ВВЕДЕНИЕ

Литейным производством называют процессы получения фасонных изделий (отливок) путем заливки расплавленного металла в полую форму, воспроизводящую форму и размеры будущей детали. После затвердевания металла в форме получается отливка — заготовка или деталь. Отливки широко применяют в машиностроении, металлургии и строительстве.

Можно получать отливки различной массы (от нескольких граммов до сотен тонн), простой и сложной формы из чугуна, стали, сплавов меди и алюминия, цинка и магния и т.д. Особенно эффективно применение отливок для получения фасонных изделий сложной конфигурации, которые невозможно или экономически нецелесообразно изготавливать другими методами обработки металлов (давлением, сваркой, резанием), а также для получения изделий из малопластичных металлов и сплавов.

При всем разнообразии приемов литья, сложившихся за длительный период развития его технологии, принципиальная схема технологического процесса литья практически не изменилась за более чем 70 веков его развития и включает четыре основных этапа: плавку металла, изготовление формы, заливку жидкого металла в форму, извлечение затвердевшей отливки из формы.

До середины нашего столетия литейный способ считался одним из важнейших методов получения фасонных заготовок. Масса литых деталей составляла около 60 % от массы тракторов и сельскохозяйственных машин, до 70 % — прокатных станов, до 85 % — металлорежущих станков и полиграфических машин. Однако наряду с такими достоинствами литейного производства, как относительная простота получения и низкая стоимость отливок (особенно из чугуна), возможность изготовления сложных деталей из хрупких металлов и сплавов, он имеет и ряд существенных недостатков: прежде всего, довольно низкая производительность труда, неоднородность состава и пониженная плотность материала заготовок, следовательно, и их более низкие, чем заготовок, полученных обработкой давлением, прочностные характеристики.

Основными технико-экономическими показателями работы литейных цехов являются: годовой выпуск отливок в тоннах; выпуск отливок на одного работающего (производственного); съем литья с 1м^2 производственной площади цеха; выход годного металла (в процентах от массы металлической завалки и жидкого металла); доля брака литья (в процентах); уровень механизации; доля литья, получаемого специальными способами; себестоимость 1т литья.

В структуре себестоимости литья основную долю составляют затраты на металл (до 80%). Производя технико-экономический анализ литейного производства, особое внимание необходимо обращать на те стадии и элементы технологического процесса, которые непосредственно связаны с возможными потерями металла на угар, разбрызгивание, брак и т. п.

Данная работа посвящена проектированию сталелитейного цеха в производительностью 17 500 т/год годного литья. В работе разработана технология получения литой заготовки "крышка" и спроектирован цех.

1 ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Режим работы и фонды времени

В литейных цехах серийного производства отливок применяется параллельный режим работы, заключающийся в выполнении всех технологических операций одновременно на разных производственных площадях и участках литейного цеха разными рабочими и машинами.

Проектируемый цех работает по двухсменному графику работы. Продолжительность рабочей недели составляет 40 часов.

Календарный фонд времени для оборудования составляет $Ф_к$=365·24=8760 ч/год,

где 24 – число часов в сутках;

365 – число дней в году.

Номинальный фонд времени ($Ф_н$) – это время, в течении которого по принятому режиму должно работать оборудование без учета потерь времени. Это количество рабочих дней за вычетом праздничных и нерабочих дней в году (365-118=247 дней в году).

Для рабочих $Ф_н$=247·8=1976 ч/год.

При двухсменном режиме работы для оборудования:

$$Ф_н=247·16=3952 \text{ ч/год}$$

Действительный фонд времени определяется путем исключения из номинального фонда неизбежных потерь, связанных с возможными ремонтами оборудования и плановым обслуживанием его. Действительный (расчётный) фонд времени работы оборудования приведён в таблице 1 рабочих в таблице 2.

Таблица 1 - Действительный фонд времени работы оборудования

Оборудование	потери от $Ф_н$, %	$Ф_д$, ч/год
Литейное оборудование цеха серийного производства	4	3794
Дуговые печи для плавки стали	6	3715

Таблица 2 - Действительный фонд времени работы рабочих

Продолжительность отпуска	потери от $Ф_н$, %	$Ф_д$, ч/год
14	4	1883
28	4	1869

1.2 Выбор технологического процесса и состава отделения

В плавильном отделении будут выполняться следующие основные технологические операции: прием и разгрузка шихтовых материалов и флюсов в расходные закрома; набор компонентов шихты; подогрев шихты; загрузка шихты в печь; плавка; отбор проб для контроля качества выплавляемого металла; разлив металла в стендовые ковши; грануляция шлака. Вспомогательные операции: прием и разгрузка огнеупорных материалов; приготовление футеровочных составов; ремонт и сушка футеровки плавильного оборудования; подогрев и сушка ковшей.

Плавильное отделение будет состоять из двух основных участков: набор и взвешивание шихтовых материалов (шихтовой пролет); плавки металла (плавильный пролет), и вспомогательных участков: ремонт футеровки ковшей; набор футеровки сводов ковшей, лаборатории, мастерской.

Таблица 3 – Ведомость расхода основных и вспомогательных материалов по плавильному отделению

Материалы	Марка материала и его обозначение	Расход материала			
		Шихта 25Л, 30Л, 45Л		Шихта 35ГТРЛ	
		кг/т	т/год	кг/т	т/год
Способ плавки	электродуговая				
Масса металлозавалка 25Л, 35Л, 40Л					
Масса маталлозавалки 35ГТРЛ					
Металлическая шихта					
Возврат собственного производства	-	407	7872	311	14025,4
Лом стальной	2А	567	12593,3	631	40246,3
Силикомарганец	МнС17			5	318,9
Ферробор	ФБ6			2	127,6
Ферромарганец	ФМн70	9	199,9	15	956,7

Ферромарганец	ФМн88	11	244,3	20	1275,6
Ферросилиций	ФС45	6	133,3	5,5	350,8
Ферротитан	ФТи30			5,5	350,8
Чугун передельный	ПВК-3			5	318,9
Добавки модификаторы раскислители					
Аллюминий	АК5М7	2	44,4	2	127,6
Окатыши железорудные офлюсованные		7	155,5	7	446,5
Флюсы					
Известняк	КЛ2	30	666,3	30	1913,5
Кокс	КЛ1	4,5	99,9	4,5	287
Итого:		1043,5	22009	1043	66556,3
Огнеупорные материалы					
Кирпич динасовый		25	555,3	25	1594,5
Кирпич шамотный		15	333,2	15	956,7
Порош динасовый		10	222,1	10	637,8
Глина огнеупорная		8	177,7	8	510,3
Кварцевый песок		2	44,4	2	127,6
Шамот молотый		10	222,1	10	637,8
Асбест листовой		1,5	33,3	1,5	95,7

Технологические операции, производимые в этих участках взаимосвязаны между собой, и нарушение тех. процесса в одном из участков может привести к повышению производства брака или даже полной остановке производства.

Участок ремонта футеровки плавильного оборудования и приготовления футеровочных составов расположены в шихтовом пролете, а остальные участки расположены в плавильном пролете.

Для выплавки сталей предлагается использовать трехфазные электропечи прямого действия. Сталеплавильный цех проектируется для выплавки низкоуглеродистых и среднеуглеродистых сталей (25Л, 35Л, 45Л, 35ГТРЛ) и

шихта будет содержать минимальное количество фосфора и серы, то целесообразно будет применить печи с кислой футеровкой.

1.3 Выбор и расчет технологического оборудования

Для выплавки стали, предлагается использовать трех фазные электродуговые печи прямого действия ДСП-6.

Технические характеристики печи ДСП-6:

Время плавки (25 Л,35 Л,45 Л)	2ч. 13мин = 2.21ч;
Время плавки (35ГТРЛ)	2ч. 30мин = 2.5ч;
Расход воды на охлаждения	10м^3/ч
Расход электроэнергии	700-750кВт ч/т
Установленная мощность	4000кВт
Угар и безвозвратные потери	5-7%
Температура жидкого металла	1600^{0}С

Число электродуговых печей рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{B_г \cdot K_н}{\Phi_д \cdot N_i},$$

где n – количество печей

$B_г$ – годовое количество жидкого металла, т;

$K_н$ – коэффициент неравномерности потребления жидкого металла;

$\Phi_д$ – годовой действительный фонд времени работы оборудования, ч;

N_i – расчетная производительность, т/ч;

$$N_i = \frac{P}{t},$$

где р – металлозавалка, т;

t – время плавки, ч;

Интенсивность использования оборудования регламентируется коэффициентом загрузки печей:

$$K_з = \frac{n_р}{n_п},$$

где $n_р$ – расчетное количество печей;

$n_п$ – принятое количество печей;

Рекомендуемое значение коэффициента загрузки – 0,8…0,85.

Участок приготовления сплавов 25Л, 35Л, 45Л.

Производительность печи:

$$N_i = \frac{6}{2,21} = 2,7\, т/ч,$$

Так как будет использовать подогрев шихты, производительность увеличивается на 25%:

$$N_i = 2,7 \cdot 1,25 = 3,375\, т/ч,$$

Количество печей:

$$n = \frac{22210,5 \cdot 1,15}{5723 \cdot 3,375} = 1,3 т,$$

Участок приготовления сплава 35ГТРЛ

Производительность печи:

$$N_i = \frac{6}{2,5} = 2,4\, т/ч,$$

Так как будет использоваться подогрев шихты, производительность увеличивается на 25%

$$N_i = 2,4 \cdot 1,25 = 3\, т/ч,$$

Количество печей:

$$n = \frac{58781{,}8 \cdot 1{,}1}{5723 \cdot 3} = 3{,}76,$$

Общее количество печей:

$$n = 1{,}322 + 3{,}76 = 5{,}06$$

Принимаем 7 печей ДСП-6 с коэффициентом загрузки

$$K_з = \frac{5{,}06}{7} = 0{,}72$$

Набор компонентов шихты для подачи их к взвешиваемому устройству будет осуществляться с помощью мостовых кранов, оснащенных магнитной шайбой или грейфером.

Расчет количества мостовых кранов, обслуживающих шихтовой пролет, производится по формуле:

$$N = \frac{\sum T_i}{T_д},$$

где $\sum T_i$ – суммарное время, затраченное на транспортировку металлов, ч;

$T_д$ – годовой действительный фонд времени работы оборудования, ч;

$$\sum T_i = \frac{\sum Q_i \cdot a \cdot t \cdot \eta}{g \cdot 60},$$

где $\sum Q_i$ – годовая масса перемещаемого материала, т;

a – число перегрузочных операций;

t – время выполнения одной операции, мин;

η – коэффициент неравномерности поступления материалов;

g – масса материала, перемещаемого за одну операцию, т.

Суммарное время на транспортировку магнитной металлической шихты равно:

$$\sum T_i = \frac{81715{,}5 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 1{,}875}{0{,}6 \cdot 60} = 12768ч,$$

Количество кранов с магнитной шайбой марки М-62б равно:

$$N_i = \frac{12768}{5723} = 3$$

Принимаем 2 крана, коэффициент загрузки:

$$к = 2{,}2 \div 3 = 0{,}73$$

Коэффициент загрузки удовлетворяет требованиям.

Расчет количества кранов с грейфером:

Т.к. насыпная плотность компонентов шихты различна, то расчет количества кранов ведем для трех групп материалов.

1 группа: алюминий

2 группа: окатыши железорудные офлюсованные, кирпич динасовый, кирпич шамотный, известняк, порошок динасовый, асбест листовой.

3 группа: глина огнеупорная, кварцевый песок, шамот молотый.

$$\sum T_i = \sum T_{i1} + \sum T_{i2} + \sum T_{i3}$$

$$\sum T_{i1} = \frac{559 \cdot 2 \cdot 1{,}5 \cdot 1{,}875}{0{,}66 \cdot 60} = 158{,}8ч,$$

$$\sum T_{i2} = \frac{7610{,}3 \cdot 2 \cdot 1{,}5 \cdot 1{,}875}{1{,}74 \cdot 60} = 821ч,$$

$$\sum T_{i3} = \frac{1719{,}8 \cdot 2 \cdot 1{,}5 \cdot 1{,}875}{1{,}38 \cdot 60} = 233{,}6ч,$$

$$\sum T_i = 158{,}8 + 821 + 233{,}6 = 1213{,}4ч,$$

Количество кранов с грейфером равно:

$$N = \frac{1213{,}4}{5723} = 0{,}21$$

Общее количество кранов 3, один из них со сменной магнитной шайбой и грейфером.

Перед загрузкой печей шихтой будет производиться её предварительный нагрев. Для подогрева шихты выбрана установка проходного типа со следующей технической характеристикой:

Емкость бадьи:	6000 кг
Расход газа	100м^3/ч
Расход газа на 1 тонну шихты	17м^3
Мощность	11кВт/ч

Транспортировка подогрева шихты из шихтового пролета в плавильный пролет осуществляется тележками с электроприводом.

1.4 Основные параметры помещения и грузоподъемные средства

Плавильное отделение будет располагаться в двух пролетах, шихтовой пролет шириной 30 метров, плавильный пролет шириной 30 метров. Длина плавильного отделения 132 метра. Ширина плавильного отделения 30+30=60м.

Площадь закромов для хранения шихтовых материалов рассчитывается по формуле:

$$S_i = \frac{V_i}{n}, м^2$$

где V_i – объем хранимых материалов, м^3

n – высота хранения материалов, м

$$S_i = \frac{3884{,}8}{36} = 108{,}1 м^2$$

$$V_i = \frac{Q_i \cdot T_i}{T_j \cdot p}$$

где Q_i – годовой объем каждого компонента шихты, т

T_i – величина запаса, дней

T_j – количество рабочих дней в году

Р – насыпная плотность компонента, т/м

$$V_i = \frac{79014 \cdot 253}{218 \cdot 19{,}4} = 4727m$$

В качестве грузоподъемных средств, обслуживающих плавильный пролет, предлагается использовать мостовые краны.

Число кранов обслуживающих плавильный пролет определяется по формуле:

$$N = \frac{M \cdot T_н}{T_д}$$

где М – масса перемещаемого жидкого металла в год, ч

$Т_н$ – краночасовая норма

$Т_д$ – годовой действительный фонд времени работы оборудования, ч

$$N = \frac{81897{,}4 \cdot 0{,}182}{5788} = 2{,}58$$

Принимаем 3 крана грузоподъемностью 20 тонн, с коэффициентомзагрузки $К_З$=2,58/3=0,86

1.5 Вспомогательные участки

Кроме основных участков навески шихты и плавки сплавов в плавильном отделении входят вспомогательные участки по ремонту оборудования и ковшей, контролю качества выплавляемого сплава.

Площадь лаборатории выбирается из соотношения 10 м^2 на одного лаборанта. Для 10 лаборантов требуется лаборатория площадью 100 м^2. Принимаем площадь мастерских механика и электрика по 95м^2 Принимаем площадь комнаты мастера 35м Принимаем площадь комнаты отдыха 75м^2

1.6 Мероприятия по охране труда

При проектировании плавильного отделения применяются следующие мероприятия по охране труда:

Размещение плавильного отделения в наиболее высоком пролете с подветренной стороны здания, чтобы предупредить попадание дымовых газов и нагретого воздуха в другие отделения цеха.

Высокоэффективная очистка от пыли и вредных составляющих всех отходящих газов от печей плавильного отделения.

Комплексная автоматизация и механизация процесса плавки и загрузки шихты.

Устройства рациональной местной и местной вентиляции воздушного душирования в местах интенсивного теплового облучения

Для наилучшего санитарно-бытового обслуживания рабочих плавильного отделения обеспечивают подсоленной газированной водой для восстановления вводно-солевого баланса организма и предусматривают на территории отделения комнату отдыха.

1.7 Компоновочная схема

Плавильное отделение мелкого и среднего стального литья будет расположено в двухэтажном здании смешанной этажности с шириной пролетов по 30 метра.

Основное технологическое оборудование (электродуговые печи; установки для подогрева и сушки стендовых ковшей) предполагается разместить на втором этаже плавильного пролета. Оборудование будет расположено так, чтобы транспортировка жидкого металла производилась по кратчайшей траектории.

Установка для грануляции шлака будет размещена в плавильном пролете.

Набор и взвешивание шихты будет производиться при помощи весов, расположенных в шихтовом пролете.

Подогрев шихты будет производиться в установках расположенных в шихтовом пролете, между весами и тележками с электроприводом, это позволит добиться максимальной производительности.

Все шихтовые и вспомогательные материалы будут перевозится с шихтового склада тележками с электроприводом, и через проем в полу второго

этажа плавильного отделения, подаваться с помощью мостовых кранов к электродуговым печам.

2 ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Теплоснабжение

Расход теплоты па теплоснабжение плавильного отделения складывается из расчетных потоков на отопление» вентиляцию и горячее водоснабжение.

Источниками теплоты будет являться котельные и теплоэлектроцентрали.

