за состоянием и подготовкой главного желоба и воронок для заливки металла в печь.

Должен знать: технологический процесс выплавки различных марок стали и сплавов в электропечах; типы электропечей; устройство и принцип работы электропечей.

Подручный сталевара электропечи 5-го разряда

Характеристика работ.

Ведение технологического процесса выплавки стали и сплавов в электропечах разных типов емкостью до 3 т. Нарращивание и установка электродов. Контроль и регулирование электрического и теплового режимов работы печи. Выпуск плавки. Наблюдение за экономным расходом электроэнергии, состоянием печи и ее оборудования, охлаждением арматуры печи и состоянием контрольно-измерительных приборов. Участие в приемке печи после ремонтов. Ремонт обслуживаемого оборудования. Руководство бригадой подручных сталевара электропечи.

Должен знать: технологический процесс выплавки различных марок стали и сплавов в электропечах; устройство и правила технической эксплуатации оборудования печи; физико-химические свойства и состав шихтовых и заправочных материалов, раскислителей и легирующих добавок; типы электродержателей и механизмов передвижения электродов и требования, предъявляемые к ним; номинальные мощности печных трансформаторов и допустимые нагрузки; методы интенсификации плавки; основы электротехники.

Проанализировав характеристику работ подручного сталевара 4-го и 5-го разрядов, мы пришли к выводу, что повышение квалификации с 4-го на 5-ый разряд необходимо и требует проведения дополнительного обучения по

					<i>ЛП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		11

разработанной и утвержденной программе по профессии «подручный сталевара».

6.3 Разработка тематического плана теоретического и производственного обучения

Срок подготовки рабочих по профессии «подручный сталевара» составляет 3 месяца. Подготовка рабочего на повышение разряда по профессии «подручный сталевара» предлагается коллективно.

Производственное обучение проводится на производственном участке.

Теоретический курс читается в учебном классе.

Таблица 53 – Учебный план для повышения квалификации рабочих по профессии «подручный сталевара» 5-го разряда

№п/п	Курсы	Кол-во часов
Теоретическое обучение		
1	Экономический курс	14
2	Общетехнический курс	20
2.1	Технология плавки стали	10
2.2	Сведения из теории металлургических процессов	8
2.3	Охрана труда	2
3	Специальный курс	50
3.1	Электротехника с основами промышленной электроники	14
3.2	Оборудование и ведение технологического процесса	33
3.2.1	Электродуговая печь. Ее устройство	10
3.2.2	Автоматизация технологических процессов	23
3.3	Охрана окружающей среды	3
4	Проверка знаний	4
	ИТОГО:	88
Производственное обучение		
1	Обучение основным операциям и приемам работы подручного сталевара 5 разряд	78
2	Самостоятельное выполнение работ подручного сталевара 5 разряд	
3	Квалификационная работа	2
	ИТОГО:	158
	ВСЕГО:	246

Опираясь на учебный план по подготовке рабочих по профессии «подручный сталевара» выделили те предметы, при изучении которых возможно использование материалов дипломного проекта:

- 1.Экономический курс;
- 2.Технология плавки стали;
- 3.Электродуговая печь, её устройство;

4. Автоматизация технологических процессов;

5. Охрана окружающей среды.

В экономическом разделе дипломного проекта произведен расчет основных статей: заработная плата рабочих, отчисления на социальные нужды, стоимость материалов, стоимость продукции на рынке, численность рабочих. Информация по экономике будет полезной в целях ознакомления.

В технологической части дипломного проекта произведены расчеты: материального и теплового баланса плавки чугунов, расчет шихты, расчет основных параметров печи. Описаны проектные данные ДСП. Расчеты необходимы для изучения предметов: «технология плавки стали», «электродуговая печь, её устройство» и дальнейшего использования в производстве.

В разделе «Автоматизация технологических процессов» приведены описания автоматизации оборудования для проектного цеха.

В разделе «экологическая безопасность» дипломного проекта приведены темы для изучения предмета «Охрана окружающей среды»: анализ связей технологического процесса с экологическими системами, характеристики предельно-допустимых концентраций загрязняющих веществ и предельно-допустимых уровней вредных производственных факторов.

