

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(национальный исследовательский университет)»
Факультет заочный
Кафедра «Литейное производство»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой.
д. т. н. профессор
/Б. А. Кулаков
«__»_____2018г.

Технология изготовления отливки "Полумуфта"

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-22.03.02.2018.537.00.00 ПЗ ВКР

Нормоконтролер
доцент, к.т.н.
О.М. Заславская
«__»_____2018г.

Руководитель проекта
профессор, д.т.н.
Л.Г. Знаменский
«__»_____2018г.

Автор проекта
студент группы
ПЗ-537
А.Б. Горовой
«__»_____2018г.

АННОТАЦИЯ

Горовой А.Б. Технология изготовления отливки «Полумуфта». Челябинск: ЮУрГУ, ПЗ – 537, 2018, 73 с., библиогр. список – 16 наим., 4 листа чертежей ф. А1, 2 плаката ф. А1.

Выпускная квалификационная работа посвящена разработке технологии изготовления отливки «Полумуфта» из стали 20Л по ГОСТ 977-88.

После изучения технических требований на деталь, было предложено для производства данной отливки использовать одноразовую песчаную форму на основе ХТС (α – set процесс) и стержни (β – set процесс).

Дано описание технологических процессов выплавки стали, приготовления формовочных и стержневых смесей, изготовления форм и стержней, произведен расчет литниково – питающей системы.

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ							
<i>Из м</i>	<i>Лис т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дат а</i>								
<i>Разраб.</i>	<i>Горовой А.Б.</i>				Технология изготовления отливки «Полумуфта»			<i>Лит.</i>	<i>Листов</i>	<i>Лист</i>		
<i>Провер.</i>	<i>Взнаменский Л.Г.</i>							<i>Д</i>	<i>73</i>	<i>3</i>		
<i>Т.конт</i>								ЮУрГУ Кафедра ЛП				
<i>Н.конт.</i>	<i>Ваславская О.М.</i>											
<i>Утв.</i>	<i>Кулаков Б.А.</i>											

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ	7
1.1 Внедрение перспективных технологий	11
2 ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ	13
2.1 Анализ технологичности отливки	13
2.2 Выбор способа изготовления отливки	15
2.3 Выбор положения отливки в форме	16
2.4 Определение поверхности разъема формы	16
2.5 Определение припусков на механическую обработку	18
2.6 Определение формовочных уклонов и галтелей	19
2.7 Определение литейной усадки	21
2.8 Определение количества и конструкции стержней	22
2.9 Разработка конструкции и расчет прибылей	22
2.10 Разработка конструкции и расчет литниковой системы	25
2.11 Определение габаритов формы	29
2.12 Выбор модельного комплекта	30
2.13 Выплавка металла	31
2.14 Изготовление форм и стержней	36
2.15 Разработка технологии обрубки, очистки и окраски отливок	43
3 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХТС ДЛЯ СТАЛЬНОГО ЛИТЬЯ	45
3.1 Вакуум – процесс (V – процесс)	45
3.2 Сейатцу – процесс	47
3.3 Литье по газифицируемым моделям	48
3.4 Безопочная формовка (ХТС – процесс)	49
3.5 Смеси холодного отверждения	51
3.6 Свойства и необходимые количества α – Set смола и отвердителей	54

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис т 4
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		

3.7 Требования, предъявляемые к свежему песку	55
3.8 Требования, предъявляемые к регенерированному α – Set – песку	56
3.9 Факторы, влияющие на отверждение смеси	56
3.10 Смесители, подходящие для α – Set – процесса	57
3.11 Краткое описание фирмы IMF	58
4 БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОЕКТА	63
4.1 Безопасность труда	63
4.2 Производственная пыль	63
4.3 Микроклимат	64
4.4 Производственный шум	65
4.5 Освещение	66
4.6 Электробезопасность	67
4.7 Пожарная безопасность	68
4.8 Вентиляция и отопление	69
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	71
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	72

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис
						т
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата а		5

ВВЕДЕНИЕ

Цель литейного производства состоит в получении отливок, литых металлических заготовок с помощью заливки расплавленного металла или сплава в литейную форму. Литейным производством занимались еще древние люди. Первые литые изделия получали еще во втором тысячелетии до нашей эры, первые заготовки методом литья получали из бронзы, позднее люди смогли освоить литье из чугуна. Стальные отливки начали получать лишь в девятнадцатом веке, а литые детали из алюминиевых и магниевых сплавов – всего несколько десятилетий назад.

Литейное производство имеет большое значение в машиностроении и приборостроении, в этих отраслях нет ни одной области, которая может обойтись без литых заготовок. В машиностроении применяют около 50 % литых деталей от массы машин и механизмов, в станкостроении – около 80 %. Необходимость применения литья, несмотря на более высокую стоимость по сравнению с другими видами заготовок, обоснована рядом преимуществ литейного производства по сравнению с другими способами. Литьем получают детали как простой, так и очень сложной формы, с фасонными внутренними полостями, которые нельзя или очень трудно получить другими способами. Масса отливок колеблется от нескольких граммов до нескольких сот тонн.

Все существующие способы литья можно условно разделить на две группы: литье в песчаные формы и специальные способы литья. Наибольшая доля отливок получается литьем в песчаные формы – примерно 70 %.

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис
						т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		б

1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ

Литейное производство России является основной базой машиностроительного комплекса и его развитие зависит от темпов развития машиностроения в целом. Перспективы развития литейного производства определяются потребностью в литых заготовках, их динамикой производства, авторитетом литейных технологий и конкурентной способностью среди развитых зарубежных стран.

В 2011 году в мире было произведено 98,6 млн. тонн отливок из черных и цветных сплавов, в том числе в России 4,3 млн. т, что составляет 4,36%

Выпуск отливок по странам приведен на рисунок 1.1, из которого видно, что лидирующее место в производстве отливок занимает Китай, который сегодня производит около половины мирового выпуска литых заготовок. Россия занимает 6 – е место после Китая, США, Индии, Германии и Японии.

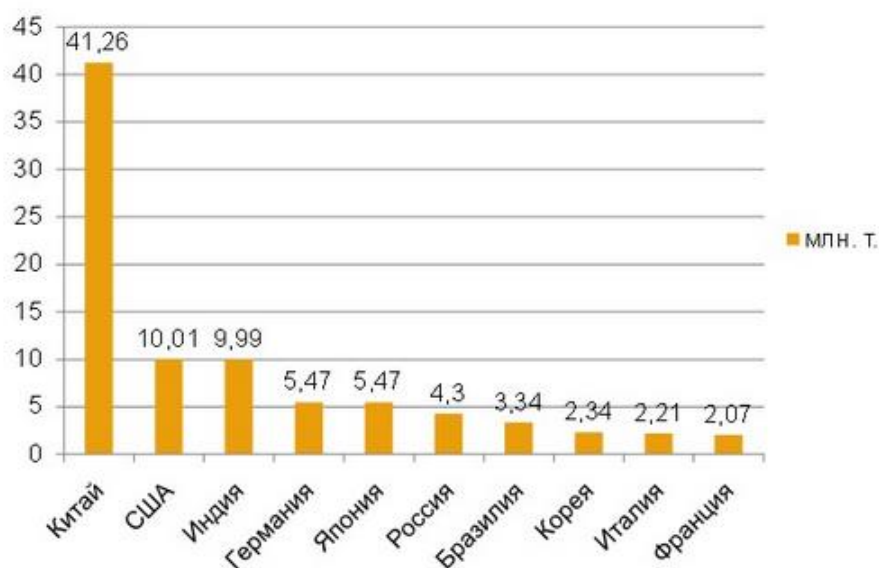


Рисунок 1.1 – Выпуск отливок по странам в 2011 г

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		7

Литейное производство в России занимает лидирующее положение среди таких заготовительных баз машиностроения, как сварка и кузница. Коэффициент использования металла (от 75 до 95%). С другой стороны, литейное производство является наиболее наукоемким, энергоемким и материалоемким производством. Для производства 1 тонны отливок требуется переплавка 1,2...1,7 тонн металлических шихтовых материалов, ферросплавов и флюсов, переработка и подготовка 3...5 тонн формовочных песков (при литье в песчано – глинистые формы), 3...4 кг связующих материалов (при литье в формы из ХТС) и красок. В себестоимости литья энергетические затраты и топливо составляют 50...60%, стоимость материалов 30...35% [1].

Динамика производства отливок в России с 1990 по 2012 гг. приведена на рисунок 1.2. Наиболее высокие объемы производства отливок были в 1985 г. и составляли 18,5 млн. тонн. После этого начался резкий спад производства, связанный с нарушением общих принципов кооперации машиностроительной продукции между республиками СССР, приватизацией и ликвидацией предприятий. В последние годы производство отливок из черных и цветных сплавов стабилизировалось на уровне 4,2 – 4,4 млн. тонн.



Рисунок 1.2 – Объемы производства отливок в России с 1990 по 2012 гг.

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		8

Общее число литейных предприятий в России составляет около 1250, которые производят отливки, оборудование, сопутствующие материалы.

Выпуск отливок на одного работающего в 2012 г. составил около 14,3 тонн в год.

В литейном производстве машиностроения и металлургии (по экспертной оценке) занято около 300 тыс. человек, в том числе 90% рабочих, 9,8% инженерных и 0,2% научных работников.

Основное количество литейных предприятий в России (78%) составляют небольшие литейные цехи с объемом выпуска до 5000 тонн литья в год.

В настоящее время экспорт отливок составляет 30 тыс. тонн в год в такие страны, как Германия, Англия, Франция, Израиль, Швеция, Норвегия, Финляндия, импорт составляет около 70 тыс. тонн.

Объемы производства отливок существенно зависят от объемов производства отечественного литейного оборудования для собственных нужд и поставки на экспорт.

Ряд основных производителей литейного оборудования в России сохранили и расширили свою специализацию, однако они не удовлетворяют потребность литейных цехов и заводов. В России не производится следующее оборудование:

- автоматические и механизированные линии для изготовления безопочных форм из песчано – глинистых и холоднотвердеющих смесей;
- машины для изготовления форм из песчано – глинистых смесей с размером опок от 400x500мм до 1200x1500мм;
- машины для изготовления литейных стержней по горячей и холодной оснастке;
- оборудование для покраски литейных форм;
- кокильные машины;
- машины для литья под низким давлением;
- машины для центробежного литья;
- индукционные печи средней частоты емкостью более 10 тонн для выплавки чугуна и стали;

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
	т			а

22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ

лист
т
9

- смесители периодического и непрерывного действия для приготовления холоднотвердеющих смесей производительностью более 10 тонн/час;
- оборудование для регенерации холоднотвердеющих смесей производительностью более 10 тонн/час.

В 2012 г. импорт оборудования, запасных частей и приспособлений для литейного и смежных производств из всех стран мира составил около 705 млн. дол. США [2].