Температура пара на входе в систему потребления должна быть не ниже 150’С на входе и 70^0С на выходе. При лом давление в тепловых сетях должно поддерживаться равным 0,5М11а.

Годовую потребность пара на отопление и вентиляцию рассчитываем по формуле:

$$Q_n = \frac{g \cdot m \cdot v}{i \cdot 1000}, m$$

где q – расход тепла для обогрева 1 $м^3$ здания, Вт/$м^3$

m – количество часов отопительного периода, ч

I – теплота испарения, Дж/кг

V – объем помещения, $м^3$

$$V = L \cdot B \cdot H$$

где L – длинна помещения, м

B – ширина пролетов, м

H – высота помещения, м

$$V = 150 \cdot (30 \cdot 15 + 30 \cdot 15) = 135000 м^3$$

Годовая потребность пара на отопление равна

$$Q_n = \frac{100 \cdot 4320 \cdot 135000}{2650 \cdot 1000} = 22007{,}54 m$$

2.2 Газоснабжение

Плавильное отделение изначально проектировалось на использование природного газа. Т.к. газ используется только для подогрева шихты, сушки

футеровки и поддержание рабочей температуры стендовых ковшей, его максимальная температура горения не имеет решающего значения.

При использовании газогенераторного газа его расход увелится на 35%.

Расход газа определяется по формуле:

$$V_Г = \sum n \cdot g \cdot Tg \cdot 1{,}35$$

где n – количество оборудования использующего газ;

g – расход газа при работе 1 единицы оборудования, $м^3$/ч

T_g – годовой действительный фонд времени работы оборудования, ч

Расход на подогрев шихты. Установки для подогрева шихты расходуют 17$м^3$ газа на 1 тонну шихты.

$$V_ш = 17 \cdot 85992{,}29 = 1461869 м^3$$

Расход газа на стенды для сушки ковшей равен:

$$V_Г = 1 \cdot 6 \cdot 5840 = 35040 м^3$$

Общий годовой расход природного газа:

$$\sum V = 11467869 + 35040 = 1496909 м^3$$

2.3 Расход воды

Количество потребляемой воды для плавильного отделения определяем исходя из потребностей на технологические и бытовые нужды. Расчет количества воды на технологические нужды проводился по укрупненным расчетам. Цеховой расход воды на одну тонну годного литья равен 13-15$м^3$, для отделения следует брать ¼.

$$Q_Т = \frac{15 \cdot 55000}{4} = 206250 м^3$$

Расход воды на бытовые нужды принят в соответствии с санитарными нормами проектирования промышленных предприятий. На хозяйственно питьевые нужды требуется 45л на 1человека в смену

$$Q_{хп} = 112 \cdot 45 = 5040 л$$

Для работы душевых требуется 500 литров на 1сетку/ч

$$Q_{д} = 37 \cdot 500 = 18500 л / ч$$

В смену душевые работают 45 минут =0,75часа. Расход воды душевыми за смену:

$$Q_{хп} = 18500 \cdot 0,75 = 13875 л$$

На умывание требуется 200л/ч на 1 кран при обслуживании 7 рабочих

$$Q_{хп} = 16 \cdot 200 = 3200 л$$

На умывание требуется 200л/ч на 1 кран при обслуживании 7 рабочих:

$$Q_{у} = 16 \cdot 200 = 3600 л$$

Расход за смену:

$$Q_{у} = 3200 \cdot 1 = 3200 л$$

Для поливки полов предусмотрено 3л на 1м^2 в сутки

$$Q_{п} = 3600 \cdot 3 = 10800 л$$

Расход воды за смену:

$$Q_{п} = 10800 \div 3 = 3600 л$$

Суммарный расход воды на бытовые нужды за 1 смену

$$Q_{б} = 5895 + 13875 + 25600 + 3600 = 48970 л$$

Суммарный расход воды на бытовые нужды в год

$$Q_{б} = \frac{39865 \cdot 251 \cdot 3}{1000} = 30018,3 м^3$$

Общий годовой расход воды

$$Q = Q_{Т} + Q_{б}$$

$$Q = 206250 + 48970 = 255220 л$$

2.4 Расход электроэнергии

Электроэнергия в сталеплавильном отделении используется для обеспечения работы электроприводов, называется силовой, а затрачиваемая на плавку металла, подогрев шихты и сушку ковшей технологической.

Расход электроэнергии в плавильном отделении определяется по формуле:

$W=(W_T \cdot W_c \cdot W_O) \cdot k$, кВт·ч

где W_T- расход эл.энергии

W_C- уст. мощность эл.двигателя, кВт/ч

W_O- действительный фонд времени работы оборудования, ч.

k- коэф. спроса л.о.=0,5-0,55

$$W_T = P_T \cdot G$$

где P_T – удельный расход технологической энергии на проведение той или иной операции, кВт·ч

G – годовой выпуск литья, т.

Для цеха P_T=1000, так как расчет ведется только для 1 отделения следует брать только ¼ P_T

$$W_T = \frac{1000 \cdot 17500}{4} = 4375000, кВт$$

Годовой расход энергии на силовые установки рассчитывается аналогично P_T=100

$$W_T = \frac{100 \cdot 17500}{4} = 437500, кВт$$

Расход энергии на освещение определяется по формуле:

$$W_o = 0{,}001 \cdot p \cdot F \cdot Tg, кВт/ч$$

где p – средний расход электроэнергии для освещения 1м^2 площади в течении 1 часа. Для производственных помещений p=15…18вт; для бытовых помещений p=8вт; для складских помещений p=8…10вт.

F – освещаемая площадь, м^2

Tg – годовой фонд времени, ч

Энергия используемая на освещение шихтового пролета:

$$W_ш=0,001\cdot10\cdot(30\cdot132)\cdot4800=190080 \text{ кВт·ч},$$

Энергия, используемая на освещение плавильного пролета:

$$W_п = 0,001\cdot15\cdot(30\cdot132)\cdot4800=285120 \text{ кВт·ч},$$

Энергия, используемая на освещение бытовых помещений:

$$W_{быт} = 0,001\cdot10\cdot(26\cdot12+18\cdot6)\cdot4800=20160 \text{ кВт·ч},$$

Общая энергия расходуемая на освещение:

$$W_о = 190080+285120+20160=495360 \text{ кВт·ч},$$

Общий расход электроэнергии в плавильном отделении за 1 год:

$$W = (4375000+437500+495360)\cdot1,1=5838646 \text{ кВт·ч}$$

3 СТРОИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Характеристика здания

Плавильное отделение будет располагаться в здании смешанной этажности. Шихтовой пролет одноэтажный шириной 30 метров, плавильный пролет двух этажный шириной 30 метров.

Шаг колон по наружной оси здания равен 6 метрам, по внутренней оси 12 метров.

В обоих пролетах будут располагаться мостовые краны, поэтому их высота должна определятся в зависимости от числа и грузоподъемности мостовых кранов.

Высота шихтового пролета от пола до нижнего пояса ферм будет 12.6 метров.

Высота плавильного пролета от пола первого этажа до нижнего пояса ферм будет составлять 18 метров, расстояние от пола первого этажа до пола второго этажа 7,2 метра.

Для въезда на второй этаж напольных транспортных средств, предусмотрен пандус.

Строительные материалы и конструкции здания должны отвечать необходимой степени огнестойкости в соответствии со строительными нормами.

3.2 Строительные элементы

Основными элементами зданий являются фундамент, колонны, стены, несущие конструкции, полы, двери, световые фонари и некоторые другие элементы.

Фундамент здания плавильного отделения предполагается выполнить из монолитного железобетона, так как он должен выдерживать большие нагрузки.

Колонны, используемые при строительстве здания, должны быть оборудованы консолями для установки на них мостовых кранов. Материал колон железобетон, сечение 40х100см.

Подкрановые балки для кранов грузоподъемностью до 20 тонн предлагается использовать железобетонные.

В качестве перекрытия здания будут использоваться подстропильные фермы, изготовленные из железобетона и опирающиеся на них стропильные фермы сегментные раскосные также изготовленные из железобетона. Данный тип перекрытия обусловлен шагом колонн по внутренней оси здания и длинной плит перекрытия.

Для осуществления естественной вентиляции и освещения следует использовать фонарную кровлю из железобетонных плит.

Стены здания самонесущие. Они будут нести функцию ограждающей конструкции, воспринимать нагрузки от силы тяжести, гибко связанные с каркасом здания. Толщину стен принимаем 600мм.

Для освещения помещения плавильного отделения в дневное время суток используется естественное освещение также будут установлены светоаэрационные фонари. Тип фонарей с двухсторонним вертикальным остеклением, назначен в соответствии с технологическими и санитарно-гигиеническими требованиями.

Кровельное покрытие сборное железобетонное с дополнительным настилом из водоупорных материалов, которые укладываются по битумной мастике.

Так как полы здания должны выдерживать высокие нагрузки порядка 3т/м^2, они должны покрываться стальными рифлеными плитами толщиной 8 мм с анкерами.

3.3 Отопление и вентиляция воздуха

Литейное производство отличается от других производств неблагоприятными условиями труда. Это связанно с высоким выделением токсичных веществ, пыли, теплоты в атмосферу цеха. Для нормализации условий труда в плавильном отделении используют следующие технические

средства: очистка воздуха от вредных примесей, вентилирование, отопление производственных помещений.

Очистка воздуха должна содержать комплекс мероприятий: очистка от вредных веществ, очистка от механических примесей, регуляция температуры и влажности. В наиболее напряженных местах должна использоваться местная вентиляция.

Забор свежего воздуха должен производиться на максимально возможном расстоянии от цеха, где его показатели будут наиболее благоприятными для человека. Предпочтительно забор воздуха производить в лесных массивах хвойных пород.

На участках с большими тепловыделениями и тяжелой физической работой предусмотрено воздушное душирование. Температура и скорость движения воздуха в теплый период года 20-22°С и 2-3м/с соответственно, в холодный 16-18°С и 2-3м/с соответственно.

Вентиляция в здании отделения предусмотрена естественная, искусственная и совмещенная. Аэрация будет осуществляться притоком воздуха через оконные проемы, а вентиляция через светоаэрационные фонари.

Эффективность работы вентиляции зависит от рационального размещения вентиляционных устройств и продолжительности вентиляционных трубопроводов для подачи воздуха. Приточная система вентиляции будет располагаться как на площади первого этажа, второго этажа так и на кровле здания.

Вытяжная вентиляция будет использоваться в виде местных отсосов, позволяющих поддерживать содержание в воздухе рабочей зоны низкое содержание вредных веществ и механических примесей.

Воздух, поступающий в вытяжную систему вентиляции, будет подвергаться очистки перед выбросом в атмосферу. Очистка воздуха осуществляться в водных и масленых массивах.

3.4 Водоснабжение и канализация

В плавильном отделении предусматриваются следующие системы водоснабжения: хозяйственная, противопожарная, производственная, оборотная и повторного использования воды.

В плавильном отделении производственная вода расходуется на следующие нужды: водоохлаждение оборудования, очистку удаляемого вентиляционного воздуха, приготовления футеровочных масс.

Вода питьевого качества, кроме хозяйственно питьевых нужд, расходуется на очистку и увлажнение приточного воздуха, душирующие установки, пылеподавление в рабочих помещениях.

Для регулирования неравномерностей водопотребления устанавливаются водонапорные баки и башни. В целях экономного использования воды применяются оборотные системы водоснабжения.

В плавильном отделении предусматриваются следующие системы канализации: хозяйственно-бытовая, дождевая, промышленного различного назначения.

Основное количество загрязненных вод (сточных) в литейном производстве образуется при промывке газов электроплавильных печей, очистка вентиляционных выбросов.

Очистка воды от механических примесей производится методом отстаивания. Сточные воды, загрязненные токсичными компонентами, сбрасываются в общезаводскую канализацию, после очистки на специальных, локальных очистных установках с соблюдением установленных нормативных требований по предельно допустимым концентрациям.

Отходы производства и осадок вывозится с территории завода автомобильным или железнодорожным транспортом. Места вывоза согласовываются с органами санитарного надзора при выборе территории под строительство.

3.5 Описание планировки отделения

Плавильное отделение сталелитейного цеха для производства мелких и средних отливок мощностью 55000 тон годного литья в год будет состоять из двух пролетов: плавильного и шихтового. В плавильном пролете будет установлены 7 печей ДСП-6, а также две установки для грануляции шлака и оборудование для ремонта и сушки ковшей.

На складе шихтовых материалов предлагается разместить закрома для хранения металлической шихты, ферросплавов, флюсов, огнеупоров, а также участок с оборудованием для выбивки и набора сводов.

Кроме того, склад будет оснащен оборудованием для навески и подогрева шихты с автоматизированным управлением.

Пролеты плавильного отделения будут оборудованы мостовыми кранами.

Для передвижения напольного транспорта в обоих пролетах предусмотрены проезды.

Первый этаж плавильного пролета будет оборудован вентиляционными установками и другим дополнительным оборудованием.

4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1 Характеристика изготавливаемой детали

Изготавливаемая деталь «Крышка». Габаритные размеры: преобладающий диаметр-330 мм и высота-15 мм, преобладающая толщина стенки-20 мм.

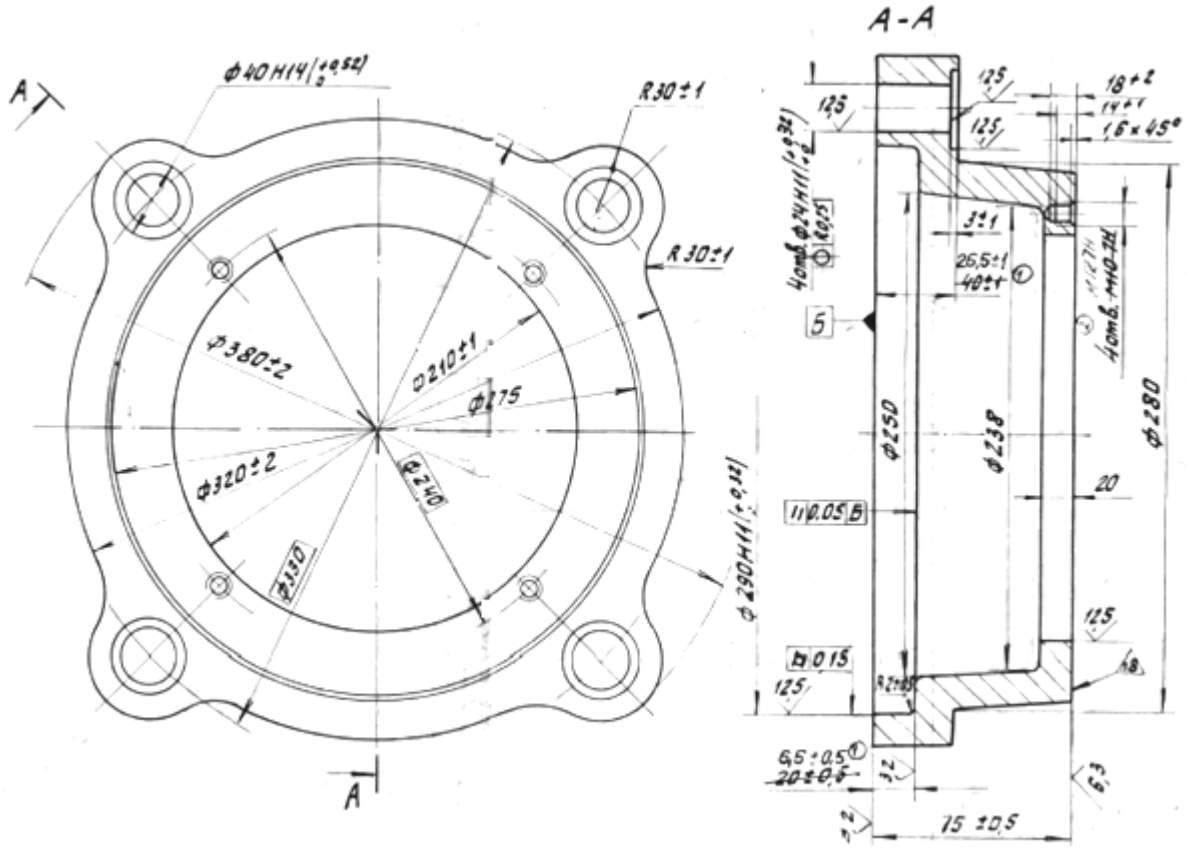

Рис. 4.1

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

4.2 Материал отливки и его свойства

Выбор осуществляем по заданному комплексу механических свойств, специфическим требованиям к литейным свойствам, физическим характеристикам и характеру нагружения 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 4 - Химический состав стали 25 л (гост 977-88)

Массовая доля элеменнтов, %					Группа отливок
C	Мп	Si	P	S	
0,22-0,30	0,45-0,90	0,20-0,52	≤0,050	≤0,050	I
			≤0,040	≤0,045	II
			≤0,040	≤0,045	III

Таблица 5 - Механические свойства при комнатной температуре

СТ	Режим термообработки			Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$ Н/мм^2	$\sigma_в$ Н/мм^2	δ, %	Ψ, %	KCU, Дж/см^2	HB
	Операция	t, ºC	Охлаждающая среда		не менее					
977-88	Нормализация Отпуск	880-900 610-630	Воздух	≤100	235	441	19	30	39	121 15
	Закалка Отпуск	870-890 610-630	Вода Воздух		294	491	22	33	34	150 17

Оценка технологичности детали

Конструкция данной детали не сложная её масса и габаритные размеры не большие. Это позволяет выполнить её цельнолитой. Внешнее очертание детали также не сложное и поэтому не требует изменений. Имеющиеся полость выполняются при помощи стержня; имеется хороший выход для знаковых частей и стержень хорошо фиксируется в форме. Конфигурация внешних полостей простая, что позволяет изготавливать стержень машинным способом.