Для максимального результата учебного процесса выделили предмет «Технология плавки чугунов». В дипломном проекте произведены расчеты материального и теплового баланса плавки стали, расчет шихты. Расчеты являются фундаментом знаний подручного сталевара. Актуальной темой для подготовки рабочих является «Автоматизация технологических процессов», поскольку спроектировано современное оборудование, что является основной необходимостью в повышении квалификации.

Наиболее удобной формой представления учебного процесса можно рассмотреть как разработку в виде плана-конспекта одного урока.

									Лист
									12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

6.4 Разработка плана-конспекта урока по теоретическому обучению

Профессия: Подручный сталевара

Квалификация: 5 разряд

Тема: Автоматизация технологических процессов

Количество часов на тему: 23

Тема урока: Основы автоматизации ДСП

Количество часов на урок: 1 час

Цели урока:

Образовательная — осуществить проверку знаний, выявить пробелы в знаниях, ознакомить учащихся с основными задачами автоматизированного управления процессом плавки в ДСП.

Методы:

по способу организации познавательной деятельности учащихся: объяснительно - иллюстративный;

Воспитательная цель – воспитывать дисциплину, прилежность.

Развивающая – развивать внимание и память, умение вести конспект.

Методы обучения (доминирующие): по источнику знания – словесные (рассказ, объяснение), наглядные (описательные); по способу изложения – индуктивный метод; по организации познавательной деятельности – репродуктивный (объяснительно-иллюстративный).

Структура урока:

1. Организационная часть (5 минут)
4. Сообщение нового материала (30 минут)
5. Первичное повторение и закрепление знаний (5 минут)
6. Выдача домашнего задания (5 минут)

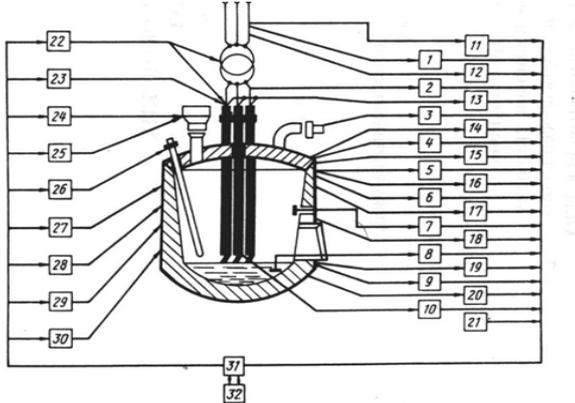
					<i>ДП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		12

Таблица 54 - План-конспект урока по теме: «Автоматизация технологических процессов»

Этапы урока, затраты времени	Содержание учебного материала	Описание методики осуществления учебных действий
Организационная часть 5 минут	Тема урока: основные задачи автоматизированного управления процессом плавки в ДСП	Приветствие, проверка присутствующих. Создание рабочего настроения, привлечение внимания учащихся. Озвучивание темы урока.
Сообщение нового материала 30 минут	<p>К основным задачам автоматизированного управления процессом плавки в ДСП можно отнести следующие:</p> <p>1. Централизованный контроль за ходом технологического процесса с сигнализацией и регистрацией отклонений от заданных параметров.</p> <p>2. Управление металлургическим процессом: - расчет оптимального состава шихты, исходя из планируемых заданий и наличия исходных сырьевых материалов; - управление загрузкой печи в соответствии с рассчитанным составом шихты; - расчет кислорода, легирующих и шлакообразующих, обеспечивающих получение металла заданного состава и качества и экономию материалов; - прогнозирование момента окончания технологических периодов с обеспечением заданных значений температуры и химического состава металла.</p> <p>3. Управление энергетическим режимом, обеспечивающее: - введение электроэнергии с учетом теплового состояния печи и тепловой энергии, вводимой в печь другими источниками; - максимальное использование мощности печи; - минимальные удельные расходы энергоносителей; - нормальную эксплуатацию электрического и другого печного оборудования.</p>	<p>Перейти к изложению нового материала.</p> <p>Просьба записать в тетрадь основные задачи автоматизированного управления</p> <p>Далее перечисление основных задач автоматизированного управления</p> <p>Части необходимо повторять несколько раз, чтобы все записали.</p> <p>Диктовку проводить по правилам: сначала необходимо озвучить предложение полностью, а затем, диктуя по частям дать под запись.</p> <p>Пройти по аудитории и проконтролировать ведение записей.</p> <p>Напомнить, что учащиеся, не ведущие записей, получают за урок ноль баллов и не смогут ответить на вопросы на следующем уроке</p>