Динамика импорта литейного оборудования со всех стран мира с 2007 по 2012 гг. (млн. дол. США) представлена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Динамика импорта литейного оборудования с 2007 по 2014гг

2007	2008	2009	2010	2011	2014
833,1	948,1	632,2	499,15	676,24	1081,5

Наиболее высокие объемы поставок литейного оборудования в Россию из всех стран мира до 2012 г. были в 2008 г., но в 2012 г. объем поставок оборудования вырос и составил более 1 млрд. дол. США. Поставки только литейного оборудования составляют 720 млн. долларов США, на остальные 259,5 млн. дол. США в Россию поставлены отливки, изложницы, поддоны, различные приспособления и приборы, в том числе для литейных цехов металлургического производства. Литейное оборудование в основном поставляется из Германии и Италии. В целом, из зарубежных стран закупается 72% литейного оборудования. Поэтому производство отливок для изготовления отечественного оборудования сокращается.

Несмотря на низкий уровень объемов производства отливок в последние годы многие заводы проводят реконструкцию литейного производства на базе новых технологических процессов и материалов, перспективного оборудования.

Основной целью реконструкции является расширение объемов производства, повышение качества продукции, отвечающего современным требованиям

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		10

заказчика, улучшение экологической ситуации и условий труда. При проведении реконструкции требуется глубокое изучение рынка сбыта продукции, анализ современных технологических процессов, оборудования и материалов, разработка оптимальной технологической планировки и расстановки оборудования, разработка рабочего проекта. Для технологического и рабочего проектирования нужны квалифицированные специалисты. К сожалению, сегодня в России ограниченное количество организаций, способных полностью взять на себя технологическое и рабочее проектирование цеха или участка. Поэтому создаются творческие группы специалистов и организаций, выполняющих данного рода работы.

За последние 3 года реконструировалось полностью или частично более 90 литейных цехов и участков.

Реконструкция цехов и заводов осуществляется на базе механизированных линиях, заменяя ручной труд. Только за последние 4 года (2008 – 2012 гг.) в литейных цехах установлено 25 автоматизированных и механизированных линий для изготовления литейных форм.

1.1 Внедрение перспективных технологий

Для получения чугуна и стали перспективными являются технологические процессы плавки в индукционных и дуговых электропечах, обеспечивающих стабильно заданный химсостав и температуру нагрева расплава для проведения эффективной внепечной обработки.

Для плавки чугуна перспективными являются:

- Индукционные тигельные печи средней частоты емкостью до 10...15 тонн.

Такие печи производят отечественные фирмы: ООО „РЭЛТЕК“, Екатеринбург, ОАО „Электротерм-93“, г. Саратов, ОАО „Новозыбковский завод электротермического оборудования“, ООО „Курай“, г. Уфа, ЗАО НПП „Институт Электротехнологий“, Екатеринбург, ООО „СОДРУЖЕСТВО“ и другие, а также иностранные фирмы АВР, Юнкер (Германия), „Индуктотерм“, „Аякс“

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
	т			а

22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ

лист
т
11

(США), „ЭГЕС“, Турция, которые нашли наиболее широкое распространение в России;

- Дуговые печи постоянного тока производства ОАО „Сибэлектротерм“, г. Новосибирск, ООО „НТФ „ЭКТА“, Москва, ООО „НТФ „Комтерм“, Москва.

Для выплавки чугуна более технологически гибкими являются индукционные тигельные печи средней частоты.

К сожалению, в последние годы не проводятся работы по совершенствованию технологии ваграночной плавки чугуна. Нет, и ранее не было, в России серийного производства вагранок. В связи с этим все работающие вагранки изготовлены кустарным способом без подогрева дутья и качественной очистки отходящих газов от пыли и вредных составляющих. Газовые вагранки не нашли должного распространения в нашей стране вследствие отсутствия ее надежной конструкции и применяются лишь для получения низких марок чугуна.

Увеличение объемов выплавки в индукционных печах чугуна с низким содержанием серы позволило повысить производство отливок из высокопрочного чугуна с шаровидной и вермикулярной формой графита. В период с 2006 по 2012 гг. выпуск отливок из высокопрочного чугуна с шаровидной формой графита вырос на 12 % за счет снижения производства отливок из серого и специального чугунов и стали.

Для плавки стали перспективными являются:

- Дуговые электропечи переменного и постоянного тока, индукционные печи средней и повышенной частоты.

Для плавки цветных сплавов:

- Электрические индукционные, дуговые и печи сопротивления, газовые и мазутные печи.

В последние годы наблюдался рост производства отливок из алюминиевых и магниевых сплавов, которые в ряде случаев заменяют

В настоящее время развитие производства высококачественных отливок на базе современных технологических процессов в различных отраслях

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		12

машиностроения осуществляется неравномерно. Наиболее высокие объемы производства отливок наблюдаются в транспортном (автомобильном, железнодорожном и коммунальном) машиностроении, тяжелом и энергетическом машиностроении и оборонной промышленности [3].

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		13

2 ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ

2.1 Анализ технологичности отливки

Анализ чертежа детали «Полумуфта» показывает, что ее конструкция достаточно технологична для изготовления литьем. Эскиз детали «Полумуфта» показан на рисунке 2.1.

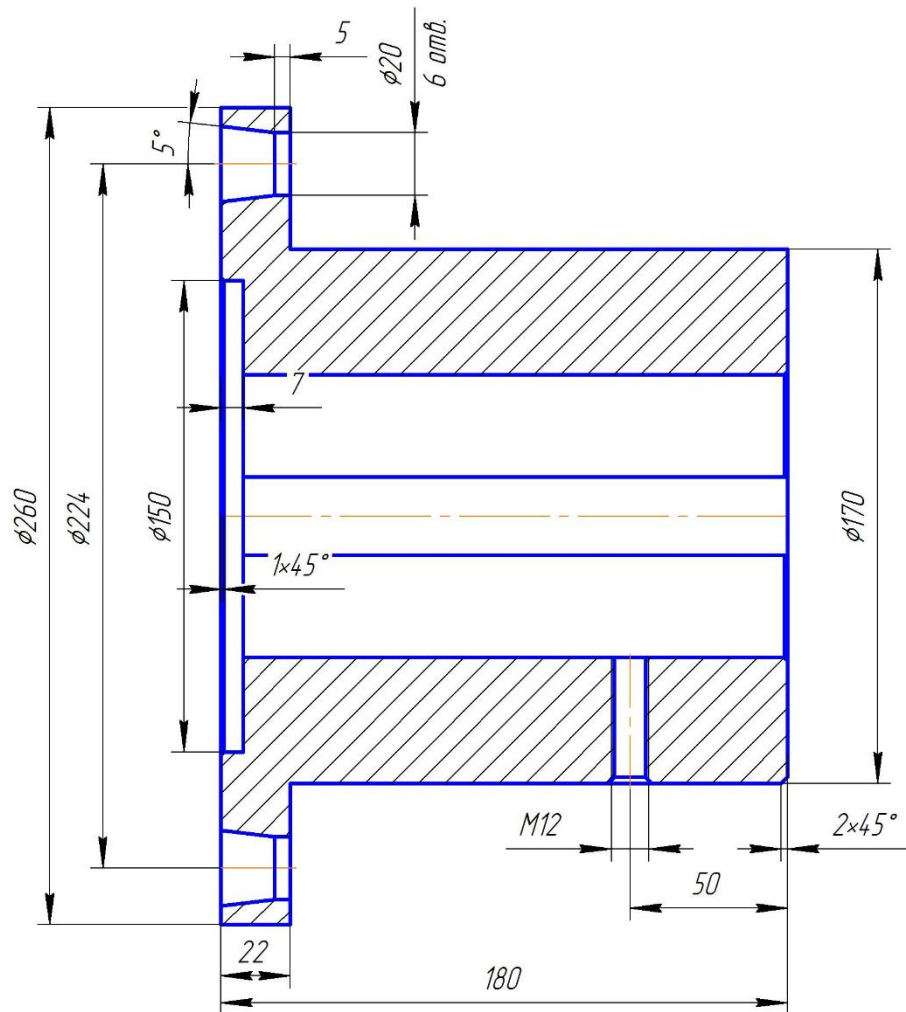


Рисунок 2.1 – Эскиз детали «Полумуфта»

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		14

Деталь не имеет резких переходов толщин стенок, минимальная толщина – 22 мм, габаритные размеры детали $\text{Ø}260 \times 180$ мм. Отверстия диаметром 12 и 20 мм литьем не изготавливаем.

Конфигурация внутренних полостей, отверстий, обрабатываемых поверхностей и расположение баз механической обработки удовлетворяют требованиям технологии литейного производства в разовые песчаные формы. На рисунке 2.2 приведена 3D модель детали «Полумуфта».

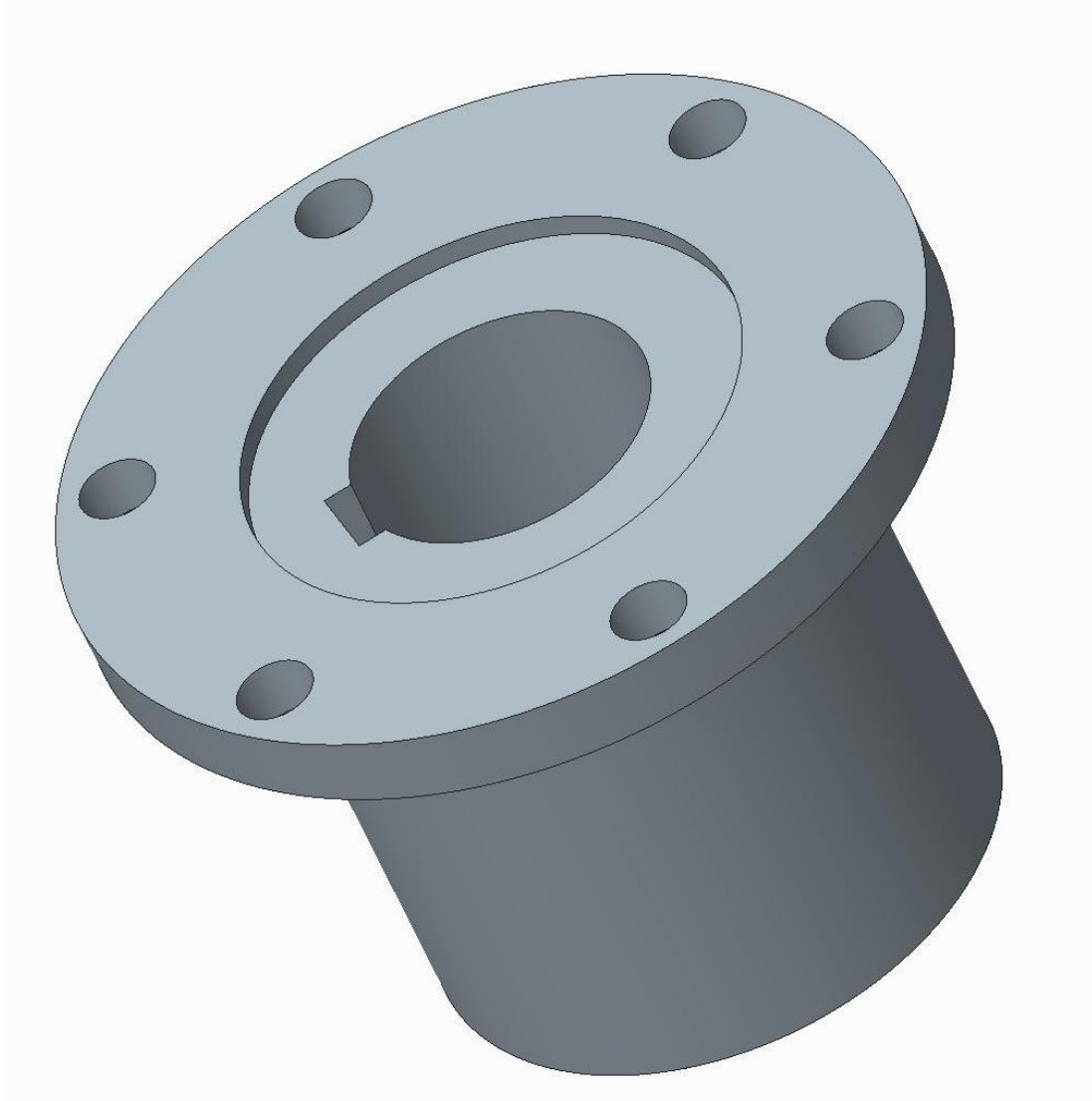


Рисунок 2.2 – 3D модель детали «Полумуфта»