Для получения более качественной отливки наиболее рациональным положением отливки в форме будет такое как показано на экизе. При этом варианте обеспечивается направленная кристаллизация от тонкостенной части отливки к более массивной. Питатели наиболее целесообразно подводить по линии разъёма, так как в этом месте располагается массивная часть отливки. Данный вариант обеспечит принцип направленного затвердевания. Вариант расположения отливки предпочтителен также с точки зрения удобства формовки и сборки формы. А также легко устанавливается стержень и имеется возможность его надёжного крепления.

Выбор способа литья

Анализ технологических условий и технологичности конструкции показывает, что наиболее эффективно отливка может быть получена методом литья в песчаную форму.

Материалом для получения отливки служит сталь марки 25Л. Преимущества способа: неограниченные размеры и сложность конфигурации заготовки, относительно невысокая стоимость. Недостатки: невозможно получить тонкостенные отливки, невысокая точность размеров и формы литой заготовки. Применяется во всех типах производства от единичного до массового.

Весь цикл изготовления отливки состоит из ряда основных и вспомогательных операций, осуществляемых как параллельно, так и последовательно в различных отделениях литейного цеха и в модельных цехах.

Литейная разовая песчаная форма в большинстве случаев состоит из двух полуформ: верхней и нижней, которые получают уплотнением формовочной смеси вокруг соответствующих частей (верхней и нижней) деревянной или металлической модели в специальных металлических рамках – опоках. Модель отличается от отливки размерами, наличием формовочных уклонов, облегчающих извлечение модели из формы, и знаковых частей , предназначенных для установки стержня, образующего

отверстие в отливке. В верхней полуформе с помощью соответствующих моделей выполняется воронка и система каналов, по которым из ковша поступает литейный сплав в полость формы, и дополнительные полости – прибыли.

После уплотнения смеси модели извлекают из полуформ. Затем в нижнюю полуформу устанавливают стержень и накрывают верхней полуформой. Необходимая точность соединения обеспечивается штырями и втулками в опоках.

Проектирование отливки

Литниковая система представляет собой совокупность каналов и резервуаров, через которые металл заполняет полость формы, соответствующую отливке. В общем случае литниковая система состоит из литниковой чаши, стояка, распределительного канала (шлакоуловителя), и литников (питателей).

Литниковая чаша или воронка предназначается для принятия струи металла из ковша, гашения ее энергии, первичного отделения крупных частиц шлака и поддержания постоянного уровня металла при заполнении формы. В воронках отделение шлака не происходит. Металл в них охлаждается меньше, чем в чашах.

Стояк предназначается для передачи металла из литниковой чаши или воронки в нижние части формы. Стояки имеют круглое сечение и небольшую конусность. В основании стояка имеется чашечка – зумпф, гасящая удар струи и препятствующая размыванию формы.

Распределительный канал (шлакоуловитель) предназначается для направления жидкого металла к нескольким отливкам, помещаемым в одной форме, или к различным узлам одной крупной отливки. Кроме того, в нем происходит отделение шлаковых частиц. Распределительный канал (шлакоуловитель) размещается горизонтально по разъему, обычно в верхней полуформе. Его сечение чаще всего имеет форму трапеции.

Прибыль – это элемент литниковой системы, который обеспечивает процесс питание отливки, т.е. компенсацию объемной усадки сплава.

Также иногда в литниковую систему включаются такие элементы, как выпора или дроссель.

Дросселя предназначен для снижения скорости заполнения отливки и обеспечения спокойного заполнение полости формы.

Выпор служит для вывода газов из полости формы и частичного питания тепловых узлов. В некоторых случаях используются как прибыли.

В зависимости от соотношения поперечных сечений каналов литниковой системы существуют два вида литниковых систем – сужающиеся (запертые) и расширяющиеся (незапертые).

Также литниковые системы классифицируются по способу подвода металла:

Верхняя (дождевая) литниковая система обеспечивает подачу расплавленного металла в полость литейной формы сверху.

Боковая литниковая система выполняет подачу расплавленного металла в полость литейной формы по плоскости разъема формы.

Сифонная литниковая система выполняет подачу расплавленного металла в полость литейной формы снизу, с донной ее части, что обеспечивает наиболее спокойное ее заполнение.

Ярусная литниковая система обеспечивает подачу расплав-ленного металла в полость формы на нескольких уровнях.

Существуют также другие разновидности литниковых систем, который чаще всего используются в частных случаях.

Для заливки нашей формы, исходя из положения отливки в форме, выбираем верхнюю литниковую систему.

Выбор положения отливки в форме и плоскость разъема формы взаимозависимы и должны иметь, по возможности одну поверхность разъема, свободное извлечение модели, наименьшее количество стержней, нужно стремиться к минимальной высоте формы.

Положение отливки в форме должно обеспечивать хорошее извлечение модели, направленное затвердевание и питание всех нижних элементов отливки, наиболее простое оформление литниковой системы, преимущественно верхний отвод газов, минимальное количество стержней.

При выборе плоскости разъема руководствуются следующими правилами:

1. Поверхность разъема желательно иметь одну и плоскую, без отъемных частей и большого количества стержней. Выступающие части должны располагаться лучше в нижней полуформе

2. Поверхность разъема должна обеспечивать получение простого модельного комплекта, состоящего из минимального количества деталей

3. Поверхность разъема необходимо выбирать так, чтобы иметь минимальное количество стержней, и чтобы высоты модели и формы были минимальными;

4. Для получения более тонкой отливки все ее части лучше располагать в нижней полуформе. Это исключит перекос, обеспечит надежное крепление стержней

5. Формы для отливок, имеющих конфигурацию тел вращения с обрабатываемыми наружными и внутренними поверхностями, лучше заливать в вертикальном положении или центробежным способом. Иногда целесообразно формовку выполнять в одном положении, а заливать форму в другом.

На основании выше изложенного, выбираем положение отливки в форме и плоскость разъёма формы, представленные на рис 4.2.

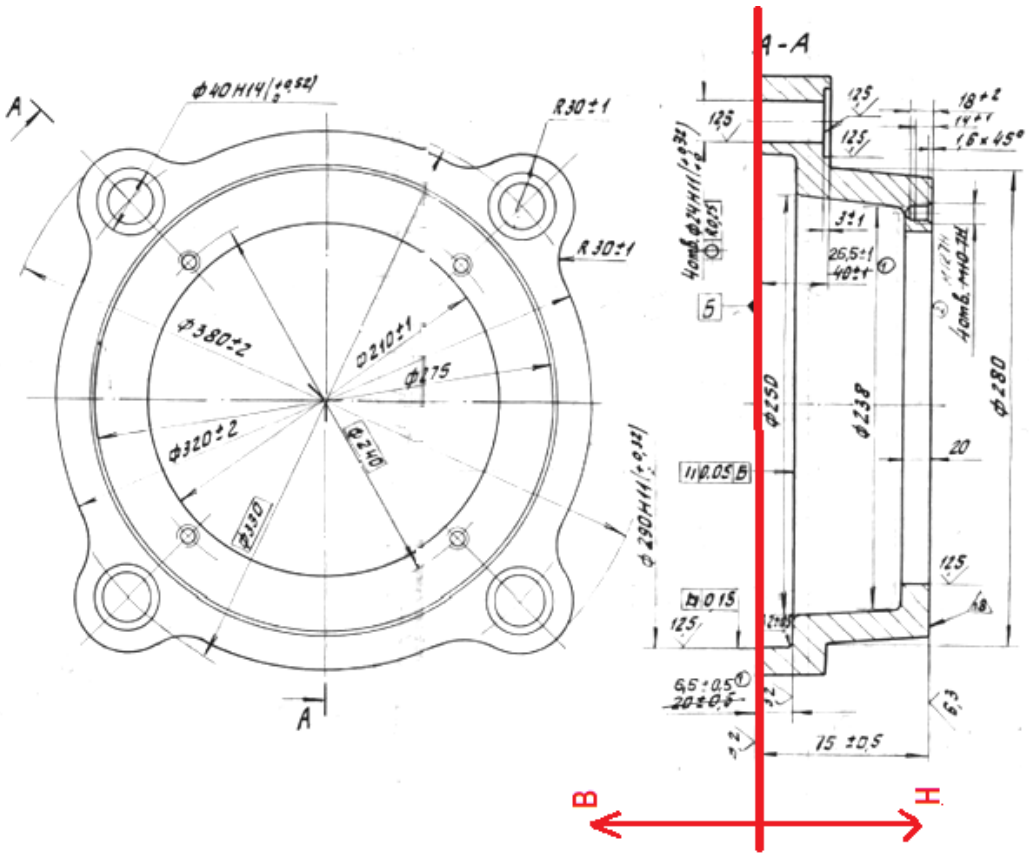

Рис. 4.2

Разработка литейно-модельных указаний

Припуски на механическую обработку, их обозначают сплошными тонкими линиями у поверхностей, где указан знак обработки ∇ (допускается выполнять линию припуска красным карандашом). Величины припусков определены ГОСТ 26645 – 85 и при единичном производстве выбираются по III классу точности в зависимости от способа литья, материала отливки, положения обрабатываемой поверхности при заливке (верх, низ, бок), наибольшего габаритного и номинального размера отливки (табл. 1). Под номинальным размером отливки подразумевается расстояние между двумя противоположными обрабатываемыми поверхностями или расстояние от установочной базовой поверхности до обрабатываемой.

Таблица 6 - Припуски на механическую обработку фасонных отливок из стали по III классу точности в мм (ГОСТ 26645-85)

Наибольший габаритный	Положение поверхности	Номинальный размер в мм				
размер детали в мм	при заливке	До 120	121 – 260	261 – 500	501 – 800	801 – 1250
До 120	Верх низ, бок	5 4				
121 – 260	Верх низ, бок	5 4	6 5			
261 – 500	Верх низ, бок	6 5	8 6	9 6		
501 – 800	Верх низ, бок	7 5	8 6	10 7	11 7	
801 - 1250	Верх низ, бок	9 6	10 7	11 8	12 8	13 9

В соответствии с заданием припуски на механическую обработку будут равны: на верхней поверхности 6 мм, на боковых и нижней 5 мм.

Отверстия, впадины, выемки, не выполняемые при литье, зачёркивают сплошными тонкими линиями (5), которые допускается выполнять красным карандашом.

Контуры стержня со стержневыми знаками (3) изображаются сплошной тонкой линией, которую допускается выполнять синим цветом. Стержни в разрезе штрихуются только у контура. Размеры знаков стержней и зазоры между знаками стержней и модели принимаются по ГОСТ 3606 – 80.

Формовочные уклоны на вертикальных стенках обозначаются тонкими линиями и выбираются в зависимости от высоты отливки от плоскости разъёма (табл. 2).

Таблица 7 - Формовочные уклоны на отливках по ГОСТ 3212 – 80

Высота отливки от плоскости разъёма	Величина уклона		Высота отливки от плоскости разъёма	Величина уклона	
мм	Град.	мм	мм	Град.	мм
До 20	3°	1,0	201 – 300	$0^o\ 30^I$	2,5
21 – 50	$1^o\ 30^I$	1,3	301 – 800	$0^o\ 30^I$	4,5
51 – 100	1°	1,5	801 – 2000	$0^o\ 20^I$	9,0
101 – 200	$0^o\ 45^I$	2,0	св. 2000	$0^o\ 15^I$	11,0

В соответствии с заданием литейные уклоны будут равны: на верхней $0^o\ 30^I$ (2,5мм).

4.2.1 Определение количества стержней и их размеров

Для изготовления данной отливки будем использовать четыре стержня:

Стержень 1:

- высота стержня – 302 мм;
- диаметр стержня – 378 мм;
- высота знака – 40 мм;

4.2.2 Описание способа 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 CO_2 на специальной установке; ХТС и ЖСС отверждаются 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.

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, изготовляемые 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 чугунных, 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.

4.2.3 Определение размеров опок. Выбор конструкциии 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 – 100 мм;
- от низа модели до низа опоки – 120 мм;
- от модели до стенки опоки – 70 мм;
- между моделью и шлакоуловителем – 60 мм;
- между моделями - 100.

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.

Расчет прибылей

Подпитка массивных и ответственных узлов осуществляется из обычных прибылей и питающих бобышек. Для подпитки узлов малой массы можно использовать простое увеличение сечения питателей и шлакоуловителей.

Прибылями называются технологические приливы к отливкам, которые затвердевают позднее стенок отливки. Прибыли выполняются в виде дополнительных полостей в форме, жидкий металл их которых компенсирует объемную усадку питаемых узлов.

Прибыль рассчитывается исходя из конструкций отливки и наличий тепловых узлов, которые будут затвердевать последними.

В связи с тем, что проектируемая отливка, является не значительных размеров, то для компенсации усадки будем использовать дополнительные выпоры, а так же увеличим припуск на механическую обработку верхней поверхности.

При установлении размеров питающих выпоров исходят из того, что расплав в элементе питания должен затвердевать позже питаемой массивной части отливки, а его объем должен быть достаточным для компенсации ее усадки.

При установлении размеров питающих выпоров (рис. 1) руководствуются толщиной питаемого тела отливки. Размеры обычных открытых прибылей часто находят методом построения вписанных окружностей. Если вписать в питаемый узел окружность диаметром d, то во всех сечениях по направлению вверх — прибыли нужно дать такие припуски металла с необходимыми уклонами, чтобы диаметр каждой выше расположенной вписанной окружности был больше диаметра предыдущей, т. е, d<d1<d2 и т.д. Между отливкой и прибылью дается припуск на отрезку толщиной 20—40 мм. Уклон стенок прибыли обычно принимают равным 5°.

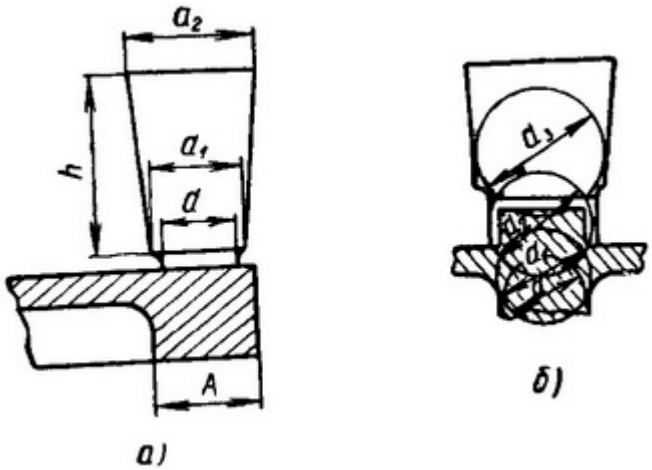

Рисунок 4.3 - Основные размеры питающих выпоров

4.3 Расчёт параметров литниковой системы

Определение размеров элементов литниковой системы имеет большее технико-экономическое значение, так как правильно назначенные размеры литниковой системы позволяют уменьшить расход металла на литники, выпоры, снизить брак в отливках.

Для подвода расплава в форму выбираем литниковую систему с подводом металла по плоскости разъема, которая обеспечивает хорошее заполнение, расплав поступает в полость формы плавно, без завихрений и ударов о стенки формы.

Время заполнения формы металлом t, с, определяем по формуле

$$t_{зал} = s\sqrt[3]{\delta \cdot G \cdot n}, \qquad (1)$$

где S – коэффициент, учитывающий жидкотекучести сплава, способ подвода его в форму и преобладающую толщину стенки отливки. Колеблется от 1,3 до 1,8;

δ – преобладающая толщина стенки отливки, мм.