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

Продолжение таблицы 54

	<p>4. Управление вспомогательными операциями (отбором проб, замером температуры металла и др.).</p> <p>5. Сбор и обработку информации с выдачей необходимой документации, в том числе учет и регистрацию расходов шихтовых материалов, электроэнергии, кислорода и других энергоносителей, распечатка протоколов плавки.</p> <p>6. Контроль за работой оборудования с сигнализацией и регистрацией неисправностей и непредвиденных остановок.</p> <p>Предусматриваемый на ДСП объем средств автоматического контроля и управления должен обеспечивать поддержание с требуемой точностью заданных технологией режимов и параметров процесса электроплавки, а также безопасность эксплуатации агрегата.</p>	
	<p>Зарисуйте, пожалуйста, плакат.</p> 	<p>Далее показ схемы автоматизации на плакате</p> <p>Если учащиеся не смотрят на плакат, отвлекаются или занимаются посторонними делами, сделать замечания.</p> <p>Излагая материал, показывать указкой последовательно на все части схемы, повторяя, как они называются и для чего.</p>
<p>Первичное повторение закрепление, 5 минут</p>	<p>Сегодня мы познакомились с основными задачами автоматизированного управления процессом плавки в ДСП.</p> <p>А теперь скажите: относится выпуск плавки к автоматизированному управлению?</p> <p>Как вы думаете: возможен ли технологический процесс без автоматизации?</p>	<p>Отвечают на поставленные вопросы</p>
<p>Выдача домашнего задания 5 минут</p>	<p>Домашнее задание: прочитайте конспект урока и выучите пункт 2 - Управление металлургическим процессом.</p>	<p>Выдача домашнего задания производится в устной форме.</p>

6.5 Разработка тестов для проверки знаний учащихся

В профессиональной педагогике сформировались определенные требования, предъявляемые к контролю знаний, умений и навыков, которые включают полноту, всесторонность, систематичность и объективность, обеспечение обучаемого, воспитывающего и развивающего влияния контроля, дифференцированный подход к проведению контрольно-оценочных процедур.

Для проверки усвоения знаний на различных уровнях используют тестовые задания. Они удобны в использовании и позволяют охватить большой объем пройденного материала.

Тест – это стандартизированное задание, по результатам выполнения которого дается оценка уровня знаний, умений и навыков испытуемого.

Педагогический тест – это система знаний специфической формы, позволяющая измерить уровень облученности студентов, совокупность их представлений, знаний, и навыков на той или иной области содержания.

Тест состоит из задания, которое выдается учащемуся, и эталона ответа, который остается у преподавателя.

Эталон – это правильный и полный ответ или метод выполнения заданной деятельности.

$$T(\text{тест}) = Z(\text{задание}) + Э(\text{эталон}).$$

Педагог, сверяя пооперационно ответ учащегося с эталоном, приходит к выводу о качестве выполнения которого, принимается на основе субъективного мнения преподавателя. Определяется коэффициент усвоения пройденного материала, по которому судят о завершенности процесса обучения.

Общие требования при составлении тестов:

1. Каждое задание имеет свой порядковый номер, установленный согласно объективной оценке трудности задания и выбранной стратегии тестирования;

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Тест по общему курсу «Подручный сталевара 5 разряда» для выявления уровня усвоения учебного материала.

1. Выберите правильный вариант ответа.

Диаметр электродов ДСП - 3:

1 – 200 мм

2 – 250 мм

3 – 300 мм

Эталон: 2.

2. Выберите правильный вариант ответа.

Кристаллическое тело, полученное сплавлением металла с неметаллом это:

1 – раствор

2 – сплав

3 – соединение

Эталон: 2

3. Выберите правильный вариант ответа.

Материалы применяемые для науглероживания металла:

1 – кокс

2 – электродный бой

3 – известь

Эталон: 1,2

4. Выберите правильный вариант ответа.