Технические требования по чертежу детали [4]:

- точность отливки 11-10-12-11 ГОСТ Р53464-2009;

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		15

- неуказанные литейные радиусы не более 5 мм;
- неуказанные литейные уклоны 1°;
- литейная усадка – 2%.

2.2 Выбор способа изготовления отливки

Изготовление отливки с требуемыми размерами, конфигурацией, механическими и физическими свойствами, шероховатостью поверхности и другими требованиями может осуществляться различными методами.

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

Показателями, характеризующими прогрессивность технологического процесса, являются: коэффициент выхода годного; производительность оборудования и труда рабочих; стоимость и срок службы оснастки; капитальные затраты на внедрение техпроцесса; себестоимость отливок и деталей; срок окупаемости капитальных вложений.

Выбор способа изготовления отливок зависит от ряда факторов (серийности выпуска, конструкции отливки, вида металла, требований к готовой детали и т.д.). Для производства данной отливки применяется одноразовая песчаная форма на основе ХТС (α - set процесс) и стержни (β - set процесс).

В производстве отливок использование холоднотвердеющих смесей позволяет резко сократить технологический цикл за счет объемной или поверхностной сушки форм, повысить производительность труда, снизить стоимость оборудования путем замены комбинированных способов уплотнения (встряхивания или вибрации с прессованием) виброуплотнением. Изготовление форм из ХТС упрощает применение современных методов управления процессом формирования свойств отливок, которые при использовании обычных формовочных смесей вызывают большие затруднения.

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис
						т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		16

Технология изготовления стержней из холоднотвердеющих смесей обладает рядом преимуществ: позволяет изготавливать стержни большой сложности, повышается точность стержней и отливок, прочность стержней при хранении не снижается, они имеют хорошую податливость и выбиваемость, процесс изготовления стержней и простановки их в форму может быть полностью автоматизирован. При этом достигается значительный экономический эффект данной технологии, который выражается в существенной экономии затрат в литейном производстве за счет снижения расхода энергоносителей, брака форм и стержней, повышения производительности оборудования [5].

2.3 Выбор положения отливки в форме

Конструирование литейной формы начинается с выбора положения отливки в форме при заливке и с определения плоскости разъема формы. Оно включает в себя также обоснование конструкции и размеров всех элементов формы, рассмотрение вопросов конструирования литейной оснастки (моделей, стержневых ящиков, опок и др.), которые решаются после выбора технологии изготовления форм и стержней.

При выборе положение отливки в форме при заливке необходимо обеспечить соблюдение ряда условий, позволяющих получать качественную отливку при минимальных расходах на ее изготовление.

Положение отливки в форме при заливке и затвердевании определяет все остальные технологические решения для производства данной отливки. Возможные варианты расположения отливки в форме приведены в таблице 2.1.

Наибольшим количеством достоинств обладает вариант – вертикальное положение фланцем вверх.

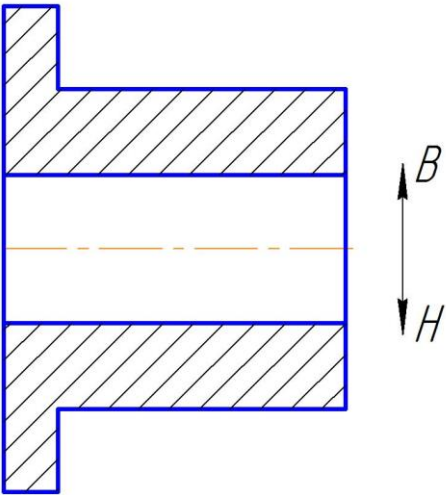
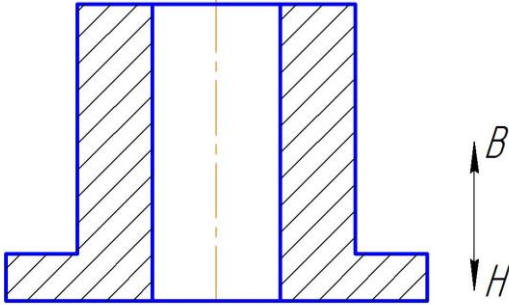
2.4 Определение поверхности разъема формы

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис т
						17
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		

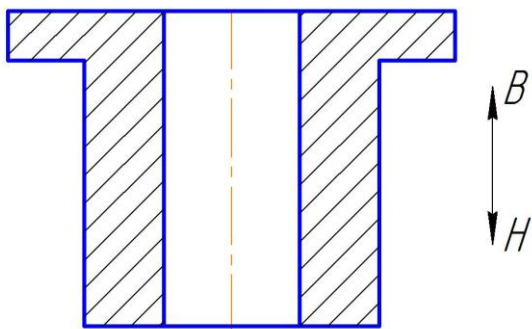
Разъем формы необходим для извлечения модели, сборки формы и удаления полученных отливок. От выбранного разъема зависит трудоемкость изготовления модельной оснастки и литейной формы, трудоемкость обрубных операций и точность размеров отливки.

Для данной отливки можно рассмотреть три варианта линий разъема, показанные на рисунке 2.3.

Таблица 2.1 – Возможные варианты расположения отливки в форме

Положение отливки	Описание
<p>1. Горизонтальное положение</p> 	<p>достоинством этого варианта является возможность применения формы меньшей высоты, по сравнению с другими вариантами, недостатком является невозможность установки прибылей непосредственно над тепловым узлом</p>
<p>2. Вертикальное положение фланцем вниз</p> 	<p>недостаток этого варианта – расположение теплового узла в нижней части, достоинство – возможность подвода по кратчайшему пути, обеспечение выхода газов через верхний стержневой знак.</p>
<p>3. Вертикальное положение фланцем вверх</p>	<p>достоинства – возможность установки прибыли на тепловой узел, обеспечение</p>

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		18



направленного затвердевания
 всех элементов отливки,
 отвод газов через верхний
 знак, минимальное
 количество стержней,
 возможность надежной
 фиксации стержня в нижней
 полуформе, подача сплава по
 кратчайшему пути.

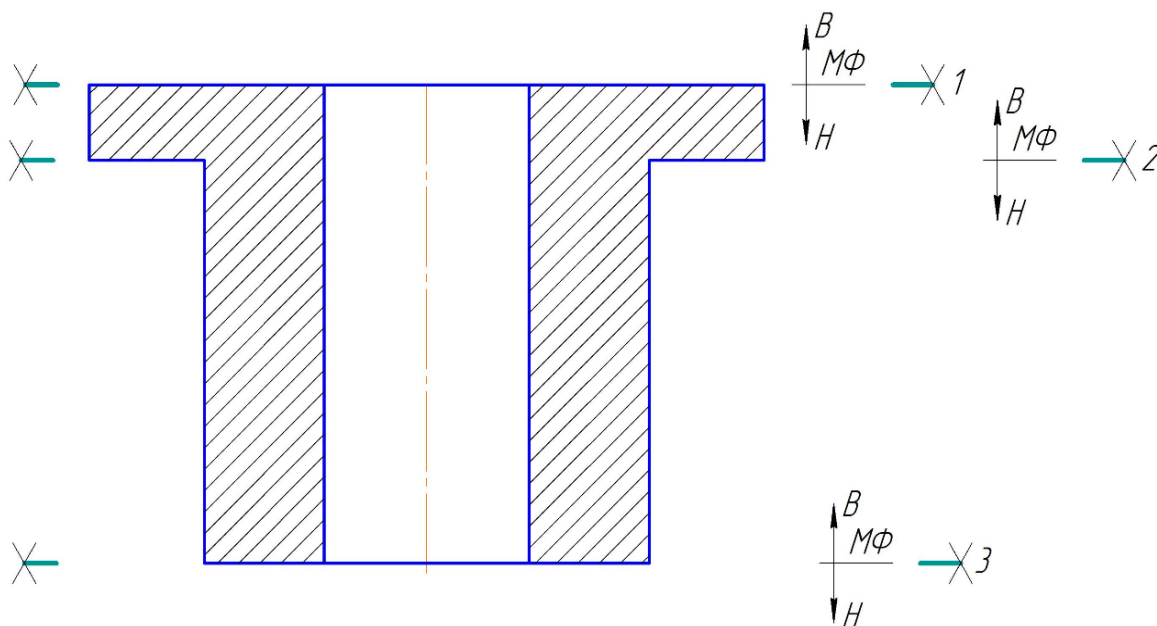


Рисунок 2.3 – Возможные поверхности разреза

При изготовлении данной отливки песчаная форма имеет одну плоскую поверхность разреза. Отливка в данном случае располагается в нижней полуформе. Выбранный разъем обеспечивает следующие технологические решения:

- расположение отливки в одной полуформе, что позволит избежать брака по смещению полуформ;
- минимальное количество разрезов, обеспечивающих удобство формовки, выема модели из форм, сборки форм;
- свободное извлечение модели из формы;
- фиксирование стержней в нижней полуформе [6].

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		19

2.5 Определение припусков на механическую обработку

С целью достижения заданных чертежом размеров и необходимого качества поверхности на обрабатываемых поверхностях назначают припуски на механическую обработку. Величины припусков определяют в зависимости от класса точности отливки, ее номинальных и габаритных размеров, положения при заливке, способа литья и вида сплава.

Припуски на механическую обработку для отливок из черных и цветных металлов и сплавов назначаются по ГОСТ Р53464-2009.

Точность отливки 11-10-12-11 ГОСТ Р53464-2009 по ГОСТ Р53464-2009:

11 – класс размерной точности;

10 – степень коробления;

12 – степень точности поверхности;

11 – класс точности массы.