G – масса жидкого сплава форме, кг.

n – количество отливок в форме.

$$t_{зал} = 1{,}3\sqrt[3]{17{,}5 \cdot 5{,}7 \cdot 6} = 19{,}03c$$

Среднюю скорость поднятия уровня металла в форме υ, мм/с определяем по формуле;

$$\upsilon = \frac{c}{t}$$

$$\upsilon = \frac{93}{19{,}03} = 4{,}8\,\text{мм/с}$$

Расчет статический напор $H_р$, см, определяем по формуле;

$$H_p = H - \frac{P^2}{2C}\ ,$$

где H – высота стояка от места повода металла в форму, см;

P – высота отливки от мест повода металла в форму, см;

C – общая высота отливки, см.

$$H_p = 20 - \frac{0{,}3^2}{2 \cdot 93} = 19{,}9\,\text{см}$$

Суммарную площадь сечения питателя $\sum$ $F_{пит}$, см^2, определяем по формуле;

$$\sum F_{пит} = \frac{G}{\mu t_{зал} 0{,}317\sqrt{H_p}}$$

где μ – коэффициент расхода, принимается для стали от 0,25 до 0,42;

$$\sum F_{пит} = \frac{14}{0{,}25 \cdot 10{,}95 \cdot 0{,}37\sqrt{19{,}9}} = 7{,}68\,\text{см}^2$$

Принимаем запертую литниковую систему с соотношением элементов сечения элементов литниковой системы:

$$\sum F_{пит} : \sum F_{лх} : \sum F_{ст} = 1:1{,}3:1{,}6$$

$$\sum F_{лх} = 1{,}3 : \sum F_{пит}$$

$$\sum F_{лх} = 1{,}3 \cdot 7{,}68 = 9{,}98\,\text{см}^2$$

$$\sum F_{ст} = 1{,}6 \cdot \sum F_{пит}$$

$$\sum F_{ст} = 1{,}6 \cdot 7{,}68 = 12{,}28\,\text{см}^2$$

Размеры питателя рассчитываем, исходя из принятого трапецеидального сечения

$$в = 0{,}85a$$

$$h = 1{,}3a$$

$$S_{\text{тр}}\left(\frac{a+в}{2}\right) \cdot h$$

$$S_{\text{тр}}\left(\frac{a+0{,}85a}{2}\right) \cdot 1{,}3a = 1{,}2a^2$$

$$S_{тр} = F_{лх} = 1{,}2\alpha^2$$

Сечение питателя определяем по формуле

$$F_{лх} = \frac{\sum F_{шл}}{\text{n}_{\text{шл}}}$$

$$F_{лх} = \frac{9{,}98}{2} = 4{,}99\,\text{см}^2$$

$$\text{F}_{\text{лх}} = 1{,}2\ \text{a}^2$$

$$a = \sqrt{\frac{F_{лх}}{1{,}2}}$$

$$a = \sqrt{\frac{4{,}99}{1{,}2}} = 2{,}03см^2 \approx 20мм$$

$в = 0{,}85 \cdot 20 = 17$ мм

$h = 1{,}3 \cdot 20 = 26$ мм

Размеры питателя показаны на рисунке 4.1;

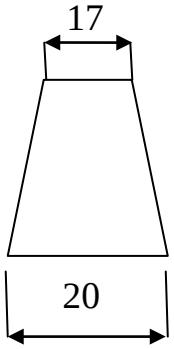

Рис. 4.4 – Эскиз питателя

Высоту питателя принимаем равной от $\frac{1}{3}$ до $\frac{1}{5}$ от высоты $h_{лх}$

$$h_{пит} = \frac{1}{5} h_{лх} \ ,$$

$$h_{пит} = \frac{1}{5} \cdot 26 = 5{,}2 \text{ мм}$$

Диаметр стояка $d_{ст}$, мм, определяем по формуле;

$$d_{ст} \sqrt{\frac{4F_{ст}}{П}} \ ,$$

$$d_{ст} \sqrt{\frac{4*11{,}4}{3{,}14}} = 3{,}81 \text{см}$$

Принимаем диаметр стояка 40 мм.

Размеры литниковой воронки определяем по формулам;

$$D_{вор} = 3d_{ст},$$

$$H_в \le D_в$$

$$D_{вор} = 3 \cdot 40 = 120 \text{ мм}$$

$$H_в \le 100 \text{ мм}$$

Определяем размер прибыли

$$D_{пр} = (10...18) \cdot \sum F_{пит}$$

$$D_{пр} = (10...18) \cdot 7{,}18$$

$$D_{пр} = 71{,}8 мм$$

$$H_{пр} = (15...21) \cdot \sum F_{пит}$$

$$H_{пр} = (15...21) \cdot 7{,}28$$

$$H_{пр} = 109{,}2 \text{ мм}$$

4.4 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˚С.

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

Масса отливки составляет 14 кг, толщина стенки отливки – до 25 мм. Исходя из этого, время охлаждения отливки в форме составляет 3 час, температура выбивки отливки из формы – 600-700°С.

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

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.

4.5 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.

Таблица 8 - Химический состав стали 25Л (ГОСТ 977-88)

	Массовая доля элементов, %				Группа отливок
C	Мп	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:

$$100([C]ст+[C]изб)=(100-\chi)\Sigma[C]сш\cdot gсш+[C]ч\cdot\chi,$$

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, %;

х - содержание в шихте чугуна, %.

Таблица 9 - Состав шихтовых материалов

Шихтовые материалы	Массовая доля составляющих, %						
	C	Мп	Si	P	S	A1	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 .

Таблица 10 - Состав шлакообразующих материалов

Шлакообразующие материалы	Массовая доля составляющих, %				
	CaO	MgO	Si02	AI2O3	РегОз
Известь свежеобожженная	92,00	3,0	3,00	1,00	1,0
Железная руда	0,70	0,3	6,00	3,00	90,0
Песок	—	—	96,00	2,00	2,0
Динас	1,34	—	96,58	0,58	1,5
Зола электродов	11,80	—	56,50	31,70	—

Так как в данном расчете за 100% принята сумма только компонентов, содержащих сталь, то выражение можно записать следующим образом:

100(0,22+0,20) =1/100+x (0,25·30+0,25·60+0,25·10)+4,0·x,

или 42(100+x)=2500+4x(100+x), и в окончательном виде $4x^2$ +358x-4700=0, откуда x=4,52 кг.

Пересчитав вновь состав компонентов стали и чугуна исходя из 100% (например, для отходов литейного цеха: 30·100/(100+x)), окончательно получим:

• отходы литейного цеха составят 30·100/(100+4,52)=28,70 кг (%);

• расход стального лома - 60·100/(100+4,52) = 57,41 кг (%);

• расход стружки в брикетах - 10;

• расход чугуна - 4,52·100/(100+4,52) = 4,32 кг (%).

С целью получения более точных расчетов следует учитывать, что отходы литейного цеха могут быть загрязнены песком в виде пригара (обычно от 0,5 до 2,0%). Аналогичные загрязнения могут иметь и другие составляющие шихты. Тогда, если принять пригар равным 1%, действительное количество отходов литейного цеха составит 28,7(100-1)/100 = 28,41 кг. Масса пригара будет равна 28,70-28,41 = 0,29 кг.

Количество элементов, вносимое металлической шихтой, приведено в таблице 11.

Таблица 11 - Количество элементов, вносимых шихтовыми материалами

Шихтовые материалы	Масса, кг	Вносят элементов, кг					
		C	Мл	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:

$$[Si]+\{O_2\}=(Si0_2),$$

$$[Si]+2(FeO)=(SiO_2)+2[Fe],$$

причем основным процессом является реакция, так как первоначально с кислородом реагирует железо (как избыточный компонент шихты) с образованием (FeO):

$$2[Fe]+\{O_2\}=2(FeO).$$

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 12.

Таблица 12 - Расход кислорода на окисление элементов, кг

Элемент	Поступило	Окислилось	Осталось в металле	Требуется		Образовалось оксида*
				FeO	O2	
C	0,412	—	0,412	-	-	-
Mn	0,530	0,53·0,7=0,371	0,159	0,371·72/55=0,486	0,108	0,371+0,108=0,479
Si	0,390	0,39·0,7=0,273	0,117	0,273·144/28=1,404	0,312	0,585
P	0,046	98,293·0,03=2,949*	0,046	-	-	-
S	0,039		0,039	-	-	-
Fe	98,293		95,344	-	2,949·0,24x x 16/56=0,067	2,949·0,24x x72/56=0,910
-	-		-	-		
-	-		-	-	2,949·0,08x x48/112=0,101	2,949·0,08x x 160/112=0,337
-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	2,949·0,68x x48/112=0,859	2,949·0,68x x160/112=2,864
-	-	-	-	-		
Итого	99,71	3,593	96,117	1,890	1,582	5,175

*24% окислившегося железа окисляется до FeO, 8% - доFeO_3 (переходит в шлак), 68% - до Fe_2O_3 и улетучивается в зоне электрических дуг.

С кислородом печной атмосферы поступит 1,582·77/23 = 5,296 кг азота, где 77 и 23 - массовые проценты соответственно азота и кислорода в воздухе, которые, например, для кислорода можно определить из выражения

$\%O2=100/(1+\mu_{N2}\cdot 0,79/(\mu_{O2}\cdot 0,21))$

где μ_{N2}- молярная масса азота;

μo_2 ~ молярная масса кислорода.

Таким образом, на образование оксидов требуется воздуха 1,582 + 5,296 = 6,878 кг.

Шлак периода плавления

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

SiO_2	0,29·0,96=0,278
$A1_2O_3$	0,29·0,02=0,006
Fe_2O_3	0,29·0,02=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. 0,2·0,06 = 0,12 кг, которые внесут в состав шлака, кг:

CaO	0,12·0,013=0,0016
SiO_2	0,12·0,966=0,1159
$A1_2O_3$	0,12·0,06 =0,0007
Fe_2O_3	0,12·0,015=0,0018
Итого	0,1200

• 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:

SiO_2	0,75·0,96=0,720
$A1_2O_3$	0,75·0,02=0,015
Fe_2O_3	0,75·0,02=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. 0,5·0,6=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 0,30·0,99=0,297 кг. При этом образуется золы 0,30·0,01=0,003 кг. Из золы электродов перейдет в шлак, кг:

CaO 0,003-0,1180=0,0003

SiO_2 0,003-0,565 =0,0017

$A1_2$Оз 0,003-0,317=0,0010

Итого 0,0030

Данные о количестве и составе шлака в период плавления приведены в таблице 13.

Таблица 13 - Состав и количество шлака периода плавления

Источник поступления оксидов	Составляющие, кг						Всего, кг
	SiO2	A12O3	FeO	Pe2Oз	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 графитированных электродов. Принимаем, что углерод электродов окисляется кислородом воздуха на 90% до CO и 10% до CO_2. Тогда с образованием CO сгорает углерода 0,30·0,99·0,90=0,267 кг, где 0,99 - содержание углерода в электродах и образуется 0,267·28/12 = 0,623 кг CO.

С образованием CO_2 окисляется 0,30·0,99·0,10=0,030 кг углерода, при этом образуется 0,030·44/12=0,110 кг $C0_2$. Для горения потребуется кислорода воздуха: (0,623-0,267)+(0,110-0,030)=0,436 кг, или 0,43·622,4/32= =0,305 $м^3$. С кислородом воздуха поступит азота: 0,436·77/23=1,460 кг, или 0,305·79/21=1,1427 $м^3$

Итоговые данные о количестве и составе газов периода плавления сведены в таблице 14. Материальный баланс периода плавления шихты приведен в таблице 15.

Таблица 14 - Количество и состав газов периода плавления

Источник	Поступило, кг		Образовалось, кг		
поступления					
		CO	CO2	N2	Всего
Углерод электродов	0,267+0,03=0,297	0,623	0,110	1,460	2,193
Азот, поступивший	5,296	—	—	5,296	5,296
с кислородом					
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

Таблица 15 - Материальный баланс периода плавления, кг

Поступило		Получено	
Железный лом		Металл	96,117
28,41+57,41+9,57 =	95,390	Шлак	3,474
Чугун (см. табл. 4.4)	4,320	Газы	7,489
Динас	0,120	Улет железа в виде FeOз	2,864

Пригар (песок)	0,290	Невязка	0,000
Набивка (песок)	0,750		
Электроды	0,300		
Воздух			
6,878+1,896			
Итого 109,944		Итого 109,944	

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 SiO_2 (56-60%) и высокой температуре происходит восстановление кремнезема по реакциям:

$(SiO_2)+2[C]=[Si]+2\{CO\}$;.

$(SiO_2)+2[Mn]=[Si]+2(MnO)$;

$(SiO_2)+2[Fe]=[Si]+2(FeO)$.

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.

К концу периода в металле остается 0,08-0,12% марганца. Принимаем в расчете 0,10%, или 96,117-0,10/100=0,096 кг; окислится марганца 0,159-0,096=0,063 кг.

За счет восстановления содержание кремния в металле в конце окислительного периода можно принять равным 0,25%, что составит 96,117-0,25/100=0,240 кг, тогда восстановится 0,240-0,117=0,123 кг кремния. На восстановление кремния потребуется 0,123·24/28=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 Fe_2Оз руды железом:

[FeO]=3(FeO)

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 0,658·160/216=0,487 кг Fe_2O_3. Для восстановления Fe_2Оз до FeO требуется 0,658—0,487=0,171 кг железа. Если принять, что 10% Fe_2O_3 из руды переходит в шлак, а 90% восстанавливается до FeO, то расход железной руды составит 0,487/(0,90·0,90)=0,601 кг.

Шлак окислительного периода

В шлак окислительного периода поступит:

• Из металла: 0,081 кг MnO/ 0,264 кг SiO_2 (итого 0,183 кг).

• Из шлака периода плавления: 1,7006 кг SiO_2; 0,0227 кг $A1_2O_3$; 0,91 кг FeO; 0,3598 кг Fe_2O_3; 0,0019 кг CaO (итого 3,474 кг).

Таблица 16 - Количество FeO, необходимое для окисления примесей, кг

Элемент	Поступило	Окислилось	Осталось ТребуетсяFe		Восстанови-лось Fe	Образовалосьок-сида
			в металле	О		
С	0,412	0,201-	0,211	0,096·72/12= 0,576·56/72=0,		СО (в
		0,105*=0,09		0,576	448	газ)0,096·28/12

		6				=0
						,224
Mn	0,159	0,063	0,096	0,063·72/55= 0,082·56/72=0,		MnO (в шлак)
				0,082	064	0,063·71/55=
						=0,081
Si	0,117	-0,1231**	0,240	-	-	CO (в газ)
						0,123·56/28=
						=0,246
						Восстановилось
						SiO2 из шлака -
						0,123·60/28=-
						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 (SiO_2).

**Количество кремния, восстановившееся из(SiO_2).

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

• 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

A12O3 0,601-0,003=0,018

Fe2O3 0,601-0,90-0,1=0,0541

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 0,30·0,92=0,276

MgO 0,30·0,03=0,009

SiO_2 0,30· 0,03=0,009

$A1_2O_3$ 0,30·0,01=0,003

Fe_2O_3 0,300·,01=0,003

Итого 0,300

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

CaO 0,40·0,0134=0,0006

SiO_2 0,40· 0,9658=0,0386

$A1_2O_3$ 0,40·0,0058=0,0002

Fe_2O_3 0,40·0,015 = 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:

SiO_2 0,375·0,96=0,360

$A1_2O3$ 0,375·0,02=0,008

Fe_2O_3 0,375·0,02=0,007

Итого 0,375

• Из золы электродов. Принимаем, что в окислительный период расходуется 20% электродов, что составляет 0,5·0,2=0,099 кг. Содержащийся в электродах углерод сгорает в атмосфере печи, а зольный остаток переходит в шлак. Окисляется углерода электродов, кг: 0,10·0,99 = = 0,099. Образуется золы 0,10·0,01=0,001 кг. Составляющие золы внесут в шла, кг:

CaO 0,001·0,118=0,0001

SiO_2 0,010·0,565=0,0006

$A1_2O3$ 0,010·0,317=0,0003

Итого 0,001

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

Состав и количество шлака окислительного периода приведены в таблице15.

Количество газов окислительного периода

При окислении углерода металла образуется 0,201·28/12=0,469 кг монооксида углерода. При окислении углерода электродов кислородом атмосферы образуется 0,099 0,90·28/12=0,208 кг CO и 0,099·0,10·44/12= 0,036 кг CO_2 (0,90 и 0,10 - доли окисления углерода соответственно до CO и CO_2). При этом требуется 0,208·16/28+0,036·32/44=0,145 кг, или 0,145·22,4/32=0,102 $м^3$, кислорода воздуха. С кислородом поступит азота 0,145·77/23=0,485 кг, или 0,485·22,4/28=0,388 $м^3$.

Количество и состав газов окислительного периода представлены в таблице 16, материальный баланс окислительного периода - в таблице17.

Таблица 17 - Количество и состав шлака окислительного периода

Источник поступления	Составляющие, кг							Всего
	SiO2	Al2O3	FeO	Fe2O3	MnO	CaO	MgO	кг
Шлак периода	1,7006	0,0227	0,910	0,3598	0,479	0,0019	—	3,474
плавления								
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

Таблица 18 - Количество и состав газов окислительного периода

Источник поступления	Поступило, кг	Образовалось, кг			
		CO	CO2	N2	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 19 - 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.