Управляющими воздействиями на процесс плавки в дуговой печи являются:

1 - электрическая мощность;

2 - температура в цехе

3 - напряжение питающего тока (длина дуги);

4 - состав шихты, количество и состав присадок;

Эталон: 1.3.4

					<i>ЛП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		12

5. Выберите правильный вариант ответа.

Дефект в виде полости, образованной выделившимися из металла или внедрившимися в металл газами:

1 – ситовидная раковина

2 – засор

3 – газовая раковина

Эталон: 3

6. Выберите неправильный вариант ответа.

Управляющими воздействиями на процесс плавки в дуговой печи являются: 1-расход кислорода на продувку металла;

2-электромагнитное перемешивание ванны;

3 –толщина стенки кожуха

Эталон: 3

7. Закончите утверждение.

Электродуговая печь имеет _ режима работы

Эталон: 3.

8. Выберите правильный вариант ответа.

В каких аппаратах проводится очистка воздуха от газов путем поглощения их в жидкости?

1- адсорберы

2- абсорберы

3- фильтры

4- флотаторы

Эталон: 2.

9. Выберите правильный вариант ответа.

Свойства металла сопротивляться вдавливанию в него более твердых тел:

1 – прочность

2 – твердость

3 – упругость

4 – пластичность Эталон: 2.

					<i>ЛП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		12

10. Выберите правильный вариант ответа.

Расход науглероживателя составляет.

- 1 – 5 -10 % массы лома
- 2 – 15 – 20 % массы лома
- 3 – до 30% массы лома

Эталон: 1

11. Выберите правильный вариант ответа.

Дефект в виде твердых, трудно поддающихся механической обработке мест в различных частях отливки из серого чугуна, вызванных скоплением свободного цемента.

- 1 – пригар
- 2 – нарост
- 3 – отбел

Эталон: 3.

12. Выберите правильный вариант ответа.

Какой метод очистки сточных вод основан на всплывании частиц вверх

- 1-флокуляция
- 2- флотация
- 3- коагуляция
- 4- адсорбция

Эталон: 2.

13. Выберите правильные варианты ответов.

Поступающие на производство металлолом и отходы металлов должны поставляться с документами:

- 1 – накладная формы NM – 15
- 2 – сертификат о качестве
- 3 – сопроводительный паспорт
- 4 – протокол радиационного контроля

Эталон: 1; 3; 4

					<i>ЛП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		12

14. Выберите правильный вариант ответа.

Какие методы применяются для очистки атмосферного воздуха от вредных газов?

- 1- флотация, адсорбция, коагуляция, абсорбция
- 2- фильтрация, каталитический, термический методы
- 3- абсорбция, адсорбция, термический, каталитический метод
- 4- абсорбция, фильтрование, адсорбция, каталитический метод

Эталон: 3.

15. Выберите правильный вариант ответа.

Какие аппараты применяются для мокрой очистки воздуха от пыли?

- 1- циклоны
- 2- фильтры
- 3- скрубберы
- 4- адсорберы
- 5- 1 и 2 правильные

Эталон: 3

16. Выберите правильный вариант ответа.

Какой метод является наиболее эффективным при очистке воздуха от металлической пыли?

- 1- мокрый метод
- 2- электростатический
- 3- фильтрование
- 4- центробежный метод

Эталон: 2.

17. Выберите правильный вариант ответа.

В каких аппаратах для очистки воздуха от пыли используются центробежные силы ?

- 1- циклон
- 2- скруббер
- 3- абсорбер

4- жалюзийный пылеуловитель

5- фильтр

Эталон:1.

18.Выберите правильный вариант ответа.

Какие аппараты применяются для биохимической очистки сточных вод?

1- отстойник, биофильтр

2-аэротенк, метантенк

3- флотатор, метантенк

4- адсорбер, аэротенк

Эталон:2.

19. Выберите правильный вариант ответа.

В каких условиях проводится процесс биологической очистки сточных вод?

1- в щелочных условиях, в присутствии кислорода

2- в кислотной среде, в бескислородной среде

3- в кислородной среде, в бескислородной среде

4- в нейтральной среде, в кислородной среде

5- 3 и 4 правильные

Эталон:3.

20.Выберите правильный вариант ответа.

Какой единицей измеряют яркость?