Отверстия, канавки и пазы малого размера, у которых по чертежу детали предусмотрена механическая обработка, в отливках не выполняются.

3D модель отливки с залитыми отверстиями и нанесенными припусками показана на рисунке 2.4.

2.6 Определение формовочных уклонов и галтелей

Для легкого извлечения модели из формы, на ее рабочей поверхности задаются формовочные уклоны.

Величины этих уклонов назначаются по ГОСТ 3212-92. Формовочные уклоны для данной отливки назначаются в сторону увеличения. Величина уклона зависит от высоты поверхности, эскиз отливки с нанесенными формовочными уклонами показан на рисунке 2.5.

Галтели – округления между пересекающимися стенками отливки необходимы для обеспечения плавного перехода между различными сечениями.

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис
						т
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		20
	т			а		

Галтели назначают в зависимости от толщины пересекающихся стенок и определяются по следующей формуле:

$$R = \frac{a + b}{2} \cdot \left(\frac{1}{3} \dots \frac{1}{5}\right). \quad (2.1)$$

$$R = \frac{30 + 48}{2} \cdot \left(\frac{1}{3} \dots \frac{1}{5}\right) = 13 \dots 7,8.$$

Принимаем радиус галтелей из расчетного диапазона – 10 мм. Эскиз отливки с галтелями показан на рисунке 2.6.



Рисунок 2.4 – 3D модель отливки

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис
						т
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		21

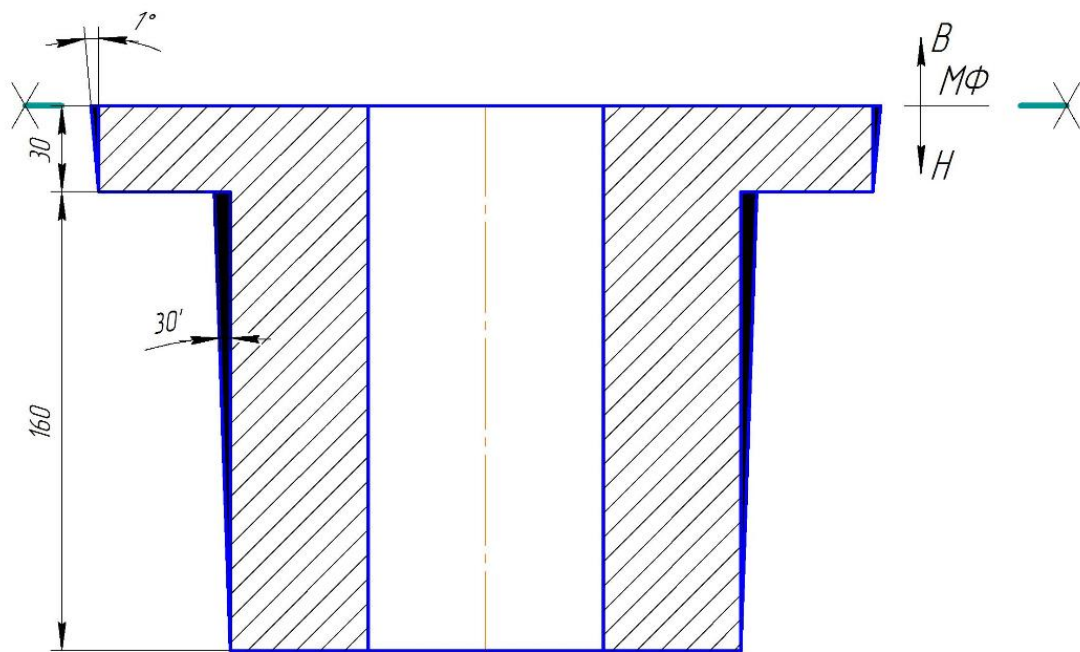


Рисунок 2.5 – Уклоны формовочные

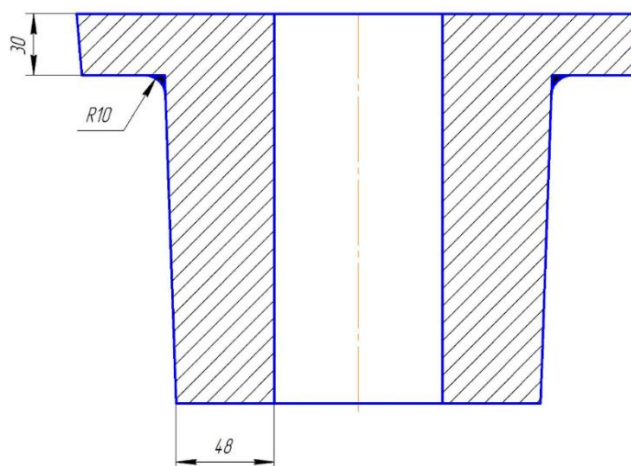


Рисунок 2.6 – Эскиз отливки с галтелями

2.7 Определение литейной усадки

Процесс формирования структуры в реальных отливках зависит от многих факторов, которые определяются свойствами каждого конкретного сплава, формы и конструкции отливки. На затвердевание влияют теплофизические свойства сплава и формы, температура заливки сплава и формы перед заливкой, металлоемкость формы и средняя толщина стенки отливки и другие факторы.

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис
						т
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		22
	т			а		

Под усадочными процессами понимают совокупность явлений сокращения размеров и объема металла, залитого в форму, при его затвердевании и охлаждении.

Усадочные процессы в отливках вызваны изменением объема жидкого, затвердевающего и твердого металла, обуславливающим образование усадочных пустот, изменение наружных размеров, развитие деформаций и остаточных напряжений, появление трещин.

Литейная усадка для данной отливки составляет 2% [7].

2.8 Определение количества и конструкции стержней

Для оформления внутренних и наружных поверхностей отливки применяют песчаные стержни. Конструкция стержня должна обеспечивать удобное его изготовление, транспортировку и установку в форму. Стержень должен занимать в форме точно фиксированное положение, не деформируясь под действием собственной массы и от действия жидкого металла. Вместе с тем должно быть обеспечено легкое его удаление из отливки.

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

Стержень №1 занимает вертикальное положение, габаритные размеры стержня $\varnothing 120 \times \varnothing 240$ мм. Зазор между формой и нижним знаком стержня равен $S_1 = 0,5$ мм. Высота нижнего знака составляет 30 мм, уклон на знаке стержня 10° . Поскольку высота тела стержня более чем в два раза превышает диаметр,

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		23

необходимо применение нижнего знака в форме грибка, для обеспечения устойчивого положения стержня в форме. Зазор между формой и верхним знаком стержня равен $S_1=0,7$ мм. Высота верхнего знака составляет 20 мм, уклон на знаке стержня 10° . Для верхнего знака выбираем увеличенный зазор и уменьшенную высоту знака по сравнению с нижней полуформой, для облегчения сборки формы. Для изготовления данной отливки требуется один стержень №1. Эскиз стержня №1 показан на рисунке 2.7.

2.9 Разработка конструкции и расчет прибылей

Прибыли применяются для получения отливки с плотной структурой металла, характеризующейся отсутствием усадочных раковин и усадочной пористости. Прибыль составляет с отливкой общее литое тело, в процессе затвердевания которого жидкий металл переходит из прибыли в отливку и заполняет образующиеся в ней усадочные пустоты. Процесс компенсации объемной усадки отливки за счет жидкого металла поступающего из прибыли, называется питанием отливки. В результате питания отливка получается плотной, а прибыль с усадочной раковиной.

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис
						т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		24

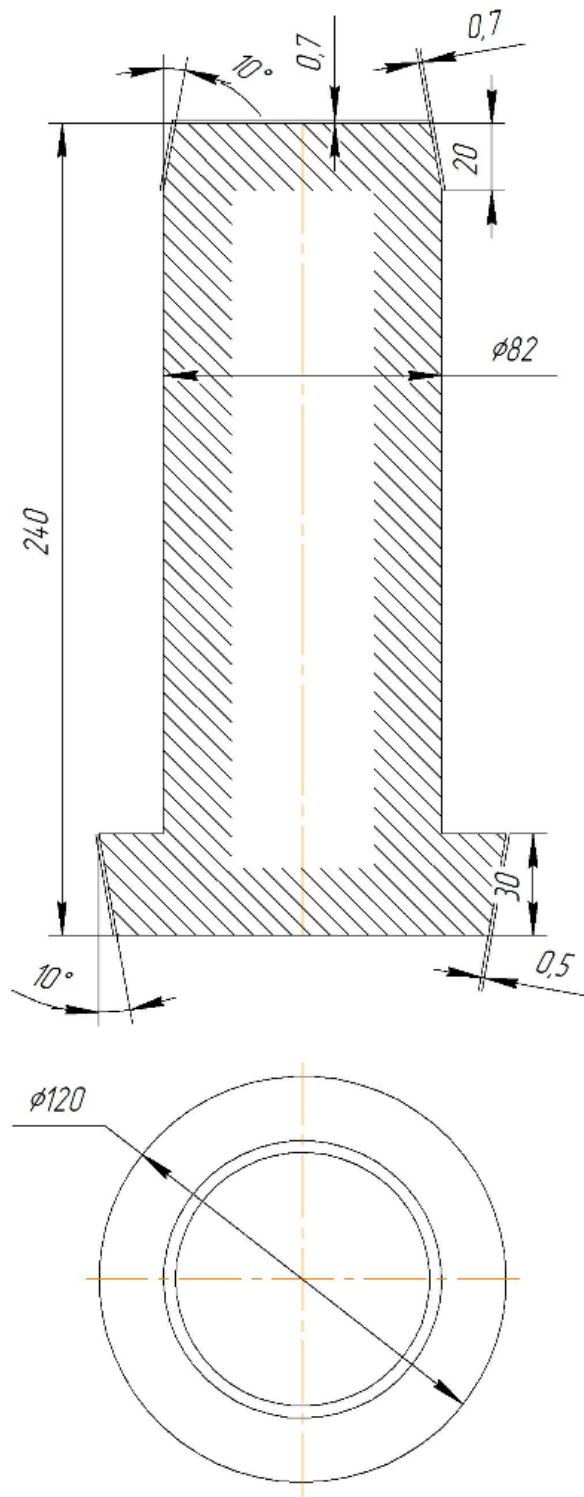


Рисунок 2.7 – Эскиз стержня

Определим объем прибыли по формуле [8]:

$$V_{\text{п}} = \beta E_{\text{v}} V_0 / (1 - \beta E_{\text{v}}), \quad (2.2)$$

где β – отношение объема прибыли к объему усадочной раковины, $\beta = 10$;

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис
						т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		25

E_v – часть объемной усадки сплава, принимающая участие в формировании усадочной раковины, при изготовлении отливок из стали, $E_v = 0,045$;

V_0 – объем питаемого узла, m^3 .