Раскисление металла

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

C 0,211·100/96,317=0,219~0,22

Si 0,240·100/96,317=0,249~0,25

Mn 0,096·100/96,317=0,100

P 0,046·100/96,317=0,048

S 0,039·100/96,317=0,040

Расчет необходимого количества раскислителей производится исходя из среднезаданного содержания соответствующих элементов в готовой стали с учетом их угара: марганца - (0,045+0,90)/2=0,68%; 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:

$q_р$=$M_{ст/}$100·$[E]_{ст}$−$[E]_{п.р}$/[E]р/100·100−U/100 ,

где $q_р$ - количество присаживаемого раскислителя, кг;

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

$[E]_{ст}$ - среднезаданное содержание определяемого элемента в готовой стали, %;

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

U -угар элемента, %.

Определим расход ферромарганца, принимая угар марганца равным 20% :

q_{Mn}=96,317100·0,68−0,1075100·100−20100=0,931 кг.

Ферромарганец внесет, кг: 0,931·0,06=0,056 углерода; 0,931·0,75=0,698 марганца; 0,931·0,02=0,019 кремния; 0,9310,003=0,003 фосфора; 0,931·0,0003=0,0003 серы. Итого 0,7763 кг.

С ферромарганцем поступит 0,931-0,776 = 0,155 кг железа. При раскислении металла окислится 0,698·0,20=0,140 кг марганца и образуется 0,140·71/55=0,180 кг MnO. При этом требуется 0,140·16/55=0,041 кг кислорода воздуха, с которым поступит 0,041·77/23=0,137 кг азота. Количество и состав металла после присадки ферромарганца отражены в таблице 18.

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. Количество и состав шлака после раскисления приведены в таблице 19.

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 97,108·0,1/100=0,097 кг алюминия. Алюминий внесет: 0,097·0,98=0,095 кг алюминия; 0,097·0,02= =0,002 кг железа, что составит в сумме 0,097 кг. Остается алюминия в металле, если принять его усвоение равным 20%, 0,095·0,20=0,019 кг.

При окислении алюминия образуется 0,095·0,80·102/54=0,144 кг Al_2O_3. На окисление алюминия затрачивается 0,095·0,80·48/54=0,068 кг кислорода воздуха, с которым поступит 0,068·77/23=0,227 кг азота.

Таблица 20 - Количество и состав металла после раскисления ферромар-гацем

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

Таблица 21 - Количество и состав шлака перед выпуском металла

Источник поступления	Составляющие, кг							Всего, кг
	SiO2	A12O з	FeO	Fe2O3	MnO	CaO	MgO	
Шлак окислительного периода	1,8810	0,0520	0,910	0,4240	0,560	0,2830	0,011	4,121
Свод	0,0386	0,0002	—	0,0006	—	0,0006	—	0,040
Набивка	0,3600	0,0080	—	0,0070	—	—	—	0,375
Зола электродов	0,0006	0,0003	—	—	—	0,0001	—	0,001

Ферромарганец	—	—	—	—	0,180		—	0,180
Итого: кг	2,2802	0,0605	0,910	0,4316	0,740	0,2837	0,011	4,717
%	48,34	1,28	19,29	9,15	15,69	6,02	0,23	100,00

Количество и состав газа периода раскисления

Газы этого периода образуются в результате окисления углерода электродов и марганца ферромарганца кислородом атмосферы печи. Количество и состав газов в период раскисления приведено в таблице 22

Таблица 22 - Количество и состав газов в период раскисления

Источник поступления	Поступило, кг	Образовалось, кг			
		CO	CO2	N2	всего
Углерод электродов	0,099	0,208	0,036	0,485+0,137=	0,866
Воздух	0,630+0,041+0,137=0,808	—	—	=0,622	—
Итого: кг	0,907	0,208	0,036	0,622	0,866
%		24,02	4,16	71,82	100,00

Материальный баланс периода раскисления приведен в таблице21, материальный баланс всей плавки - в таблице 22.

Таблица 23 - Материальный баланс периода раскисления, кг

Поступило	Получено
Металл окислительного (II) периода 96,317 Шлак II периода - 4,121 Ферромарганец - 0,931 Алюминий - 0,097 Динас- 0,040 Набивная масса - 0,375 Электроды - 0,100 Воздух - 1,103 Итого 103,084	Металл 95,976+0,512-0,171 = 97,129 Шлак - 4,717 A122O3после окончательного раскисления алю- минием - 0,144 Газы - 0,866+0,227= 1,093 Невязка - 0,001 - - Итого103,084

Таблица 24 - Материальный баланс плавки, кг

Поступило		Получено	
Стальной лом	95,390	Металл	97,129
Чугун	4,320	Шлак	4,717

Динас	0,200	Al2O3после окончательного	0,144
Пригар (песок)	0,290	раскисления алюминием	
Электроды		Газы 7,489+1,198+1,093= 9,780	
Поступило		Получено	
0,300+0,100+0,100	= 0,500		
Набивная масса		Улет железа в виде Fe2Oз	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			

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Требования к рассматриваемому объекту проектирования с точки зрения экологической безопасности

Вопросы экологической безопасности в настоящее время выходят на первый план в развитии промышленности и общества. Технологические процессы изготовления отливок характеризуются большим числом операций, при выполнении которых выделяются пыль, аэрозоли и газы.

Пыль, основной составляющей которой в литейных цехах является сгоревший кремний, образуется при приготовлении формовочных смесей, плавке литейных сплавов в различных плавильных агрегатах, выпуске жидкого металла из печи, на участке выбивки отливок, в процессе обрубки и очистки литья, при подготовке и транспортировке исходных сыпучих материалов . Источниками загрязнений являются плавильные агрегаты, печи термической обработки, сушила для форм, стержней и ковшей и т.п.

Существует ряд средств, которые способствуют очистке и нейтрализации загрязняющих веществ. К таким средствам относят рукавные тканевые фильтры. Применяют всасывающие и нагнетательные рукавные фильтры. В эксплуатации находятся многие конструкции рукавных фильтров, отличающиеся формой корпуса, диаметром и длинной рукавов, видом применяемой фильтрованной ткани, способом регенерации и другими характеристиками. В тканевых фильтрах применяют тканевые или валяные материалы. Они могут выполнять роль подложки для фильтрующей среды или использоваться в качестве основного фильтрующего материала для первичного улавливания пыли. Ткани для фильтров изготовляют из натуральных или синтетических волокон диаметром 10…30 мкм, скручиваемых в нити диаметром около 0,5 мм. Размеры пор между нитями обычно составляют 100…200 мкм. Эффективность очистки воздуха в рукавных пылеуловителях в основном зависит от свойств фильтровальной ткани, из которой изготовлены рукава аппарата, а также от того, в какой мере эти свойства соответствуют свойствам очищаемой среды и взвешенных в ней частиц. Фильтровальные

ткани должны обладать рядом положительных свойств: обеспечивать эффективную очистку, допускать достаточную воздушную нагрузку, обладать необходимой пылеёмкостью, способностью к регенерации, высокой долговечностью, стойкостью к истиранию и другим механическим воздействиям, низкой гигроскопичностью, невысокой стоимостью. К ткани могут быть предъявлены дополнительные требования, обусловленные свойствами очищаемой среды: стойкость к определенным химическим веществам и высокой температуре. Согласно, в фильтровальных тканях применяются естественные волокна животного и растительного происхождения (шерстяные, льняные, хлопчатобумажые, шелковые); искусственные органические (лавсан, нитрон, капрон, хлорин и др.); естественные минеральные (асбест); искусственные неорганические (стеклоткань, металлоткань).

Наибольшее распространение получили фильтры с гибкими фильтрующими перегородками. В основе выбора материала фильтрующей перегородки лежат следующие показатели: термостойкость, химическая стойкость, воздухопроницаемость, разрывная нагрузка, изгибоустойчивость, а также возможная степень очистки. Срок службы фильтровальных тканей в зависимости от условий эксплуатации (вид пыли, ее концентрация, температура, уровень эксплуатации и др.) может составлять от нескольких месяцев до нескольких лет. По мере запыления сопротивление ткани начинает расти. Если не принимать никаких мер, оно может увеличиваться до величины напора, развиваемого вентилятором. Дальнейшее 628 накопление пыли приведет к уменьшению подачи вентилятора. Часть пыли при повышенных перепадах давления может проникнуть в поры между нитями и «забить» ткань, сделав ее непригодной для фильтрования. Во избежание этого явления фильтры через определенное время эксплуатации подвергают регенерации.

Согласно, наиболее распространенной конструкцией фильтров для литейных производств являются фильтры типа ФРКИ – аппараты общепромышленного назначения. Они предназначены для улавливания пылей

средним диаметром частиц 2 кмк и более, не являющихся токсичными, пожаро- или взрывоопасными. В фильтре запыленный газ проходит через ткань открытых снизу рукавов в направлении изнутри наружу; чистый газ выходит между рукавов и удаляется из аппарата. Каждый рукав в фильтре натянут на жесткий каркас и закреплен на верхней решетке. Регенерация фильтровальной ткани рукавов производится путем механического встряхивания или аэродинамического воздействия на фильтровальную ткань с целью разрушения и удаления слоя осевшей пыли. При выборе способа регенерации имеют значение вид ткани, конструкция аппарата, характеристики пыли и технологического процесса, и другие факторы. В ряде рукавных фильтров регенерация фильтровой ткани осуществляется путем обратной струйной и импульсной продувки рукавов. Обратной продувкой регенерируют ткани при улавливании легкосбрасываемых пылей. Для этого изменяют направление дутья, подавая на регенерацию свежий или очищенный воздух. Импульсная регенерация используется в рукавных фильтрах при схеме подачи загрязненного воздуха снаружи внутрь рукава и отложениях пыли на его внешней поверхности. При импульсной продувке струя сжатого воздуха, исходящая из сопла распределительной трубы, подсасывает очищенный газ (воздух) и поступает в рукав. Под воздействием избыточного давления рукав раздувается, происходит разрушение слоя осевшей пыли и выпадение ее в бункер.

В настоящее время выпускается и эксплуатируется множество разнообразных конструкций тканевых фильтров. По форме фильтровальных элементов и тканей они могут быть рукавные и плоские, по виду опорных устройств – каркасные, рамные, по наличию корпуса и его форме – цилиндрические, прямоугольные, открытые (бескамерные), по числу секций – одно- и многосекционные. Фильтры могут также различаться по способу регенерации и ряду других признаков. Рекомендуется по возможности использовать фильтры, разработанные для соответствующих отраслей промышленности.

5.2 Перечень профессий с вредными условиями, при работе с которыми работники имеют право выхода на досрочную пенсию (Включая сведения из коллективного договора организации)

Досрочная трудовая пенсия по старости работникам, занятым в металлообрабатывающих производствах, назначается в соответствии с разделом “Металлообработка” Списка № 1 (раздел XI) и Списка № 2 (раздел XIV) производств, работ, профессий, должностей и показателей, дающих право на льготное пенсионное обеспечение, утв. постановлением Кабинета Министров СССР от 26.01.1991 № 10 (далее – Списки № 1 и № 2) , который содержит целый ряд подразделов, соответствующих конкретным видам металлообрабатывающих производств. К таким производствам относятся:

- литейное;
- кузнечно-прессовое;
- термическая обработка;
- котельные, судокорпусные, судостроительные и судоремонтные работы;
- производство покрытия металлов гальваническим способом;
- производство окрасочных работ;
- покрытие металла горячим способом;
- абразивное и графитно-тигельное производство;
- производство и ремонт мягких баков;
- производство шариков, роликов и гвоздей;
- обработка алмазов в бриллианты без применения робототехники.

Кроме того, данный раздел содержит подраздел 12 “Прочие профессии металлообработки”.

Подразделы раздела “Металлообработка” имеют свои особенности в части их применения на практике, поэтому есть смысл рассмотреть каждый из них в отдельности.

Литье – это процесс получения изделий (отливок) из различных материалов, в частности из металлов. Основными процессами литейного производства являются:

- приготовление формовочной и стержневой земли;
- приготовление форм и стержней;
- подготовка материалов для плавок и загрузки их в печи;
- плавка металла;
- заливка форм;
- выбивка литья из форм;
- обрубка и очистка отливок.

Помимо самого распространенного способа получения отливок – литья в песчаные формы, существуют и другие виды литья:

- кокильное литье – получение отливок в металлических кокилях;
- литье в оболочковые формы (корковые формы), состоящие из двух скрепленных полуформ, изготовленных из смеси мелкого кварцевого песка и пульвербакелита;
- литье по выплавляемым моделям, при котором отливки получают в неразъемной горячей и негазотворной оболочковой форме, а рабочая полость образована удалением литейной модели посредством ее выжигания или выплавления в горячей воде.

Широкое распространение в последнее время получило литье под давлением, осуществляющееся на литейных машинах с холодной и горячей камерами прессования. Активно используется в промышленности центробежное литье, когда формы устанавливают на литейных центробежных машинах.

Основание для назначения досрочного пенсионного обеспечения в некоторых случаях зависит от того, в каком виде литейного процесса занят работник. Например, выбивальщики отливок, занятые на выбивке литья по выплавляемым моделям, имеют право на досрочное назначение трудовой

пенсии по старости по Списку № 2, а выбивальщики отливок, занятые на выбивке литья, получаемого в земляных формах, – по Списку № 1.

Литейщики, работающие на машинах вакуумного и центробежно-вакуумного литья, пользуются правом на досрочное пенсионное обеспечение по Списку № 2. В то же время, если они производят указанные литейные работы на центробежных машинах, то пенсия назначается им по Списку № 1.

Основание для назначения досрочного пенсионного обеспечения рабочих, занятых на операциях обрубки и опиловки литья, зависит от способа обработки литья и вида применяемого при его обработке инструмента. Правом на досрочное пенсионное обеспечение по Списку № 1 пользуются обрубщики на наждаках и вручную, а также опиловщики фасонных отливок, занятые на работах с применением наждаков.

Литье вручную в соответствии с Единым тарифно-квалификационным справочником работ и профессий рабочих (далее – ЕТКС), выпуск 2, часть 1 (утв. постановлением Минтруда России от 15.11.1999 № 45), предполагает использование обрубщиками при обрубке литья зубила, молотка и пневмоинструмента.

Характеристикой работ, выполняемых опиловщиком фасонных отливок, указанная деятельность не предусмотрена, поэтому такие работники приобретают право на досрочное пенсионное обеспечение по Списку № 1 в том случае, если заняты опиловкой наждаками. Такие же права имеют и рабочие по профессии “Наждачник”. Всем остальным опиловщикам фасонных отливок, работающим в литейном производстве, досрочное пенсионное обеспечение предоставляется по Списку № 2.

В литейном производстве правом на досрочное пенсионное обеспечение по Списку № 2 пользуются формовщики ручной формовки, формовщики машинной формовки и формовщики по выплавляемым моделям

В 1969 г. профессия “Формовщик” в действовавшем тогда ЕТКС, выпуск 2, была унифицирована в профессию “Формовщик ручной формовки”, поэтому она не могла быть включена в современные Списки № 1 и № 2.

Вместе с тем профессия “Формовщик” была предусмотрена Списком № 2 производств, цехов, профессий и должностей с тяжелыми условиями труда, работа в которых дает право на государственную пенсию на льготных условиях и в льготных размерах, утв. постановлением Совмина СССР от 22.08.1956 № 1173 (далее – постановление Совмина СССР № 1173), который в соответствии с постановлением Правительства РФ от 24.04.2003 № 239 “О внесении изменений в пункт 1 Постановления Правительства Российской Федерации от 18 июля 2002 г. № 537” применяется при досрочном пенсионном обеспечении работников за период работы до 1 января 2002 г. Таким образом, время работы формовщиком в литейном производстве до 1 января 2002 г. может быть засчитано в стаж работы, дающей право на досрочное пенсионное обеспечение по Списку № 2.

При очистке и обрубке отливок удаляются литники и прибыли. Эти работы характеризуются повышенной запыленностью (силикозоопасная пыль) от пригаров формовочной земли. Очистку литья выполняют рабочие по профессии “Чистильщик металла, отливок, изделий и деталей”. Учитывая указанные условия труда, право на досрочное пенсионное обеспечение им так же, как обрубщикам и опиловщикам, может предоставляться по Списку № 1, если они выполняют обработку литья вручную внутри камер и в противогазах. При этом не имеет значения, чем обрабатывается литье (металлической дробью или кварцевым песком).

Воздействие силикозоопасной пыли на организм человека при очистке литья другим способом (например, в дробеметных камерах, очистных барабанах и дробеструйных аппаратах) значительно снижается, поэтому таким чистильщикам отливок в литейном производстве досрочное пенсионное обеспечение назначается по Списку № 2 .