1- люкс

2- кандела

3- люмен

4-нит

Эталон: 2.

21.Выберите правильный вариант ответа.

Какова ПДК высоко опасных вредных веществ?

1- менее 0,1 мг/м³

2- 0,1...1,0 мг/м³

3- 1,1...10,0 мг/м³

4- более 10,0 мг/м³

Эталон: 3.

22. Выберите правильный вариант ответа.

К какой степени тяжести относится электрический удар если человек потерял сознание, но с сохранением дыхания?

1- II

2- III

3- IV

4- V

Эталон: 2.

23. Выберите правильный вариант ответа.

Какой из вредных факторов обусловлен потерей координации движения, слабостью и затормаживанием сознания?

1- дым

2- токсические продукты сгорания

3- паника

4- недостаток кислорода

Эталон: 3.

24. Выберите правильный вариант ответа.

Что из ниже перечисленного вызывает у человека чувство страха, головокружение, снижает работоспособность и тд.?

1- ультразвук

2- шум

3- электромагнитные поля

4- инфразвук

Эталон: 3.

25. Выберите правильный вариант ответа.

Действия сталевара при обрушении свода печи:

1 – выключить напряжение на электроды

2 – оповестить мастера смены

3 – продолжать плавление металла

4 – 1 и 2 правильные

Эталон: 4.

26. Выберите правильный вариант ответа.

Действия сталевара при обрушении футеровки печи:

1 – выключить напряжение на электроды

2 – оповестить мастера смены

3 – продолжать плавление металла

4 – 1 и 2 правильные

Эталон: 4.

27. Закончите утверждение:

Плавка имеет два периода: окислительный и _____.

Эталон: восстановительный.

28. Закончите утверждение:

Во время окислительного периода кремний, марганец, углерод, железо _____ поступающим из воздуха.

Эталон: окисляются кислородом.

29. Закончите утверждение:

Полученные оксиды вместе с известью образуют _____.

Эталон: шлак.

30. Закончите утверждение:

Благодаря наличию оксида кальция шлак связывает и удаляет _____.

Эталон: фосфор.

31. Закончите утверждение:

Восстановительный период включает _____ металла, удаление _____ и доведение содержания всех компонентов до заданного количества.

Эталон: раскисление, сера.

14.СНиП<Генеральные планы промышленных предприятий, нормы проектирования». Санитарные правила и номы. - М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. - 20с.

15.СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений: Санитарные правила и номы. - М.: Информационно издательский центр Минздрава России, 1997. - 20с.

16.СНиП 2.04.05-91*Отопление вентиляция и кондиционирование. Санитарные правила и номы. - М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 2003.-64с.

17.СНиП 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки: Санитарные правила и номы. - М: Информационно-издательский центр Минздрава России. 1997.- 20с.

18.СНиП 23-05-95*«строительные нормы и правила РФ по естественному и искусственному освещению», 2001.

19.ГОСТ 12.1.030-96 Электробезопасность. Требования к заземлению занулению. Введ. 01.01.96. -М.: Изд-во стандартов, 1996.-52с.

20.ГОСТ 12.1.004.91. Пожарная безопасность. Введ. 01.01.91. - М.: изд-во стандартов, 1991 .-48с.

21. Товчиричко И.П.. Пикоев О.Б. Охрана труда на предприятиях местной промышленности . Справочное пособие, М.: Легпромбытиздат. 1 99.-3 52с.

22.Долина Г.А. Справочник по технике безопасности. М.: Энергия. 1973.- 316с.

23.Новиков Ю.В. Охрана окружающей среды. М.: Высшая школа. 1 987.-28с.

					<i>ДП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>13</i>

Заключение

В данном проекте разработан литейный цех производительностью 28000 тонн литья в год. Проектируемый цех обеспечивает производство литыми заготовками в соответствии с запросами предприятий.

Разработаны технология изготовления отливки «Шкив» на основе базовой технологии, а также мероприятия по охране труда и экологической безопасности проекта. Проведены расчеты, позволяющие определить, насколько эффективен данный проект, а также, рассчитаны сроки окупаемости проекта. Разработана программа повышения квалификации для рабочих по специальности «Подручный сталевара».