Объем прибыли определим по формуле 1:

$$V_{\text{п}} = 0,045 \times 10 \times 0,00385 / (1 - 0,045 \times 10) = 0,00315 \text{ м}^3.$$

Приближенный технологический выход годного (ТВГ) определяется по формуле [8]:

$$\text{ТВГ} = \frac{V_0}{(1 - \varepsilon_v)(V_0 + V_{\text{п}})} \cdot 100, \quad (2.3)$$

где V_0 – объем отливки, m^3 ;

$V_{\text{п}}$ – объем прибыли, m^3 .

$$\text{ТВГ} = \frac{0,00475}{(1 - 0,045)(0,00475 + 0,00315)} \cdot 100 = 63\%.$$

Полученный ТВГ сравнивается с нормируемым для подобных отливок. В большинстве случаев при литье стали в песчаные формы эта величина составляет 47...65 %. 3D модель отливки с прибылями показана на рисунке 2.8.

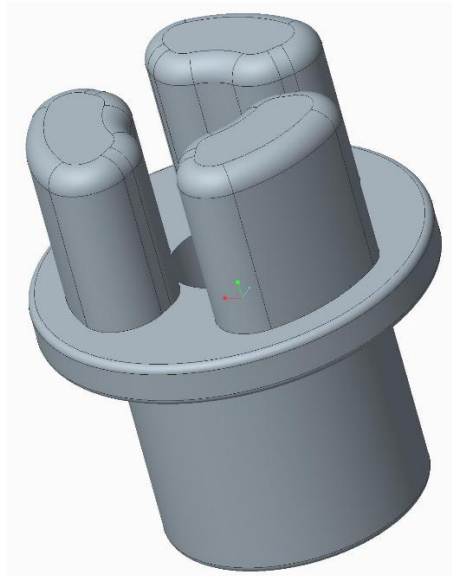


Рисунок 2.8 – отливка с прибылями

2.10 Разработка конструкции и расчет литниковой системы

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис
						т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		26

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

Оптимальную продолжительность заливки форм определим по формуле [8]:

$$\tau_{\text{ОПТ}} = S \cdot \sqrt[3]{\delta \cdot G}, \quad (2.4)$$

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

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

δ – преобладающая толщина стенки отливки, мм;

G – масса жидкого металла, приходящегося на одну отливку с литниками и прибылями, кг.

Расчет массы жидкого металла, приходящегося на одну отливку с литниками и прибылями [8]:

$$G = G_{\text{ОТЛ}} + G_{\text{ПРИБ}} + G_{\text{ЛС}}, \quad (2.5)$$

где $G_{\text{ОТЛ}}$ – масса отливки, кг;

$G_{\text{ПРИБ}}$ – масса прибыли, кг;

$$G_{\text{ПРИБ}} = \rho \times V_{\text{ПРИБ}} = 7800 \times 0,00315 = 24 \text{ кг};$$

$G_{\text{ЛС}}$ – масса литниковой системы (5...10% от массы отливки с прибылями), кг.

$$G = 34 + 24 + 6 = 63 \text{ кг}.$$

Подставляя в формулу (2.4) значения коэффициента $S = 1,4$ (для отливок из стали), преобладающая толщина стенки отливки $\delta = 30$ мм, $G = 63$ кг получим:

$$\tau_{\text{ОПТ}} = 1,4 \cdot \sqrt[3]{30 \cdot 63} = 17 \text{ с}.$$

Определим среднюю скорость подъема уровня расплава в форме в процессе заливки. Она рассчитывается из условия, при котором отсутствуют недоливы испай в отливке [8]:

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис
						т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		27

$$V_{\text{ср}} = \frac{C}{\tau_{\text{опт}}} \geq V_{\text{доп}}, \quad (2.6)$$

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

C – высота отливки по положению в форме, мм;

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

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

Подставляя в формулу (2.6) значения высоты отливки $C = 310$ мм, $\tau_{\text{опт}} = 17$ с, получим:

$$V_{\text{ср}} = \frac{310}{17} = 18 \text{ мм/с.}$$

Полученное значение $V_{\text{ср}}$ соответствует допустимому значению 20...10 мм/с для отливок из стали с толщиной стенки 10...40 мм.

Суммарную площадь узкого сечения литниковой системы, обеспечивающей оптимальную продолжительность заливки формы, определим по формуле [8]:

$$F_{\text{уз}} = \frac{G}{\mu_{\text{ф}} \cdot \tau_{\text{опт}} \cdot \rho \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_{\text{ср}}}}, \quad (2.7)$$

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

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

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

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

ρ – плотность заливаемого расплава, кг/м³;

$H_{\text{ср}}$ – средний металостатический напор в форме, м.

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		28

Средний металостатический напор в форме определяется по формуле [8]:

$$H_{\text{cp}} = H - \frac{P^2}{2 \cdot C}, \quad (2.8)$$

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

P – высота отливки над питателем, мм;

C – высота отливки по положению в форме, мм.

$$H_{\text{cp}} = 310 - \frac{120^2}{2 \cdot 310} = 277 \text{ мм.}$$

Подставляя в формулу (2.7) значения $G = 63$ кг; $\mu_{\text{ф}} = 0,41$; $\tau_{\text{опт}} = 17$ с; $\rho = 7200$ кг/м³; $g = 9,81$ м/с²; $H_{\text{cp}} = 0,277$ м определим суммарную площадь узкого сечения литниковой системы для одной отливки:

$$F_{\text{уз}} = \frac{63}{0,41 \cdot 7200 \cdot 17 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,277}} = 0,0053 \text{ м}^2 = 5,3 \text{ см}^2.$$

Для сужающихся литниковых систем $F_{\text{уз}}$ является суммарной площадью сечений питателей:

$$F_{\text{уз}} = \Sigma F_{\text{п}}.$$

Определим площади сечений остальных элементов сужающейся литниковой системы, обеспечивающих $\tau_{\text{опт}}$ [8]:

$$\Sigma F_{\text{п}} : \Sigma F_{\text{шл}} : \Sigma F_{\text{ст}} = 1:1,1:1,2, \quad (2.9)$$

где $\Sigma F_{\text{п}}$ – суммарная площадь сечений питателей;

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис
						т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		29

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

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

$$\Sigma F_{\text{шл}} = F_{\text{шл}} = 1,1 \times F_{\text{п}} \times 2 = 1,1 \times 5,3 \times 2 = 11,6 \text{ см}^2;$$

$$\Sigma F_{\text{ст}} = F_{\text{ст}} = 1,2 \times F_{\text{п}} \times 4 = 1,2 \times 5,3 \times 4 = 25,4 \text{ см}^2.$$

Так как сечения питателей и шлакоуловителей имеют форму трапеции, то размеры определяются из формулы [5]:

$$F_{\text{тр}} = \frac{1}{2}(a + b) \times c, \quad (2.10)$$

где a – нижнее основание трапеции, мм;

b – верхнее основание трапеции, мм;

c – высота трапеции, мм.

Определим размеры питателя: $a = 34$ мм; $b = 28$ мм; $c = 17$ мм. Эскиз сечения питателя представлен на рисунке 2.9.

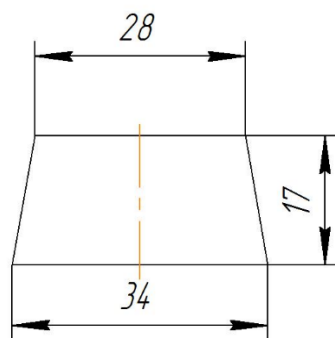


Рисунок 2.9 – Эскиз сечения питателя

Определим размеры шлакоуловителя: $a = 36$ мм; $b = 30$ мм; $c = 36$ мм. Эскиз сечения шлакоуловителя представлен на рисунке 2.10.

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис
						т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		30

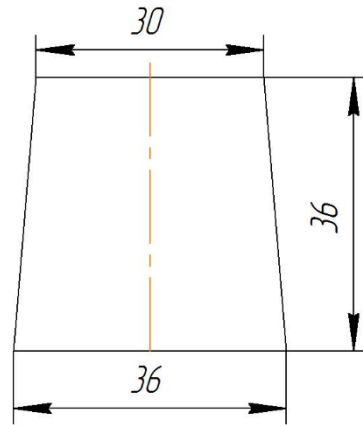


Рисунок 2.10 – Эскиз сечения шлакоуловителя

Так как сечение стояка имеет форму круга, то размеры определяются из формулы [8]:

$$F_{\text{ст}} = \pi R^2, \quad (2.11)$$

где R – радиус стояка, мм.

$R = 28,5$ мм. Эскиз сечения стояка представлен на рисунке 11.

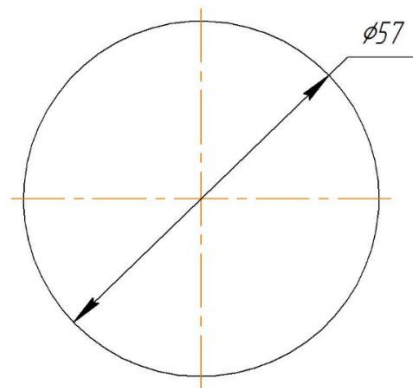


Рисунок 2.11 – Эскиз сечения стояка

2.11 Определение габаритов формы

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

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис
						т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		31

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

Рекомендуемые толщины слоев формовочной смеси на различных участках формы зависят от массы отливки. После этого определяют минимально допустимые размеры формы с учетом изготовления 4 отливки в форме. После выбора размера в плане подбирают размер по высоте. Желательно применять верхнюю и нижнюю полуформу равными по высоте. Высота полуформ определяется высотой отливки, выбором места разъема, наличием прибылей и литейной воронки. Рекомендуемые толщины формовочной смеси на различных участках формы приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Рекомендуемые толщины формовочной смеси на различных участках формы

Масса отливки, кг	Минимально допустимая толщина слоя, мм			
	от верха модели до верха формы	от низа модели до низа формы	от модели до стенки формы	между моделью и шлакоуловителем
10...50	50	60	40	50

Окончательно получаем размеры формы 800x800x300/300 мм.

2.12 Выбор модельного комплекта

Литейная оснастка должна обеспечивать получение отливок с требуемой точностью и шероховатостью поверхности. Литейная оснастка по своей роли в процессе изготовления отливок подразделяется на формообразующую и универсальную. Формообразующая оснастка представляет собой модельный

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		32

комплект, в который входят модели, стержневые ящики, элементы литниковой системы.

Модель – это приспособление для получения внутренних рабочих поверхностей в литейных песчаных формах. Стержневой ящик – это приспособление для получения стержней из песчаных смесей. К универсальной оснастке относятся опочные ящики, подопочные и подмодельные плиты.

Для обеспечения бесперебойной работы цеха необходимо иметь запасной модельный комплект, на случай ремонта основного комплекта.

По прочности модельные комплекты подразделяются на три класса, от прочности зависит количество съёмов литейных форм.

Для массового изготовления данной отливки применяется металлический модельный комплект первого класса точности и третьего класса прочности, запасной комплект допускается изготовить по второму классу точности и второму классу прочности [9].

2.13 Выплавка металла

Выбор плавильного оборудования обуславливается металлургическими возможностями обеспечения заданного качества выплавляемого сплава, наличием необходимых шихтовых материалов и энергетических ресурсов, условиями труда обслуживающего персонала, защиты окружающей среды от газовыделений и отходов плавки, а также эффективностью производства.