В ЕТКС для всех производств (кроме химического) профессия контролера указана с уточнением производства (работ), в котором он занят. Например, ЕТКС, выпуск 2 (часть 1) предусматривает для литейного производства профессию “Контролер в литейном производстве”.

В литейном производстве правом на досрочное пенсионное обеспечение в соответствии со Списком № 2 пользуются “Контролеры в литейном производстве” (полное наименование профессии) при условии документального подтверждения их постоянной занятости в течение полного рабочего дня на участках плавки, заливки (разливки) металла, выбивки и обрубки литья.

“Контролер” – это неполное наименование профессии рабочего, выполняющего работы по контролю операций литейного производства и приемке отливок этого производства, без уточнения производства, в котором он занят. Некоторые предприятия используют именно такую формулировку, однако в такой ситуации целесообразно обратить внимание администрации на необходимость приведения наименования профессии рабочего в соответствие с ЕТКС.

В то же время в конечном итоге право контролера литейного производства на досрочную пенсию определяется не наименованием профессии, а местом выполняемой работы, поэтому период работы рабочего литейного цеха, который в трудовой книжке значится контролером, может быть засчитан в стаж работы, дающей право на досрочную пенсию в соответствии со Списком № 2.

Право на досрочное пенсионное обеспечение в соответствии со Списком № 2 в литейном производстве имеют также уборщики (позиция 2150100а-19252), выполняющие работы по уборке отработанной смеси, скрапа, литников, выпоров и других отходов литейного производства на отведенные места и в штабеля в помещениях литейных цехов и участков, а также по уборке отработанной смеси в туннелях.

Право на досрочное пенсионное обеспечение в соответствии со Списком № 1 в литейном производстве приобретают уборщики, занятые уборкой горелой земли в бункерах (в тоннелях) и горячего шлака.

Досрочное пенсионное обеспечение по Списку № 2 в литейном производстве установлено рабочим (крановщикам, шихтовщикам, весовщикам и др.), занятым на шихтовом дворе.

При этом под шихтовым двором понимается рабочее место, где выполняются работы по подготовке шихты (дробление чугуна, флюса, металлолома, разгрузка и погрузка лома в вагоны и т. д.). Оно может называться не только “шихтовым двором”, но и “шихтовым отделением”, “шихтовым участком” и т.п. При этом характер работы и условия труда занятых на таких рабочих местах рабочих не меняются.

Как правило, в литейном производстве литье после выбивки подвергается термической обработке. Эти работы производятся на участках термической обработки литья и являются составной частью технологического процесса литейного производства.

Таким образом, энергетики, электрики участков и цехов, механики участков и цехов литейного производства, занятые на работах по ремонту и обслуживанию оборудования (в т. ч. на участках термической обработки литья), могут пользоваться правом на досрочное пенсионное обеспечение по Списку № 2.

В действовавшем на момент утверждения Списков № 1 и № 2 Общесоюзном классификаторе профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов, утв. постановлением Госстандарта СССР от 27.08.1986 № 016 (далее – ОКПДТ), была предусмотрена профессия “Копровщик по разделке лома и отходов металла”. В соответствии с характеристикой работ, содержащейся в ЕТКС, выпуск 7 (утв. постановлением Госкомтруда СССР, Секретариата ВЦСПС от 27.12.1984 № 381/23-157), указанные рабочие выполняют разделку лома и отходов металла на молотах, прессах и копрах при подготовке шихты. Данная профессия предусмотрена в подразделе 2 раздела III “Металлургическое производство (черные металлы)”

Подразделом 1 раздела XIV “Металлообработка” Списка № 2 предусмотрена профессия “Копровщик” однако ее характеристики не

соответствует характеру работ, выполняемых в литейном производстве при подготовке шихты. Данное обстоятельство в некоторых случаях может вызвать определенные труд ности при установлении права на досрочное назначение трудовой пенсии по старости рабочих литейного производства, которые заняты в этой профессии.

При рассмотрении вопроса о досрочном пенсионном обеспечении указанных рабочих следует руководствоваться позицией 2150100а-1753б Списка № 2, в которой предусмотрены рабочие независимо от наименования профессии, занятые на разделке металла на шихтовом дворе.

Таким образом, наименование профессии “Копровщик”, установленное рабочим литейного производства, занятым на работах по подготовке шихты для печей и вагранок, не должно лишать их права на досрочное пенсионное обеспечение по Списку № 2.

Что касается наименования профессии рабочих, занятых на шихтовом дворе литейного производства выполнением работ по разделке металла при подготовке шихты для печей и вагранок, то им в соответствии с ЕТКС, выпуск 7 должна устанавливаться профессия “Копровщик по разделке лома и отходов металла”.

Работы по обслуживанию газового хозяйства плавильных, термических, нагревательных, кузнечных и других печей (кроме доменных) в соответствии с ЕТКС, выпуск 1 (утв. постановлением Госкомтруда СССР, Секретариата ВЦСПС от 31.01.1985 № 31/3- 30) входят в тарифно-квалификационные характеристики профессии “Газовщик”, предусмотренной в Списке № 1. Рабочим, которые выполняют работы по обслуживанию газового хозяйства литейного производства, устанавливается наименование профессии “Газовщик”. Рабочие этой профессии в некоторых случаях могут принимать участие в ремонте оборудования газового хозяйства, но это не является их основной обязанностью.

Таким образом, рабочим, которые заняты ремонтом оборудования газового хозяйства в литейном производстве, должно устанавливаться

наименование профессии “Слесарь-ремонтник”. Их досрочное пенсионное обеспечение рассматривается в соответствии со Списком № 2 (позиция 2150100а-18559).

Правом на досрочное пенсионное обеспечение в соответствии с позицией Списка № 2 пользуются транспортировщики в литейном производстве, занятые на обрубных, формовочных, стержневых и выбивных участках.

В зависимости от способа получения отливок на обрубных участках литейного производства могут производиться только обрубные работы (литье в кокиль, литье по выплавляемым моделям и др.) или работы по очистке отливок от формовочной земли после их выбивки и обрубные работы (литье в песчаные формы). Работы по очистке отливок выполняются непосредственно перед их обрубкой, поэтому в данном случае местом выполнения этих видов работ может быть обрубной участок или так называемый участок обрубки и очистки литья. В зависимости от объемов работ по очистке и обрубке литья эти работы могут выполняться в очистных отделениях (участках).

Литье для снятия внутреннего напряжения в отдельных случаях подвергается термической обработке. Участки, где выполняются эти работы термистами, как правило, относятся к горячим.

Следует иметь в виду, что транспортировщики в литейном производстве, занятые на горячих участках работ литейного производства (литейного цеха), пользуются правом на досрочное назначение трудовой пенсии по старости в соответствии с позицией Списка № 1.

5.3 Защита в чрезвычайных ситуациях

Выбор первичных и огнетушащих средств тушения пожара на объекте

Условия и способы прекращения горения.

Рассматривая понятие «пожар», мы говорим о том, что горение можно прекратить, снизив температуру продуктов сгорания в зоне реакции горения.

Существуют четыре способа понижения температуры горения и, следовательно, его прекращения:

- Воздействие на поверхность горящих материалов охлаждающими огнетушащими средствами;
- Создание между зоной горения и горючими материалами или воздухом изолирующего слоя из огнетушащих средств;
- Торможение скорости реакции горения воздействием на нее химическими огнетушащими средствами;
- Создание между зоной горения и другими объектами или вокруг нее газовой или паровой среды.

Поэтому для каждого способа прекращения горения необходим определенный набор огнетушащих средств.

К охлаждающим средствам можно отнести воду, водные растворы различных солей и углекислоту в снегообразном виде.

К разбавляющим средствам относятся углекислый газ, азот, водяной пар.

К изолирующим средствам – различные пены, огнетушащие порошки, песок.

Огнетушащими средствами химического торможения горения являются бромистый этилен и др. средства.

Несмотря на то, что все огнетушащие средства обладают комбинированным воздействием на процесс горения, их классифицируют по основной способности вещества.

Вода, попадая на горящий объект, в первую очередь снижает температуру в области горения.

Основное свойство пены – изоляция очага загорания.

При выборе средств тушения следует исходить из свойств горящих веществ и материалов, возможности получения наилучшего огнетушащего эффекта при минимальном их расходе.

Для предупреждения взрывов при аварийном выделении метана и тушения факела в закрытых объемах используют диоксид углерода CO_2 или азот N_2

Загорание ароматического вещества тушат тонкораспыленной водой и различными пенами.

Натуральные олифы легче воды и нерастворимы в ней, поэтому при тушении олифы, нитролаков нужно применять пену или тонкораспыленную воду.

Огнетушащие свойства воды.

Вода является универсальным огнетушащим веществом, кроме того, она весьма допустима и имеется на любом участке производства в неограниченном количестве. Так, для тушения небольших очагов загораний можно воспользоваться ближайшим водопроводным краном. Для подачи большого количества воды на предприятиях создают систему внутреннего пожарного водопровода.

Применение воды особенно эффективно при тушении твердых горючих материалов – дерева, бумаги, резины, тканей, являющимися наиболее часто горящими материалами при пожаре. Также водой хорошо тушить растворяющиеся в ней горючие жидкости – спирты ацетон, органические кислоты.

Огнетушащие свойства воды резко увеличиваются, если она попадает в зону горения в виде распыленных струй, что уменьшает ее расход.

Воду успешно используют для локализации очага загорания, когда пожар быстро ликвидировать не удается. В этом случае водой обливают все горючие вещества, материалы, конструкции и установки, расположенные в непосредственной близости к очагу загорания.

Именно так поступают в помещениях и на площадках, где установлены баллоны с различными сжатыми газами. Этот прием успешно используют до тех пор, пока баллоны или другие объекты не эвакуируются в безопасное место.

Вода при тушении пожаров весьма эффективна, однако использование ее в условиях предприятий радиоэлектроники реже ограничено. В первую очередь это связано с тем, что электропроводимость воды достаточно высока,

следовательно, ею тушить горящее электрооборудование, находящееся под напряжением нельзя.

Также воду нельзя применять, если в зоне пожара находятся щелочные металлы – натрий, калий.

Особенно опасно попадание воды в горящие масляные баки и другие емкости с горящими жидкостями или плавящиеся при нагревании твердыми веществами, так как в зависимости от количества воды температуры жидкости происходит либо ее бурное вскипание, либо разбрызгивание и выброс горящей жидкости в объем помещения. В результате увеличивается интенсивность горения и расширяется площадь пожара. В то же время использование распыленных водяных струй позволяет успешно тушить многие горючие жидкости, в том числе различные масла, керосин.

Первичные средства тушения пожаров

К первичным средствам пожаротушения относятся:

- Ящики с песком;
- Кошма 1*1 кв.м., асбестовое полотно;
- Огнетушители;
- Водопроводная вода

Асбестовое полотно и одеяло из кошмы применяют для тушения веществ и материалов, горение которых прекращается без доступа воздуха. Этими средствами полностью покрывают очаг пожара. Эти средства эффективны при пожаре, возникающем на гладкой поверхности (по полу помещения) и площади загорания меньше размера полотна или одеяла.

Песком тушат или собирают небольшие количества пролившихся ЛВЖ, ГЖ или твердых веществ, которые нельзя тушить водой.

Огнетушители

В настоящее время промышленность выпускает различные ручные, передвижные и стационарные огнетушители.

Для того чтобы успешно бороться с пожаром, необходимо четко знать возможности и области применения каждого огнетушителя.

По содержанию огнетушащего вещества и функциональному назначению огнетушители делятся на углекислотные, воздушно – пенные, порошковые и аэрозольные огнетушители .

Углекислотные огнетушители ОУ – 2; ОУ - 3; ОУ – 5; ОУ – 8:

Ручные огнетушители, представляют собой стальные баллоны с раструбом.

Для приведения огнетушителя в действие нужно снять огнетушитель с кронштейна, поднести к очагу пожара, сорвать пломбу, выдернуть чеку, перевести раструб огнетушителя в горизонтальное положение, направив на очаг пожара, нажать на рычаг.

Выходящая из баллона через раструб струя сжиженного диоксида углерода сильно охлаждается и переходит в газообразное состояние (снег).

Огнетушащий эффект обусловлен снижением концентрации кислорода в зоне горения и охлаждением горящего. Все три устройства предназначены для тушения начальных возгораний различных веществ и материалов, а также электрооборудование под напряжением до 1000в.

6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

6.1 Капитальные вложения. Амортизация

6.1.1 Общая сумма капитальных вложений

Общая сумма включает затраты на:

– строительство зданий и сооружений;

– оборудование;

– оборудование с коротким сроком службы;

– общезаводские объекты;

– оборотный капитал.

Строительство нового отделения отражательной плавки ведётся на территории завода, следовательно, нет необходимости покупать новый земельный участок.

Сумма капитальных вложений на здания и сооружения рассчитывается по формуле :

$$К=V * Ц,$$

где К – сумма капитальных вложений на здания и сооружения, руб.,

V – объём здания, $м^3$;

Ц– цена руб./ $м^3$.

$$К = 60\ 480 * 15000 = 907\ 200\ 000 \text{ руб.}$$

Таким образом, сумма необходимых капитальных вложений на здания и сооружения составляет 907,2 млн. руб.

Перечень и стоимость оборудования, а также затраты на их установку определены по данным прайс–листов заводов изготовителей. Полная стоимость оборудования приведена в таблице 25.

Сумма затрат на здания, сооружения и оборудование проектируемого отделения есть стоимость его основных фондов (ОПФ).

В капитальные вложения входят:

– стоимость общезаводских объектов (35% от стоимости ОПФ);

– оборотный капитал (в размере 15% от себестоимости продукции).

Результаты вышеперечисленных расчётов представлены в таблице 25.

Таблица 25 – Стоимость оборудования

Направления капитальных вложений	Кол–во, ед.	Цена, млн. руб./ед.	Сумма, млн. руб.
Печь дуговая	7	40,000	280,000
Кран	3	10,000	30,000
Выбивной барабан	1	30,000	30,000
Итого			340,000
Неучтенное оборудование			27,200
Итого общая стоимость оборудования			367,200
Транспортировка (10%)			36,720
Заготовительно–складские (2%)			7,344
Запасные части (4%)			14,688
Монтаж оборудования (15%)			55,080
Стоимость КИПиА (10%)			36,720
Стоимость спец.работ (5%)			25,704
Итого			543,456

Таблица 26 – Общая сумма инвестиций, тыс. руб.

Направления инвестиций	Сумма, млн.руб.
Здания и сооружения	907,200
Оборудование	543,456
Общезаводские объекты	507,730
Итого основной капитал	1 958,386
Оборотный капитал	163,199
Всего	2 121,584

6.1.2 Годовая сумма амортизации

Амортизация рассчитывается на основании данных о ОПФ по формуле :

$$A=H_i * Ф_i / 100,$$

где А – амортизация i– ого вида ОПФ, руб.,

H_i – норма амортизации по i– ому виду ОПФ, %;

$Ф_i$ – первоначальная стоимость i– ого вида ОПФ.

$$H_i=100/T_i,$$

где T_i – нормативный срок службы i–й группы ОПФ.

Сроки службы оборудования, зданий и сооружений составляют:

–здания и сооружения – 30 лет;

– всё оборудование – 15 лет.

Амортизационные отчисления по неучтённому оборудованию определяются в % (20% от суммы амортизации учтённого оборудования). Результаты амортизационных отчислений сведены в таблицу 7.3.

Таблица 27 – Годовая сумма амортизационных отчислений

Группы основных средств	Стоимость, млн. руб.	Норма амортизации, %	Сумма амортизационных отчислений, млн. руб./год
Оборудование	543,456	6,67	36,230
Неучтенное оборудование и общезаводские объекты	507,730	20,00	101,546
Здания и сооружения	907,200	3,33	30,240
Всего	1 958,386		168,016

6.2 Срок реализации проекта

Срок реализации проекта состоит из пред производственного периода (проектно–изыскательные работы и строительство) и периода производства продукции (освоение и работа на полную мощность). В данном проекте они составляют: строительство 2 года, освоение мощности 2 года (в том числе, на 50% – 1 год, на 75% – 2 год).

Общий период производства, исходя из службы основного оборудования, –10 лет.

6.3 Материальные затраты

Материальные затраты представляют собой часть переменных издержек на производство продукции и определяются по выражению:

$$МЗ=М_с + М_т + М_э,$$

где МЗ – материальные затраты, руб.;

$М_с$ – стоимость сырья и материалов, руб.;

$М_т$ – стоимость технологического топлива, руб.;

$М_э$ – стоимость энергии (электроэнергия, вода), руб.

6.4 Расчёт расхода и стоимости электроэнергии

Годовой расчёт электроэнергии определяется исходя из мощности установленных электропечей.