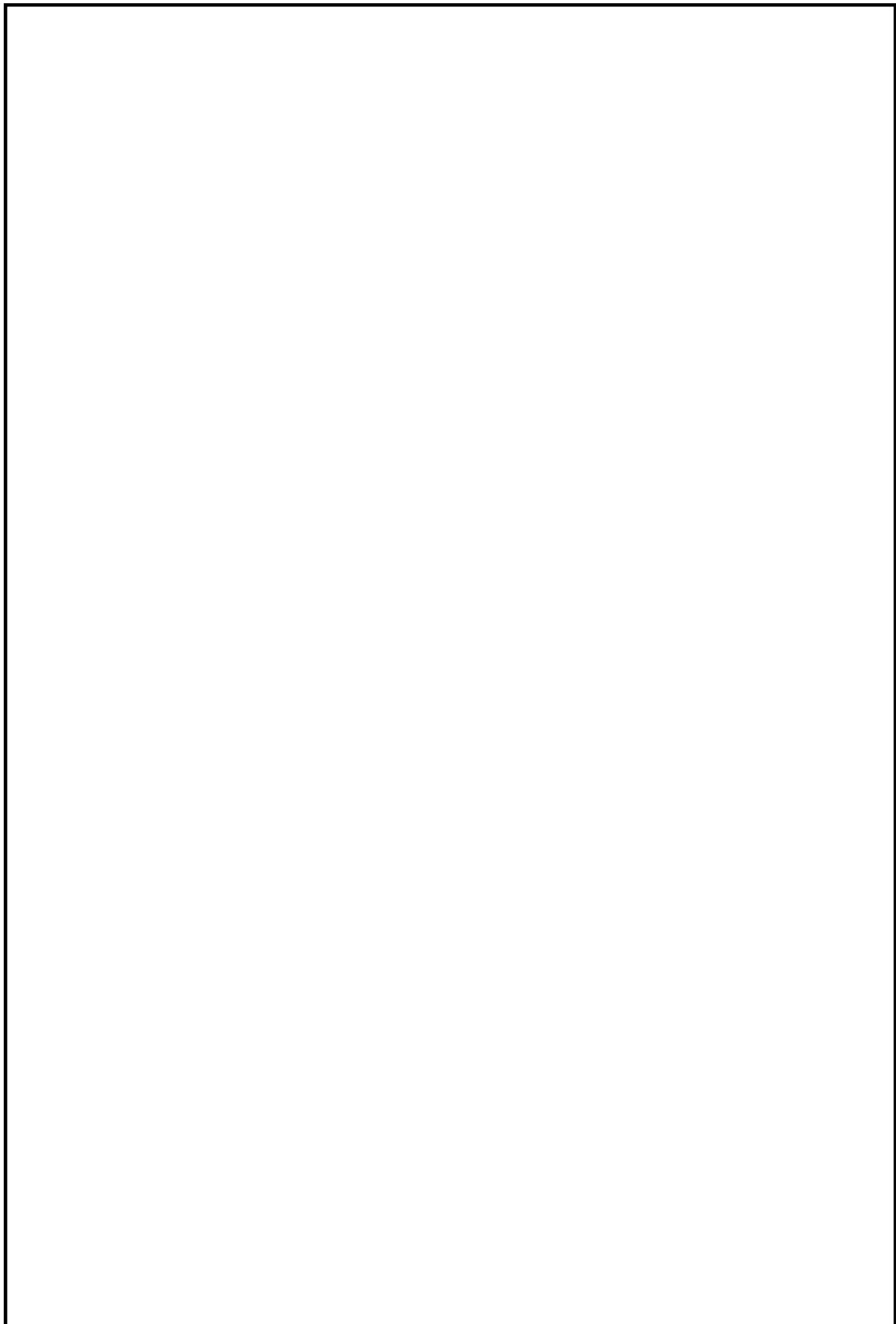
Разработаны контрольно – измерительные материалы (тесты).

Развитие производства в дальнейшем возможно за счет выхода на новые рынки, увеличение производительности и т.д. Технология производства отливок производится по классической технологии.

Данный проект отвечает всем нормам по охране труда и экологической безопасности.

									Лист
									13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ДП.44.03.04.521 ПЗ



					<i>ДП.44.03.04.521 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>13</i>