Для получения жидкой стали применяется электродуговая печь, которая будет использоваться еще в качестве миксера для выдержки стали. В условиях конвейерного производства моно – процесс является наиболее технологичным, так как при этом: электродуговая печь используется еще в качестве накопителя.

Схема электродуговой печи представлена на рисунке 2.12.

Анализ номенклатуры производимых отливок позволяет установить требования по качеству к выплавляемому сплаву, что определит тип плавильного агрегата для обеспечения металла требуемого качества, который должен быть

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис
						т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		33

выбран с учетом экологичности и экономической выгоды.

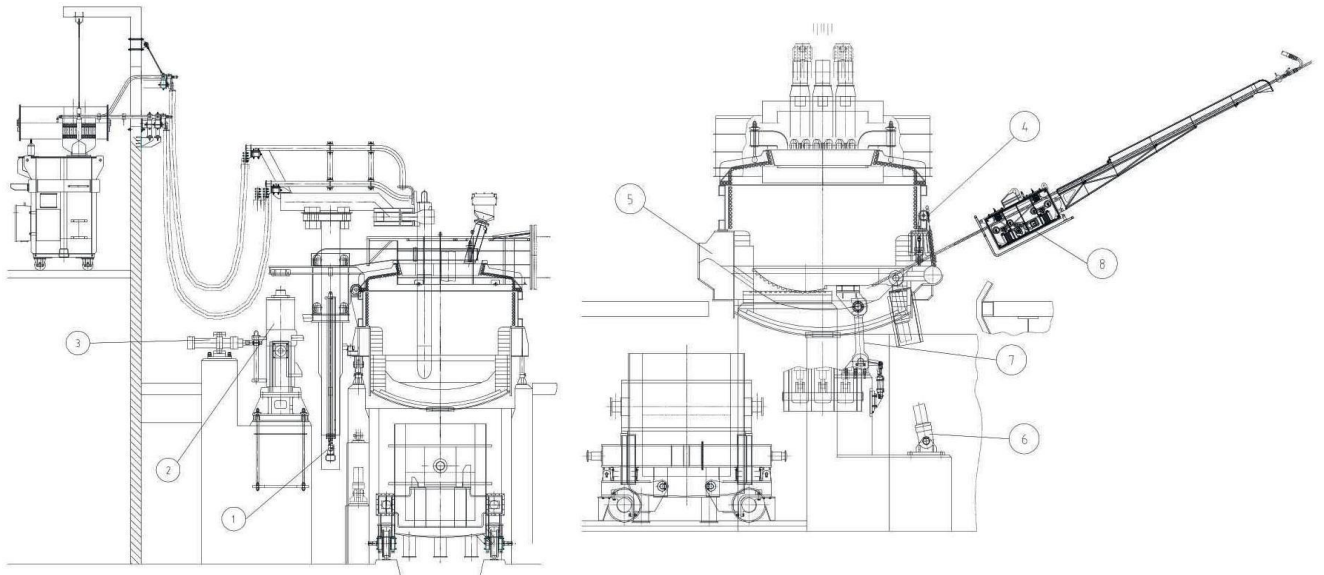


Рисунок 2.12 – Установка электродуговой печи

- 1 – цилиндр подъема и опускания электродов; 2 – привод подъема свода;
3 – цилиндр поворота свода; 4 – рабочее окно; 5 – сталевыпускное отверстие;
6 – цилиндр наклона печи; 7 – устройство фиксирования угла наклона печи;
8 – манипулятор фурм для кислорода и углерода

Производство стали в ДСП происходит в несколько этапов:

- подготовка оборудования к работе;
- завалка шихтовых материалов в ДСП;
- расплавление шихты и подготовка полупродукта;
- доводка стали;
- отправка стали на заливку.

Перед началом работы технологический персонал обязан:

- подать питание на электроприводы механизмов печи;

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		34

- визуально убедиться, что футеровка печи находится в исправном состоянии; пробными включениями убедиться в исправном состоянии всех механизмов; убедиться в отсутствии посторонних лиц в рабочей зоне;

- установить печь в горизонтальное положение;
- проверить по показаниям исправность и правильность работы (гидравлической системы печи и соответствующих рабочих компонентов; контура охлаждения во всех потребителях; системы подачи технических газов)

- установить автоматическую регулировку положения электродов;
- подготовить все материалы, необходимые для работы;
- подать питание на электроды печи.

Выплавка сталей в ДСП производится с полным металлургическим процессом (расплавление, окислительный период, восстановительный период);

Шихта в завалочной корзине должна быть распределена следующим образом: на дно корзины загружается легковесный стальной лом в количестве 20...30% от всего объёма лома корзины, на созданную «подушку» из легковесного лома загружают «тяжёлый» лом в количестве 20...30%, по краям корзины загружают известь и доломит, оставшийся объём загружают легковесным ломом.

Перед завалкой шихты в печь выполнить следующее:

- установить печь в горизонтальное положение с включением устройства горизонтальной блокировки;
- поднять электроды до крайнего верхнего положения;
- поднять свод до крайнего верхнего положения;
- отвести свод до максимально открытого положения.

Для завалки поместить завалочную корзину над печью и провести завалку шихты подъёмом вспомогательного крюка крана, на котором зацеплена цепь привода челюстей днища корзины. Необходимо убедиться, что рабочее окно закрыто во время падения шихтовых материалов.

При необходимости, в целях исключения препятствий для закрытия свода, осадить шихту можно медленным опусканием корзины (выполнять поправку

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис
						т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		35

шихты поворотом свода запрещено!). Закрывать печь поворотом и опусканием свода в рабочее положение. Убедиться (визуально), что свод полностью опущен, и контактирует с кожухом.

Плавление шихты на протяжении всей работы на ДСП проводится установкой в различные периоды ведения плавки, определенных режимов:

- положение переключателя степеней напряжения на 5 – ой ступени «ток 5», уровень ограничения степени напряжения на 4 – ой ступени «кривая 4» – в момент зажигания дуги под всеми фазами. В данном режиме работа ведётся 1 – 3 минуты, точную продолжительность данного режима определяет сталевар по стабильности горения дуг на электродах;

- положение переключателя степеней напряжения на 6 – ой ступени «ток 6», уровень ограничения степени напряжения на 5 – ой ступени «кривая 5» – проплавление «колодцев» в шихте до появления жидкой фазы. В данном режиме работа ведётся 15...20 минут, точную продолжительность данного режима определяет сталевар визуально по количеству жидкой фазы в печи;

- положение переключателя степеней напряжения на 5 – ой ступени «ток 5», уровень ограничения степени напряжения на 9 – ой ступени «кривая 9» – постепенный переход к данному режиму по мере расплавления шихты. Данный режим ведётся либо до проплавления достаточного для следующей подвалки шихты, либо до полного расплавления всего объёма шихты после последней подвалки. В этом же режиме вести дальнейшие этапы плавки.

После расплавления и набора полного необходимого объёма металла взять первую пробу на химический анализ расплава. Отбор проб производить одноразовыми погружными пробоотборниками.

Провести окислительный процесс стали в печи. Данный процесс проводится подачей в печь «под шлак» газообразного кислорода посредством фурмы манипулятора с расходом 400...700 Нм³/ч (точный расход кислорода и время его подачи оценивает сталевар на основании результатов первой пробы). Довести углерод и фосфор до заданных параметров. Температура расплава во время окислительного периода плавки не должна превышать 1560...1580°C. Далее для

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис
						т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		36

исключения восстановления вредных примесей скачать первый шлак. Скачивание шлака производить наклоном печи на необходимый угол, исключая слив металла, и вспениванием шлака. Вспенивание шлака произвести одновременной подачей в печь с помощью фурм манипулятора «на шлак» газообразного кислорода, указанным выше расходом, и измельченного графита с расходом 15...20 кг/мин. После удаления первого шлака навести новый шлак присадкой в печь извести в объеме позволяющим поднять уровень шлака в печи до исключения возможности визуального наблюдения электрической дуги от электродов к расплаву. Количество присаживаемой извести определяет сталевар дуговой печи визуально.

При выходе на температуру расплава 1600...1620°C произвести отбор пробы. В случае положительного результата анализа пробы нагреть расплав до температуры 1670°C и слить его в предварительно подготовленный ковш.

Слив расплава из печи произвести её наклоном на необходимый угол. При сливе металла необходимо исключить попадание печного шлака в ковш, электроды должны быть в среднем положении.

Техническая характеристика ДСП-3 [10]:

- мощность по трансформатору, кВА; 2500;
- производительность, т/ч; 1,5;
- номинальная емкость, т; 3;
- температура перегрева металла, °С; 1650;
- частота тока, Гц. 50;
- расход электроэнергии, кВт•ч/т 750;
- диаметр электрода, мм 300;
- внутренний диаметр конуса, мм 3190...3500.

К преимуществам этой печи можно отнести простоту ее конструкции, надежность в эксплуатации, быстроту выполнения ремонтных работ, минимальный угар элементов в процессе плавки, обеспечение получения качественного жидкого металла, высоких температур перегрева и высоких механических свойств отливки, возможность использования в шихте стального лома. Газоочистка уменьшит

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис
						т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		37

загрязнение окружающей среды как тепловыми, так и пылегазовыми выделениями, они имеют достаточно высокий КПД, особенно при перегреве и доводке стали.

Технология выплавки стали в электродуговой печи достаточно проста, и сводится к:

- анализ шихты в лаборатории;
- дроблению шихты;
- нормированию компонентов шихты;
- загрузки шихты в печь с добавлением плавикового шпата;
- расплавлению шихты;
- доводке расплава;
- термовременной выдержке металла;
- последующего выпуска металла из печи.

Интенсификация плавки стали в электродуговых печах связана с предварительным подогревом металлошихты за счет тепловых потоков, идущих от свода и, следовательно, к сокращению длительности плавки и обезвоживанию шихты. Температура заливки форм – 1570°C

2.14 Изготовление форм и стержней

В формовочном отделении выполняются следующие основные технологические операции:

- формовка;
- сборка форм;
- заливка форм;
- охлаждение форм после заливки;
- выбивка отливок из форм.

Операции по изготовлению форм и их выбивка являются наиболее трудоёмкими. Поэтому в основу проектных решений легла замена ручного труда при формовке и выбивке, формовочными автоматами и выбивными решетками.

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		38

Выбрано применение комплексной автоматической линии заливки и выбивки для изготовления отливок с применением ХТС фирмы IMF.

В настоящее время выбор технологии и оборудования для получения форм достаточно широк, однако в массовом производстве единственным, отвечающим современным требованиям производства способом получения мелких и средних отливок, является безопочная формовка, реализованная на формовочном оборудовании фирмы IMF.

Эффективность и перспективность освоения процесса No-bake на российских предприятиях:

- во – первых, новые смолы, применяемые в процессе, производят в России;
- во – вторых, существует недорогое современное оборудование, позволяющее решать проблемы механизации и автоматизации процесса изготовления производства форм из холоднотвердеющих смесей.