Действительное потребляемое количество электроэнергии ($У_{потр.}$) с учётом коэффициента спроса, КПД печей и сети составит:

$$У_{потр.}=1.2 * У_{с},$$

где $У_{с}$ – суммарное количество электроэнергии, кВт*час

Действительно потребляемое количество электроэнергии ($У_{потр.}$):

$$У_{потр.} = 1,2*1\ 509\ 948= 1\ 811\ 938 \text{ кВт*час}$$

Норма расхода электроэнергии на единицу выпускаемой продукции определяется по формуле: $Н_{э}= У_{потр.} / Q$,

где Q – годовой объём продукции, т.

$$Н_{э} = 1\ 811\ 938/ 17500 =103,54 \text{кВт*час./т}$$

6.5 Расчёт численности рабочих

Для расчёта необходимо составить проектный баланс рабочего времени одного человека (таблица 6.4).

Исходя из планируемого числа рабочих дней по балансу эффективного фонда (Ф) и режимного фонда рабочего времени ($Т_{р}$), определяется коэффициент подмены ($К_{п}$) для рабочих по формуле :

$$К_{п}=Т_{р} / Ф,$$

Для основных рабочих $К_{п}$равен:

$$К_{п} = 273/234 = 1,17$$

Таблица 28 – Баланс рабочего времени, дни

Показатели	Основные рабочие	Вспомогательные рабочие
Календарное число дней	365	365
Нерабочие дни, в том числе:	92	115
выходные	92	104
праздничные		11
Номинальный фонд рабочего времени	273	250
Планируемые невыходы, в том числе:	39	39
отпуск	28	28
болезни	8	8
выполнение гос. обязанностей	2	2
прочие	1	1
Действительный фонд рабочего времени, дни	234	211
Действительный фонд рабочего времени, час	1872	1688

Для вспомогательных рабочих $К_п$равен:

$$К_п = 250/211 = 1,18$$

Явочная численность основных производственных рабочих берётся по 42 человекав смену.

Списочная численность определяется по формуле:

$$Р_с=Р_я * С * К_п,$$

где $Р_с$ – списочная численность;

С – количество смен в сутки;

$К_п$ – коэффициент подмены.

$Р_с$ = 42*3*1,17 = 147 человек.

Результаты расчётов численности рабочих отделения представлены в таблице 6.5.

Таблица 29 – Расчёт численности рабочих

Группы и профессии	Количество смен в сутки	Явочное число		Коэффициент подмены	Списочное число рабочих
		в смену	в сутки		
Основные рабочие					
Литейщик	3	2	6	1,17	7
Литейщик	3	10	30	1,17	35
Литейщик	3	14	42	1,17	49
Машинист крана	3	10	30	1,17	35
Стропальщик	3	6	18	1,17	21
Итого		42	126		147
Вспомогательные рабочие					
Дежурный слесарь	3	2	6	1,18	7
Дежурный электрик	3	2	6	1,18	7
Слесарь ремонтник	3	24	72	1,18	85
Газорезчик	3	4	12	1,18	14
Электросварщик	3	8	24	1,18	28
Электрик	3	12	36	1,18	42
Итого		52	156		183
Всего		94	282		330

6.6 Годовой фонд заработной платы

Оплата труда рабочих производится по повременно – премиальной системе. При этой системе оплаты труда к сумме заработка по тарифу прибавляют премию в определённом проценте к тарифной ставке.

Полный расчёт годового фонда оплаты труда основных и вспомогательных рабочих приведен в таблицах 28 и 29

Для оплаты труда руководителей, специалистов и служащих тарифные условия предусматривают квалификационный справочник служащих, определяющий должностные обязанности, квалификационные требования к руководителям, специалистам.

В действующих схемах должностных окладов указывается разрыв между минимальными и максимальными размерами окладов с учетом сложности и ответственности работ. Также начисляется районный коэффициент 15% .Расчет фонда заработной платы руководителей, специалистов и служащих производится в следующем порядке:

– определяется сумма фонда заработной платы по окладам, для руководителей и специалистов расчет ведется на 12 месяцев;

– для сменного персонала (мастера, начальники участков) рассчитываются доплаты за работу в ночную смену, а также за работу в праздничные дни (по нормативам, установленным для рабочих);

– рассчитывается сумма премии;

– определяется доплата за вредные и (или) опасные условия труда для руководителей, специалистов и сменных мастеров отделения шахтных печей по I группе компенсаций;

–рассчитывается доплата по районному коэффициенту.

Полный расчёт годового фонда оплаты труда руководителей приведен в таблице 6.8.

Фонд дополнительной заработной платы принимается в размере 10% от основного фонда заработной платы.

Районный коэффициент принят на уровне 15%.

Таблица 30 – Заработная плата основных рабочих отделения

Наименование профессии	Дневная тариф.ставка	Разр.	$Ч_{яв.}$	$Ч_{сп.}$	Действительный ФРВ		Основная заработная плата, тыс.руб.						Основная зарплата, тыс. руб.	С учетом районного коэффиц., тыс.руб.	Дополнит.зарплата, тыс.руб.	Общий фонд заработной платы, тыс.руб.
					1 рабочего	всех рабочих	зарплата по тарифу	премия		доплата за работу в ночное время	доплата за праздн. дни	доплата за вредные условия труда				
								%	руб.							
Литейщик	219	3	6	7	1 872	13 104	2 866,50	80	2 293,20	573,30	86,00	343,98	6 162,98	7 087,42	708,74	7 796,16
Литейщик	188	4	30	35	1 872	65 520	12 285,00	80	9 828,00	2 457,00	368,55	1 474,20	26 412,75	30 374,66	3 037,47	33 412,13
Литейщик	156	5	42	49	1 872	91 728	14 332,50	80	11 466,00	2 866,50	429,98	1 719,90	30 814,88	35 437,11	3 543,71	38 980,82
Машинист крана	156	5	30	35	1 872	65 520	10 237,50	40	4 095,00	2 047,50	307,13	1 228,50	17 915,63	20 602,97	2 060,30	22 663,27
Стропаль-щик	125	4	18	21	1 872	39 312	4 914,00	40	1 965,60	982,80	147,42	589,68	8 599,50	9 889,43	988,94	10 878,37
Итого:			126	147		275 184	44 635,50		29 647,80	8 927,10	1 339,07	5 356,26	89 905,73	103 391,58	10 339,16	113 730,74

Таблица 31– Заработная плата вспомогательных рабочих отделения

Наименование групп и профессий рабочих	Тарифный разряд	Списочное число рабочих	Действительный фонд рабочего времени		Система оплаты труда	Тарифная ставка, руб./час	Фонд основной заработной платы, тыс. руб.							Фонд дополнительной заработной платы, тыс. руб	Всего годовой фонд заработной платы, тыс. руб
			одного рабочего	всех рабочих			фонд заработной платы по тарифу	доплаты							
								за вредность (12%)	за ночные часы (20%)	праздники (3%)	премии, 25%	прочие доплаты 2%	фонд заработной платы с учетом районного коэффициента		
Дежурный слесарь	5	7	1 688	11 816	ПП	250	2 954,00	354,48	590,80	88,62	738,50	59,08	5 503,30	550,33	16 053,63
Дежурный электрик	5	7	1 688	11 816	ПП	250	2 954,00	354,48	590,80	88,62	738,50	59,08	5 503,30	550,33	16 053,63
Слесарь ремонтник	4	85	1 688	143 480	ПП	169	24 212,25	2 905,47	4 842,45	726,37	6 053,06	484,25	45 107,42	4 510,74	49 618,16

Газорезчик	4	14	1 688	23 632	ПП	169	3 987,90	478,55	797,58	119,64	996,98	79,76	7 429,46	742,95	188 172,40
Электросварщик	5	28	1 688	47 264	ПП	219	10 339,00	1 240,68	2 067,80	310,17	2 584,75	206,78	19 261,56	1 926,16	21 187,71
Электрик	4	42	1 688	70 896	ПП	188	13 293,00	1 595,16	2 658,60	398,79	3 323,25	265,86	24 764,86	2 476,49	27 241,34
Итого		183		308 904			57 740,15	6 928,82	11 548,03	1 732,20	14 435,04	1 154,80	107 569,90	10 756,99	118 326,89

Таблица 32 –Расчет годового фонда заработной платы руководителей

Занимаемая должность	Коли-чество, чел.	Оклад тыс. руб. / месяц	Фонд основной заработной платы						Фонд доп.зар. платы (10%), тыс.руб.	Всего годовой фонд заработной платы, тыс.руб.
			сумма оклада за год, тыс.руб.	доплаты				фонд заработной платы с учетом РК (15%,) тыс.руб.		
				за вредность (12%)	за ночные часы (20%)	праздники (3%)	премии (50%)			
Нач. цеха	1	20	240,00				12,00	289,80	28,98	318,780

Зам.нач. цеха	1	18	216,00				10,80	260,82	26,08	286,902
Старший мастер	1	16	192,00				9,60	231,84	23,18	255,024
Старший мастер	1	16	192,00				9,60	231,84	23,18	255,024
Мастер смены	5	15	900,00	108,00	180,00	27,00	45,00	1 449,00	144,90	1 593,900
Итого	9		1 740,00	108,00	180,00	27,00	87,00	2 463,30	246,33	2 709,630

6.7 Накладные расходы

Накладные расходы – расходы, связанные с управлением, организацией и обслуживанием как в масштабе отделения (расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, цеховые расходы), так и в масштабе предприятия (общехозяйственные, внепроизводственные и прочие расходы).

6.7.1 Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования (РСЭО)

Они рассчитываются по укрупнённым данным. Смета расходов на содержание и эксплуатацию представлена в таблице 33.

Таблица 33 – Смета расходов на содержание и эксплуатацию оборудования

Статьи расходов	Пояснения к расчётам	Сумма, млн.руб.
Содержание и эксплуатация	2% от стоимости оборудования	10,869
Ремонт оборудования	10% от стоимости оборудования	54,346
ФОТ вспомогательных рабочих		118,327
Отчисления на социальные нужды	30% от ФОТ	35,498
Замена футеровки	3% от стоимости оборудования	16,304
Итого		235,343
Прочие расходы	20% от суммы предыдущих	47,069
Всего		282,412

6.7.2 Расходы по управлению отделением

Расходы на управление отделением рассчитываются по укрупнённым нормативам. Результаты расчетов представлены в таблице 34.

Таблица 34 – Смета цеховых расходов

Статьи расходов	Пояснения к расчётам	Сумма, млн. руб.
Фонд оплаты труда руководителей, специалистов, служащих		2,710
Отчисления на социальные нужды	30% к фонду оплаты труда руководителей, специалистов, служащих	0,813

Содержание зданий и сооружений	5% от стоимости зданий и сооружений	45,360
Ремонт зданий и сооружений	2% от стоимости зданий и сооружений	18,144
Затраты на охрану труда при нормальных условиях	15% к ФОТ основных и вспомогательных работающих	34,809
Итого		101,835
Прочие цеховые расходы	20% от суммы предыдущих расходов	20,367
Всего		122,202

6.7.3 Расходы по управлению и организации производства

По предприятию это общехозяйственные расходы, а также прочие производственные расходы. Они рассчитываются при проектировании укрупненно в размере 20% от расходов по переделу (цеховая себестоимость за вычетом затрат на сырьё и материалы).

Внепроизводственные расходы (расходы на продажу) принимаются на уровне 5% от производственной себестоимости.

Результаты расчётов накладных расходов представлены в таблице 35.

Таблица 35 – Смета накладных расходов

Статьи расходов	Сумма, млн. руб.
РСЭО	282,412
Цеховые расходы	122,202
ОХР	144,096
Итого	548,710
Расходы на продажу	174,319
Всего	723,029

6.8 Себестоимость продукции

Себестоимость продукции – важнейший показатель экономики проектируемого производства. Проектная калькуляция себестоимости представлена в таблице 36.

Таблица 36 – Проектная калькуляция себестоимости производства

Статья затрат	Сумма затрат	
	на единицу продукции, тыс. руб./т	на весь объём, млн. руб.
Материалы	27,33	2 596,065

Топливно-энергетические затраты	0,27	25,740
Итого материальных затрат	27,60	2 621,805
Заработная плата основных рабочих	1,20	113,731
Отчисления на социальные нужды	0,36	34,119
Расходы по подразделению, в т.ч.:		
Амортизация	1,77	168,016
РСЭО	2,97	282,412
Цеховые расходы	1,29	122,202
Цеховая себестоимость	35,18	3 342,286
ОХР	1,52	144,096
Производственная себестоимость	36,70	3 486,382
Расходы на продажу	1,83	174,319
Полная себестоимость	58,53	3 660,701

6.9 Цена продукции

Проектная отпускная цена рассчитывается по формуле :

$$Ц=С + р * С,$$

где С – проектная себестоимость единицы продукции, руб./т;

р – норматив рентабельности к себестоимости, доли единиц.

$$Ц = 58,53+ 0,30 * 58,53= 76,089 \text{ тыс. руб./т.}$$

7 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗРАБОТАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ «КРЫШКА» ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕСТОВ НА ТЕМУ: «ВИДЫ РАЗОВЫХ ЛИТЕЙНЫХ ФОРМ: ХАРАКТЕРИСТИКА, ПРИМЕНЕНИЕ».

Целью методической части дипломной работы является разработка контрольных заданий и урока теоретического обучения по теме: «Виды разовых песчано-глинистых форм: характеристика, применение» для подготовки квалифицированных рабочих по профессии «Наладчик формовочных и стержневых машин».

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить тарифно-квалификационную характеристику наладчика формовочных и стержневых машин 4 разряда;

- проанализировать государственный образовательный стандарт начального профессионального образования по профессии «Наладчик формовочных и стержневых машин»;

- предложить и обосновать перечень и объемы предметов теоретической подготовки общепрофессионального и профессионального циклов;

- выбрать предмет, рассмотреть его тематический план и выбрать тему для разработки урока теоретического обучения;

- разработать средства обучения для изучения выбранной темы;

- разработать конспект урока по выбранной теме.

7.1. Изучение квалификационной характеристики для профессии «Наладчик формовочных и стержневых машин».

Спроектированный сталелитейный цех мощностью 20000 тонн годного литья в год, оборудован современным технологическим оборудованием, которое необходимо для получения литья высокого качества, отвечающего всем требованиям конкурентоспособной продукции.

Большое значение в технологическом процессе выпуска отливок уделяется изготовлению литейной формы. Так как в спроектированном цехе произошла замена формовочного оборудования, то для работы в цехе требуется более квалифицированный персонал.

Существует документ ЕТКС, в котором содержатся характеристики по каждой рабочей профессии и по каждому квалификационному разряду. В нем даются сведения о том, что должен знать, уметь, и выполнять рабочий по данной профессии и разряду.

Была рассмотрена характеристика для наладчика формовочных и стержневых машин 3 и 4 разрядов.

Знания и умения, необходимые для присвоения 3 или 4 разряда представлены таблице 52.

Таблица 52 – Характеристика знаний и умений наладчика формовочных и стержневых машин

Разряд	Знания	Умения
3	Устройство и принцип работы	Наладка и регулирование

	обслуживаемых формовочных машин; номенклатура и характеристика модельно-опочного инвентаря; приемы и способы установки и наладки моделей, стержневых ящиков; правила и приемы формовки и сборки форм; назначение и условия применения контрольно-измерительных инструментов.	формовочных и стержневых машин грузоподъемностью до 1200 кг; доведение соосности полуформ при их сборке; установка, перестановка и отладка моделей, стержневых ящиков и приспособлений обслуживаемых машин. Проведение инструктажа формовщиков о правильных приемах управления машинами.

Окончание таблицы 52

Разряд	Знания	Умения
4	Требования, предъявляемые к формам и стержням; устройство и принцип работы формовочных шприц-машин и прессов; конструктивные особенности моделей, стержневых ящиков, штампов; технические требования, предъявляемые к отливкам; литейные свойства металлов; устройство контрольно-измерительного инструмента; устройство однотипных промышленных	Наладка и регулирование формовочных и стержневых машин грузоподъемностью до 2500 кг и однотипных пескодувных машин и пескометов. Установка, перестановка и отладка сложных моделей, стержневых ящиков, штампов и приспособлений. Обеспечение бесперебойной работы обслуживаемых машин. Участие в ремонте обслуживаемого оборудования и

	манипуляторов.	оснастки.

Наладчики 4 разряда производят более сложную работу по обслуживанию формовочного и стержневого оборудования, чем наладчики 3 разряда, соответственно для этого им требуется больший объем знаний.

Из этого можно сделать вывод, что для спроектированного цеха, в котором применяется современное высококачественное формовочное оборудование, требуются наладчики 4 разряда.

7.2. Анализ государственного образовательного стандарта по профессии «Наладчик формовочных и стержневых машин»

Был изучен ГОС по профессии «Наладчик формовочных и стержневых машин». Ознакомившись с пояснительной запиской, была проанализирована профессиональная характеристика.

Структура профессиональной характеристики:

- название профессии;

- назначение профессии;

- квалификация (отвечает за уровень образования и описывает как повышать квалификацию);

- содержательные параметры профессиональной деятельности.