Эти введения обеспечивают существенные технологические и экономические преимущества: снижаются затраты на изготовление форм, повышается качество форм и поверхности отливок, устраняются поломки форм при вытяжке моделей, устраняются тяжёлые и трудоёмкие ручные операции.

Формовочное отделение разбито на участки: формовки, заливки форм, охлаждения форм и выбивки.

Прочность литейной формы и однородность уплотнения обеспечивают возможность более точной отливки изделий согласно расчётным размерам. Однако эта жёсткость требует, чтобы при изготовлении образцов моделей особо задавались формовочные уклоны, т.к. эти уклоны должны учитывать относительно негибкое состояние формы при протяжке модели. Расталкивание модели не является рациональным, и по этой причине рекомендуется, как можно более широко использовать вибрационные устройства с целью облегчения отделения модели. Разделительные составы играют важную роль в уменьшении формовочных уклонов.

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		39

Для стальных отливок при использовании формообразования по α - set процессу рекомендуют состав формовочной смеси:

- кварцевый песок 2K₂O₂02 ГОСТ 2138-91 5%;
- регенерат 95%;
- связующее (фенолформальдегидная смола типа ТРА – 480) 0,9...1,5% сверх 100%;
- отвердитель ACE (смесь эфиров) 20...25% от смолы.

Свойства смеси представлены ниже:

- прочность при растяжении, Мпа 0,4...0,5;
- осыпаемость, % < 0,13%;
- газотворность, см³/г до 14;
- живучесть, мин. 20...25 мин.;
- минимальное время отверждения в оснастке, мин. 20...30 мин.

Для приготовления смеси принимаем скоростные смесители непрерывного действия, снабженные подвижной консолью, модели SPARTAN360P фирмы IMF:

- производительность – 20...40 т/час;
- объем однократной загрузки – 3,2 т;
- время смешения – 90 с.

Для изготовления форм выбираем автоматическую безопочную формовочную линию Fast – loop фирмы IMF.

Автоматическая линия фирмы IMF имеет следующие характеристики [11]:

- размеры форм в свету, мм от 800×800×100 до 1800×3400×680 мм;
- цикловая производительность, форм/час 40;
- количество формовочных автоматов, шт. 2;

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лист
						т
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		40

- грузоподъемность стола, кг 6000;
- установленная мощность, кВт 400;
- габаритные размеры линии, м 64,8×17,1;
- масса линии, т 480.

В состав линии входят вибростолы, кантователи, механизмы срезки излишков смеси, манипуляторы для кантовки форм, туннели для сушки форм, поворотно – вытяжные машины, перестановщики опок, выбивные устройства.

Формовочная автоматическая линия Fast – loop фирмы IMF предназначена для изготовления отливок из стали и чугуна в одноразовых формах из холодно твердеющих смесей.

Для изготовления стержней используется β - Set процесс. Процесс основан на использовании в качестве связующих материалов синтетических смол, способных отверждаться при комнатной температуре за счет продувки метилформиатом.

Данная смесь обеспечивает хорошее качество литых поверхностей, отсутствие азота и серы в связующем, незначительное расширение смеси, более легкая выбиваемость и возможность достижения экологически благоприятных условий труда.

Для борьбы с пригаром при литье в песчаные формы наносят на поверхность формы противопопригарное покрытие. Противопопригарные краски представляют собой суспензии, состоящие из порошкообразного огнеупорного наполнителя, связующего и стабилизатора, распределенных в дисперсной среде – воде или органической жидкости. Краска должна обладать высокой огнеупорностью, химической нейтральностью по отношению к расплаву и его оксидам, высокой прочностью сцепления с поверхностью формы. Необходимо, чтобы слой краски после высыхания был негигроскопичным, негзотворным, сохранял прочность до образования в отливке достаточно жесткой твердой корки.

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис
						т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		41

Формы, изготовленные по α - set процессу и стержни, изготовленные по β - set процессу можно окрашивать водными и спиртовыми противопопригарными красками.

Для производства данной отливки применяется самовысыхающее противопопригарное покрытие, имеет следующего состава:

- цирконовый концентрат, % 58;
- поливинилбутираль, % 1,5;
- спирт этиловый, % 40,5.

Для изготовления стержней предусмотрен отдельный участок, включающий автоматическую стержневую линию DISCO 3300 фирмы IMF с применением β -Set процесса.

Технические характеристики линии следующие:

- объем пескострельной головки, л 80;
- длительность цикла, сек 35;
- размеры стержневого ящика с вертикальным разъемом, мм 900×900;
- размеры стержневого ящика с горизонтальным разъемом, мм 9900×900×900;
- производительность, съемов/ч 40.

Состав смеси для изготовления стержней следующий:

- кварцевый песок 2K₂O₂02 ГОСТ 2138-91 100;
- водорастворимая фенольная смола (сверх 100%) 1,5...2,0.

Формы изготавливают по технологии безопочной формовки из холоднотвердеющих смесей. В этом случае процесс уплотнения и отверждения полуформ идет в жестко закрепленной подмодельной плите деревянной раме, полуформа отделяется от подмодельной плиты в поворотно – вытяжном устройстве. Далее затвердевшая полуформа идет по конвейеру без деревянной опоки.

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис
						т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		42

Безопасное формовочное оборудование фирмы IMF сконструировано для форм размером до 1800x3400x680/680 мм. В зависимости от размеров формы, а также от типов используемого технологического оборудования.

Участок, на котором происходит смена моделей и подготовка деревянных ящиков к формовке, подключен к автоматическому складу моделей, управляемому при помощи ПК. Операция по смене модели происходит в течение одного тактового цикла.

Производительность шнековых смесителей, применяемых для заполнения формы, составляет, как правило, от 6 до 60 тонн/час. Они снабжены двумя рукавами, которые приводятся в движение при помощи серводвигателей.

После заполнения формы смесью происходит уплотнение смеси благодаря срабатыванию вибрационного стола, располагающегося под роликовым транспортером. Удаление излишков смеси происходит автоматически при помощи специального устройства.

Зона отверждения формовочной смеси состоит из нескольких участков роликового транспортера, приводящихся в действие по отдельности и варьирующихся в зависимости от производительности и применяемых процессов. Благодаря наличию ускорителей и замедлителей, установленных на каждом участке роликового транспортера, транспортировка происходит мягко и без тряски.

Опрокидыватель поворачивается на 180° и при помощи вибрации полуформа оказывается на ленте транспортера. Эта операция осуществляется автоматически. После этого форма направляется на участок окрашивания антипригарной краской, а модельное устройство – возвращается на участок заполнения либо в зону смены модели. Процесс окраски осуществляется путем применения манипуляторов. Сушка форм осуществляется в туннеле с теплым воздухом. Участок установки стержней в форму сконструирован таким образом, что к форме обеспечивается открытый доступ.

Формы с уже проставленными стержнями закрываются при помощи полностью автоматизированных устройств. Оборудование самостоятельно

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		43

выполняет все необходимые операции без вмешательства оператора независимо от типа формы.

Установленные на разливочной платформе закрытые формы транспортируются при помощи специальных транспортных устройств в зону заливки их металлом.

После затвердевания отливку выдерживают в форме для охлаждения до температуры выбивки. Чем выше температура выбивки, тем короче технологический цикл изготовления отливки и больше производительность формовочно – заливочного участка. Однако высокая температура выбивки нежелательна из – за опасности разрушения отливки, образования дефектов или ухудшения ее качества. Вблизи температуры кристаллизации сплавы имеют низкие прочностные и пластические свойства, поэтому опасность разрушения отливки особенно велика.

На воздухе отливки охлаждаются быстрее, чем в форме. При этом неравномерность охлаждения массивных и тонких сечений усиливается, и уровень внутренних напряжений в отливке возрастает. Ранняя выбивка может привести к образованию трещин, короблению и сохранению в отливке высоких остаточных напряжений.

Длительная выдержка в форме с целью охлаждения до низкой температуры нецелесообразна с экономической точки зрения, так как удлиняет технологический цикл изготовления отливки. Поэтому выбивку стремятся производить при максимально допустимой высокой температуре. Она зависит от природы сплава, а также от конструкции отливки. Стальные отливки рекомендуют охлаждать в форме до 500...700 °С.

После охлаждения формы с отливками попадают на вибрационную установку, оснащенную выбивной решеткой или проходным охладительным барабаном.

После выбивки форм, смесь поступает на участок механической регенерации. Сухая механическая регенерация заключается в перетирании отработанной смеси,

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис
						т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		44

при котором пленки связующего отделяются от зерен песка и превращаются в пыль, удаляемую из смеси интенсивным отсосом воздуха.

Оттирка зерен происходит в камере пневматической очистки. Отделенная пленка связующего отсасывается через фильтр. Смесь просеивается через вибрационное сито. Фиксированное контрольное сито предотвращает попадание инородных частиц в охладитель в случае повреждения полотна вибрационного сита. Бункер для сбора смеси, снабженный датчиками максимального и минимального уровня, позволяет поддерживать постоянный уровень смеси в расположенном ниже охладителе. Смесь охлаждается до оптимальной температуры после прохождения через охладитель, снабженный охладительной башней, воздушно – водным теплообменником или группой холодильных установок, в зависимости от условий внешней среды. Термопара, расположенная над разгрузочной решеткой охладителя, контролирует температуру выдачи смеси. Система разгрузки, реализующая сброс смеси по всему сечению, позволяет проконтролировать однородность смеси и отсутствие заторов.

Для регенерации смеси выбирается установка механической регенерации IMF с производительностью 30 т/ч для ХТС с органическими связующими.

На установке осуществляются операции: очистка зерен песка; удаление пыли; конечное просеивание; охлаждение.

2.15 Разработка технологии обрубки, очистки и окраски отливок

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

Отливки, поступающие из формовочного отделения, помещают в зачистную дробеметную камеру, затем отливки проходят термообработку в термопечах, после термообработки – снова в дробеметную камеру, где происходит очистка отливок после термообработки.

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		45

Дробеметная и дробеструйная обработка – это процессы холодной обработки металла, суть которых заключается в бомбардировании поверхности металла небольшими шарообразными частичками, в качестве которых может выступать, к примеру, дробь нержавеющей. Каждый удар дроби вызывает деформацию поверхности металла (то есть оставляет на нем микроскопический след). Под обработанной поверхностью формируется слой с высокими сжимающими напряжениями. Дробеметные установки применяются для обработки отливок, поковок, штамповок, труб, длинных листов металла, проката, сварных конструкций и других крупногабаритных изделий из металла. В связи с этим они часто используются в литейной и трубопрокатной промышленности.

Технические характеристики дробеметной камеры модели 42115:

- производительность, т/ч 5,5;
- габариты, мм 4900x3800x5000;
- количество дробеметных аппаратов 2;
- масса дроби, кг/мин 150±10%.