В профессиональной характеристике можно выделить несколько блоков знаний и умений, которыми должен овладеть наладчик формовочных и стержневых машин. Это такие блоки как: техника, технология, сырье и материалы, экономика и управление на предприятии.

Профессиональная характеристика ГОС НПО в полной мере раскрывает требования к знаниям и умениям рабочих по профессии наладчик формовочных и стержневых машин, и является основным документом для создания модели выпускника.

Был проведен анализ профессиональной характеристики, а именно, выделены крупные блоки знаний и умений, относящиеся к технике, технологии, сырью и материалам, экономике.

Был рассмотрен документ «Федеральный компонент содержания профессионального циклов обучения».

В настоящем документе более подробно определено содержание профессионального образования. Федеральный компонент содержания - это минимум содержания образования, который должен быть усвоен, чтобы обеспечить единство образовательного пространства. Он обязателен для всех учебных заведений.

Учебные элементы - представляют собой изучаемые объекты, факты, явления, понятия, закономерности, процессы и их характеристики и т.п. Для учебных элементов предусматриваются 3 уровня усвоения материала:

1 уровень - узнавание изученных ранее объектов, свойств, процессов в данной профессиональной деятельности и выполнение действий с подсказкой;

2 уровень - самостоятельное выполнение по памяти типового действия;

3 уровень - продуктивное действие, т.е создание алгоритма деятельности в нетиповой ситуации на основе изученных ранее типовых действий.

В изучаемом документе были обнаружены следующие объекты стандартизации:

– квалификационные требования;

– содержание образования (циклы, блоки, предметные области);

– уровни усвоения материала;

– уровень предшествующего образования.

Был проведен анализ федерального компонента содержания профессионального и специального циклов обучения, а именно, рассмотрели учебные элементы содержания профессионального образования.

7.3. Выбор и обоснование перечня и объема предметов теоретической подготовки

Нами был рассмотрен рабочий учебный план для подготовки рабочих по профессии «Наладчик формовочных и стержневых машин». В рабочем учебном плане дается перечень предметов, определяется порядок и последовательность их изучения, указывается количество часов, перечисляются экзамены, устанавливается режим учебных занятий и структура учебного года.

Рассмотренный рабочий учебный план не нуждается в доработке, так как в нем выполняются следующие дидактические принципы:

– систематичность обучения (все предметы обладают непосредственной связью, выполняется за счет увеличения числа предметов и уменьшения объема часов);

– последовательность (от основ теории к практике, от основных к специальным знаниям);

– профессиональная мобильность, т.е. широта дисциплин, гуманитарная, научная и техническая подготовка;

– принцип научности (наличие фундаментальных дисциплин);

– принцип информатизации;

– принцип информационной насыщенности, т.е. многообразие дисциплин, использование резервов времени, факультативы;

– принцип гуманизации (многосторонняя подготовка, отсутствие перегрузки, бережное отношение к учащимся).

Проанализировав рабочий учебный план, мы выделили ряд учебных предметов, которые могут опираться на материалы дипломного проекта. Рассмотрев тематические планы предметов: «Материаловедение» (таблица 53) и «Общая технология литейного производства» (таблица 54), мы выбрали тему урока максимально связанную с материалами дипломного проекта: «Технология изготовления разовых песчано-глинистых форм».

Таблица 53 - Тематический план предмета «Общая технология литейного производства» [23]

	Темы	Количество часов
	Введение	2
	Литейные сплавы	4
	Технология изготовления разовых песчано-глинистых форм	10
	Приготовление литейных расплавов	6
	Заливка форм	2
	Выбивка, очистка, обрубка и термическая обработка отливок	4
	Контроль качества и отделка отливок	8
	Специальные методы литья	6

	Перспективы развития литейного производства	2
0	*Основные сведения о стандартизации и качестве продукции*	6

Таблица 54 - Тематический план предмета «Материаловедение» [23]

№	Темы	Количество часов
1	Введение	2
2	Основные сведения о строении, свойствах, методах испытания металлических материалов	10
3	Основные сведения из теории сплавов	12
4	Чугуны	6

Окончание таблицы 54

№	Темы	Количество часов
5	Сталь	8
6	Термическая и химико-термическая обработка металлических материалов	16
7	Цветные металлы и сплавы	12
8	Твердые сплавы и минерало-керамические	4

	материалы	
9	Неметаллические материалы	6
10	Пути повышения эффективности использования конструкционных материалов	2

Тема программы предмета «Общая технология литейного производства»: «Технология изготовления разовых песчано-глинистых форм» непосредственно связана с производством отливки «Корпус», так как способом производства отливки является литье в разовую форму.

Количество часов на изучение выбранной темы сокращать не следует, так как наладчики формовочных и стержневых машин должны подробно изучить технологию изготовления форм, чтобы обеспечить бесперебойную работу формовочного оборудования.

Для составления урока выбираем тему: «Виды разовых литейных форм: характеристика, применение».

7.4 Разработка средств обучения для урока «Виды разовых литейных форм: характеристика, применение».

Для проведения урока необходимы средства обучения, исходя из этого, нами были разработаны тесты для урока по теме: «Виды разовых литейных форм: характеристика, применение».

В качестве средств обучения выступили разработанные нами карточки с заданиями и бланки для ответов. Средства разработаны в соответствии с принципами дидактики:

1. Соответствие ГОС НПО;
2. Соответствие дидактическим принципам:

- научность;

- системность;

- доступность;

Содержание тестов включают те вопросы, которые с точки зрения подготовки специалиста имеют практическое значение в развитии его умений и навыков. Выполнение учащимся тестов направлено: на обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин математического и общего естественнонаучного, обще-профессионального и специального циклов; на выработку при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность.

Тесты должны быть организованы так, чтобы учащийся проявил активность, и направил ее на раскрытие существующих сторон изучаемой темы [20].

Чтобы разработать тесты, мы опираемся на учебное пособие «Методика профессионального обучения» Н.Е. Эргановой и соглашаемся с ее мнением о разработке тестов.

В выбранном литературном источнике описывается следующая классификация тестов [20]:

- в тестах первого уровня выполняется алгоритмическая репродуктивная деятельность с подсказкой, так как правильный ответ содержится в самом задании.

Тесты на опознание. В них одна существенная операция – выбор из альтернативы «ДА» - «НЕТ».

Тесты на различие. Этот вид тестов отличается от тестов на опознание тем, что их выполнение осуществляется в условиях поиска, создаваемого рядом стоящими вариантами ответов.

Тесты-классификации. В них соединены несколько тестов на различие.

- в тесты второго уровня включаются специальные задания для проверки знаний, позволяющие воспроизвести информацию по изучаемым учебным элементам без опоры на помощь и подсказку извне.

Тесты подстановки. В них, как правило, бывают пропущены ключевые понятия, фразы, формулы или другой какой-либо существенный элемент текста.

Конструктивный тест. В него включаются задания, требующие самостоятельного конструктивного ответа: воспроизвести формулировку; дать характеристику; написать формулу; проанализировать явление.

Тест-типовая задача. Содержит условия, необходимые для решения, то есть данные и требования того, что необходимо найти в ходе решения задачи.

- тесты третьего уровня используются тогда, когда требуется определить умение учащихся выполнять предварительные преобразования с условиями задачи и методиками их решения.

Тест-нетиповая задача. Решение нетиповой задачи состоит в сведении ее к типовой задаче путем преобразования известных формул или нахождения алгоритма решения.

Тест «черный ящик». В него, как правило, включена проблемная ситуация, решение которой содержится в известных для учащихся материалах.

Тестирование будет проводиться на этапе первичного закрепления пройденного материала в следующей последовательности: выдача карточек с вопросами и бланков для ответов; описание порядка выполнения работы; оговорить количество времени, отведенное на выполнение заданий; сбор бланков с ответами.

Карточки с тестами составлены для одного варианта, первого и второго уровня, вопросы размещены по уровням. Вопросы выбраны несложные, соответствующие пройденной теме, поэтому на тестирование отводится 10 минут.

Контрольные задания представлены в приложении работы (приложение 1).

7.5 Разработка методики и фрагмента плана-конспекта урока по предмету «Общая технология литейного производства» при обучении наладчиков формовочных и стержневых машин

Для обоснования необходимости данного средства обучения мы приводим описание его применения. В качестве описания предоставлен фрагмент конспекта урока (таблица 55).

План-конспект урока:

1. Профессия – наладчик формовочных и стержневых машин.

2. Курс 1.

3. Предмет – общая технология литейного производства.

4.Тема программы - «Технология изготовления разовых песчано-глинистых форм».

5. Тема урока: «Виды разовых литейных форм: характеристика, применение».

6. Тип урока: комбинированный. Общее время урока – 45 минут.

7. Методы обучения (основные): по источнику знания – словесные (рассказ-объяснение), наглядные (изобразительные), по организации познавательной деятельности – объяснительно-иллюстративный.

8. Цели урока:

Образовательная – ознакомить учащихся с видами разовых литейных форм, их применением.

Воспитательная - воспитывать интерес к будущей профессии. Развивающая – развивать внимание, память, способность систематизировать факты.

Структура урока:

- Организационный момент- 2 мин.

- Мотивация- 1мин.

- Проверка домашнего задания- 5 мин.

- Подготовка к восприятию нового материала - 1 мин.

- Целеполагание - 1 мин.

- Актуализация- 2 мин.

- Изложение нового материала- 18 мин.

- Первичное закрепление нового материала- 12 мин.

- Подведение итогов- 2 мин.

- Выдача домашнего задания- 2 мин.

Таблица 55 – Фрагмент плана-конспекта урока

Этапы урока, затраты времени	Содержание учебного материала	Описание методики осуществления учебных действий
Первичное закрепление	Мы завершили рассмотрение пунктов нашего плана урока и самое время перейти к проверке ваших знаний. Сейчас мы проверим, как вы усвоили сегодняшний материал урока. Для этого я проведу тестирование. Я раздам вам карточки с вопросами и бланки для ответов. На выполнение задания отводится 10 минут. В карточке с заданиями 10 вопросов двух видов: с выбором правильного ответа и с дополнением пропущенной фразы. Вы внимательно читаете инструкцию к заданиям, и пишите выбранный вариант в бланке для ответов. Вы получили карточки и бланки. Если готовы, можете приступать к выполнению	Перейти к закреплению материала. Рассказываю, объясняю, как будет происходить проверка усвоенного материала. Сообщить о времени выполнения задания. Кратко рассказать из чего состоят тестовые задания. Объяснить, как отвечать на вопросы тестов, как заполнять бланк ответов. По ходу объяснения следить за дисциплиной. Если есть учащиеся, которые отвлекаются, попросить повторить одного из них, как выполнять тестовые

	задания. Можете задавать вопросы, если будут сложности с заполнением бланка ответов. Результаты теста будут оглашены на следующем уроке.	задания. Выдаю карточки каждому учащемуся. Во время проведения тестирования хожу по аудитории, поддерживаю дисциплину. После того, как учащиеся ответят на вопросы, собрать бланки и сообщить, когда будут известны результаты теста.

В итоге мы пришли к следующим результатам работы:

- Изучили квалификационную характеристику для профессии «наладчик формовочных и стержневых машин», используя ЕТКС (Единый тарифный квалификационный справочник).
- Разобрали перечень и объем тем теоретической и производственной подготовки.
- Выбрали тему «Виды разовых литейных форм: характеристика, применение», при изучении которого возможно использование материалов дипломного проектирования.
- Разработали средства для проведения контроля на уроке - тесты на выбранную нами тему по предмету, в котором максимально будут полезны результаты дипломного проектирования.
- Разработали методику применения тестов для проверки знаний в виде фрагмента урока на этапе первичного закрепления. Описали процесс проведения тестирования.

Заключение

В данном дипломном проекте нашли применение эффективные технологии производства отливок и современное оборудование для литейных процессов.

Для обеспечения заданного масштаба производства (17500т/год) необходимо использовать 7 дуговых печей.

Процесс изготовления литейных форм для отливки «Крышка» осуществляется при помощи ХТС. Выбивка форм механизирована.

В работе была спроектирована литейная форма, модельный комплект и стержневой ящик.

Данный проект можно использовать как аванпроект при проектировании машиностроительного предприятия.

Список использованных источников

1. В.Н. Иванов Специальные виды литья: Учебное пособие Подред. В.С. Шуляка. – М.: МГИУ, 2007 – 312 с.

2. Логинов И.З. Проектирование литейных цехов. Минск: изд. Высшая школа, 1975.

3. Вереш А. Очистка отливка, М: Машиностроение, 1982г.

4. Свердов В.И. Механизация и автоматизация процессовзаливки форм, выбивки и очистки отливок, М: Машиностроение, 1969г.

5. Трухов А.П. Технология литейного производства: Литье в песчаные формы, М: Издательский центр «Академия», 2005г.

6. Титов П.Д., Степанов Ю.А. Технология литейного производства, М: Машиностроение, 1974г.

7. В.С. Шуляк. Проектирование литейных: Учебное пособие. – М.:МГИУ, 2004. – 92 с.

8. ГОСТ 977 – 88 Отливки стальные. Общие технические условия – Переизд. Янв. 1990 с изм. 1- М.: Издательство стандартов, 1994.

9. ГОСТ 26645-85 Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку – Переизд. Янв. 1990 с изм. 1- М.: Издательство стандартов, 1994.

10. В.А. Озеров и др. Литье по выплавляемым моделям. – 4 – е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1994. – 448 с.

11. В.Г Зиненко, О.Л. Широкова Бизнес-план по проектированию литейного цеха: методические указания к дипломному проекту. – М.: МГИУ, 2009

12. Гини Э.Ч. Технология литейного производства: Специальные виды литья. – М.: Академия, 2005. – 352 с.

13. Фанталов Л.И., Кнорре Б.В., Основы проектирования литейных цехов и заводов, выпуск 2, М.: Машиностроение, 1979.

14. Под общей редакцией Ямпольского Е.С. Проектирование машиностроительных цехов и заводов. Справочник в 6 томах. Под редакцией Шестопал В.М., том 2, М.: Машиностроение 1974.

15. Паршин И.П., Коротин И.М., Выбивка, очистка и обрубка отливок издание второе М.: Высшая школа 1973.

16. П.Н. Аксенов «Оборудование литейных цехов» издание 2ое переработанное. Москва, Машиностроение, 1977 г. – 510 с.

17. И.В. Матвеенко, В.Л. Тарский «Оборудование литейных цехов» второе издание переработанное и дополненное. Москва, Машиностроение, 1985 г. – 399 с.

18. Дунаев П. Ф., Леликов О. П. Конструирование узлов и деталей машин; Учеб. Пособие для техн. спец. вузов. - 7-е изд., испр. - М.; Высш. шк., 2001.-447с,; ил.

19. «Выбивной барабан» http://studopedia.ru/1103194_vibivnoy-baraban.html

20. Тайц Б. А. Приоизводство зубчатых колес, Справочник - 3-е изд., - М.: Машиностроение, 1990 - 464 с

21. Чернилевский Д. В. Детали машин и основы конструирования - М.: Машиностроение, 2006 - 651 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Тестовые задания для проверки усвоения материала по теме: «Виды разовых литейных форм: характеристика, применение»

1. Ответьте на вопрос:

   Можно ли использовать разовую форму для заливки металлом более одного раза?

2. Ответьте на вопрос:

   Относятся ли химически твердеющие формы к разовым литейным формам?

3. Выберите правильный вариант ответа:

   Какой вид разовых форм подвергается сушке с целью дополнительного упрочнения, и влага удаляется из всей формы?

   а) сырая

   б) сухая

   в) химически твердеющая

   г) подсушенная

4. Выберите правильный вариант ответа:

   Какие отливки целесообразно изготавливать в сырых формах?

   а) мелкие

   б) крупные

   в) сложной конфигурации

5. Выберите правильный вариант ответа:

а) тепловая

б) химическая

6. Выберите правильный вариант ответа:

Отливки, какой массы получают в средних формах?

а) до 100 кг

б) до 1 т

в) до 5т

7. Сопоставьте понятия:

а) сырая форма	1) упрочнение происходит самопроизвольно
б) сухая форма	2) упрочнение до определенной глубины
в) подсушенная	3) влага удаляется из всей формы
г) химически твердеющая	4) не подвергается упрочнению

8. Дополните:

Разовые литейные формы делятся на:

1)_____

2)_____

3)_____

4)_____

9. Дополните:

_____ называют разовую форму, изготавливают из песчано-глинистой смеси путем _____.

10. Дополните:

По размеру формы делятся на _____, _____, _____.

Эталоны ответов:

1. нет; 2. да; 3. б); 4. а); 5. б); 6. б); 7. а)4, б)3, в)2, г)1; 8. песчаные, керамические, песчано-цементные, гипсовые; 9. песчаной, уплотнения; 10. мелкие, средние, крупные.