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис т
						46
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		

3 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХТС ДЛЯ СТАЛЬНОГО ЛИТЬЯ

В настоящее время существует много способов формообразования. Но наиболее современными и популярными являются:

- вакуумно – пленочная формовка (V – процесс);
- сейатцу – процесс;
- литье по газифицируемым моделям;
- безопочная формовка, ХТС – процесс.

3.1 Вакуум – процесс (V – процесс)

Все традиционно привыкли считать автоматические формовочные линии (АФЛ) литья в разовые песчано – глинистые формы (ПГС) основным типом литейного оборудования, на котором и производится «львиная» доля всех отливок. Однако сегодня активную конкуренцию АФЛ при литье в формы из ПГС начинают составлять линии по (V – процессу).

Другие технологии формообразования существенно уступают этим двум «лидерам», как по возможности высокой автоматизации техпроцессов, так и по объемам мирового производства отливок, производительности самих линий и их активному использованию. Из раздела специальных способов литья V – процесс перешел в основные способы производства отливок в разовые песчаные формы.

Технологические операции вакуумной формовки изображены на рисунке 3.1.

Преимущества технологии изготовления форм по Вакуум – процессу:

- заполняемость формы металлом при заливке выше на 30 % чем при сырой формовке (доказано на пробах на жидкотекучесть);
- форма обеспечивает минимальную температуру заливки металла за счет высокой заполняемости и теплоемкости;
- самая низкая себестоимость отливок, на 25...30 % дешевле отливок,

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		47

полученных в песчаной форме, и в разы дешевле аналогичных отливок в

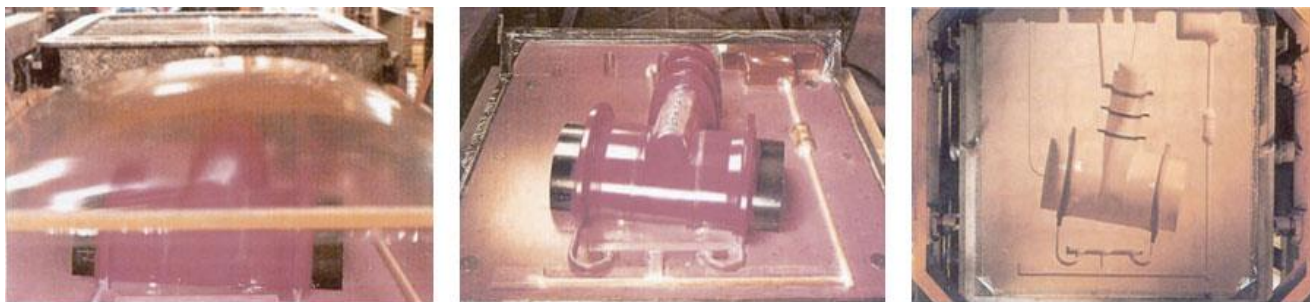


Рисунок 3.1 – Технологические операции вакуумной формовки формах из ХТС: а – обтягивание модели пленкой; б – модель обтянутая пленкой; в – полуформа с пленкой; г – полуформа для заливки; д – готовая отливка.

- нет традиционной системы смесеприготовления, достаточно транспортных операций с сухим песком (иногда только обеспыливание и охлаждение песка);
- нет отходов и системы регенерации смеси, высокая экологичность; превосходное качество поверхности отливок без доводок (шероховатость ≈ 100 мкм для стали, для других отливок Rz70 и выше);
- возможность изготовления тонкостенных стальных отливок;
- возможность обеспечения формовочного уклона до 0 град. Или отрицательных уклонов с помощью отъемных частей модели;
- долгий срок службы моделей, низкий износ моделей, изготовленных обычно из пластмассы или дерева, нет контакта модели с песком (только с пленкой, что исключает износ);
- минимальный расход заливаемых материалов, меньше прибыли и т.д.;
- существенное уменьшение условий для "горячих трещин";

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис
						т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		48

- возможность выбивки отливок при высоких температурах;
- меньше затрат на термообработку отливок;
- нет необходимости в специальном обучении персонала.

Но при этом есть весомые отрицательные стороны данного процесса:

- высокая стоимость оборудования;
- сложное оборудование в плане ремонта и обслуживания;
- сложность освоения мелкосерийного производства при широкой номенклатуре отливок.

3.2 Сейатцу – процесс

Сейатцу – это уплотнение воздушным потоком с последующим прессованием.

Преимущества способа Сейатцу:

- равномерно высокая твердость формы – предпосылка для изготовления отливок высокой размерной точности; сравнение встряхивания с подпрессовкой и сейатцу;
- наглядно показывает более равномерную по объему твердость формы;
- меньше стержней. Во многих местах форм возможна формовка сложных контуров моделей и крайних болванов из – за равномерной твердости формы;
- уменьшение формовочного уклона, расход металла и затраты на механообработку отливок снижаются из-за уменьшения формовочных уклонов на 0,5 град. и меньше (иногда без уклонов);
- лучшее использование плоскости разъема отливками; возможно более плотное расположение моделей на подмодельной плите, т.к. допускаются меньшие расстояния между моделями и опокой – больше отливок в одной форме;
- уменьшение затрат на очистку отливок; поскольку воздушный поток заменяет встряхивание, уровень шума снижается и составляет < 85 дБ (А); без динамических нагрузок на фундамент;

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис
						т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		49

- нет износа моделей, т.к. воздушный поток по поверхности модели создает эффект "псевдосмазки".

Отрицательные стороны Сейатцу – процесса:

- для данной АФЛ при массовом производстве требуется большое количество подмодельных плит;
- высокая стоимость оборудования;
- оборудование занимает большие цеховые площади по сравнению с конкурентами;
- большой объём применяемых вспомогательных материалов, что влечёт за собой необходимость в значительных производственных площадях и в специальном оборудовании для их переработки.

3.3 Литье по газифицируемым моделям

Технология изготовления литья по газифицируемым моделям обладает рядом существенных преимуществ перед другими способами, являющимися традиционными для литейных производств в России и за рубежом.

В частности, эта технология позволяет получать отливки весом от 10 до крупнотоннажных с чистотой поверхности Rz40, с весовой и размерной точностью до 7 класса по ГОСТ Р53464-2009.

Можно работать практически со всеми существующими марками чугунов, начиная от СЧ15 до ВЧ50 и износостойких марок, применять практически любые стали, от ординарных углеродистых (Сталь 20...45), до прецизионных высоколегированных, теплостойких и жаропрочных сплавов, работать со всеми марками литейных бронз, латуней и сплавов на основе алюминия.

Современный технологический уровень массового литейного производства предъявляет все более высокие требования к качеству отливок, их сложности, выходу годного и прочее. В этих условиях одним из перспективнейших направлений является внедрение на существующих литейных производствах технологии литья по газифицируемым моделям (ЛГМ).

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис
						т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		50

Основным принципом ЛГМ является заливка расплава чугуна, стали или цветного сплава в опоку, находящуюся под пониженным давлением, внутри которой в плотной песчаной смеси расположена пенополистирольная выжигаемая модель.

Практика доказала, что применение, литья по газифицируемым моделям и оборудования для ЛГМ позволяет:

- снизить затраты на расходные материалы в 3 – 5 раз;
- сократить трудозатраты в 2 – 4 раза;
- снизить расход электроэнергии в 2 – 3 раза;
- в разы снизить процент брака и увеличить выход годного;
- снизить потребности в цеховых площадях;
- обеспечить максимальную безотходность;
- улучшить условия труда персонала и многое другое.

Отрицательные стороны ЛГМ:

- высокая загазованность цеха;
- выбросы высокотоксичных газов в атмосферу;
- установка дополнительных воздушных фильтров;
- расход на пенополистироловый наполнитель.

3.4 Безопочная формовка (ХТС – процесс)

Безопочная формовка отличается высокой производительностью и экономичностью. При таком способе изготовления форм достигается достаточная точность отливок, сокращаются производственные расходы на изготовление опок, сокращаются площади цеха из – за отсутствия транспортных операций по передаче опок от выбивки к машинам. Упрощаются процессы выбивки отливок из форм. Существуют два типа автоматических машин, изготавливающих формы с

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		51

вертикальным и горизонтальным разъемами. В безопочных формах может быть получена широкая номенклатура отливок, начиная от ключей дверных замков до блоков цилиндров двигателей малолитражных автомобилей. Безопочная формовка заключается в том, что форма изготавливается на машине в специальных опоках, которые после установки на место заливки снимаются.

Преимущества безопочной горизонтальной формовки:

- выдает горизонтальную форму в сборе со стержнями, готовую к заливке;
- горизонтальная форма существенно расширяет номенклатуру отливок;
- простота простановки любых стержней в горизонтальную форму;
- низкие начальные инвестиции (в одном корпусе формовочной машины совмещены функции всех узлов линии – сборка, кантование, простановка стержней и т.д.);

- пескодувное заполнение и встречное гидравлическое прессование дают возможность производить тонкостенные отливки с глубокими карманами;

- высокая производительность, идеально точная форма (никакого "расширения"), более чистые отливки;

- возможность регулировать высоту верхней и нижней полуформ (минимальный расход смеси);

- быстрая смена модельной оснастки – нет болтовых соединений, простая установка модельной плиты с ее автоматической фиксацией;

- нижняя половина формы доступна оператору во время рабочего цикла машины для быстрой, безопасной и легкой установки стержней;

- гибкость производства, возможность расширения номенклатуры.

Отрицательные стороны данного процесса по ХТС смесям:

- большой объем отходов (но с совершенствованием технологий регенерации большая часть отходов возвращается в производственный цикл);

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		52

- нерешённость вопросов экологии;
- большой объём применяемых вспомогательных материалов, что влечёт за собой необходимость в значительных производственных площадях и в специальном оборудовании для их переработки (установки регенерации смесей, места для хранения смол).

Сопоставив все положительные и отрицательные стороны описанных выше процессов, выбираем безопасную формовку по ХТС смесям.

3.5 Смеси холодного отверждения

Существует два основных вида ХТС: смеси отверждаемые продувкой газом и ХТС с жидким катализатором. ХТС отверждаемые продувкой газом для крупногабаритных опок не подходят. Следовательно, рассматриваем только смеси с жидким катализатором:

- холоднотвердеющие смеси с кислотно – отверждаемыми смолами;
- самотвердеющие фосфатные смеси;
- жидкие самотвердеющие смеси (ЖСС);
- пластичные самотвердеющие смеси (ПСС);
- цементные самотвердеющие смеси (ЦСС);
- жидкостекольные смеси холоднотвердеющие смеси с жидкими отвердителями;
- холоднотвердеющие смеси по α - Set процессу;
- холоднотвердеющие смеси по Пер - Set процессу.

Выбираем α - Set процесс в силу ряда положительных качеств таких как: высокая термостойкость (по сравнению с другими процессами ХТС), отсутствие N, S и P в своем составе, высокому качеству литья поверхностей и уровню достигаемой экологической безопасности. Также допускается смешивание смесей системы α - Set с системой β - Set, что является положительным качеством. Процесс

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис
						т
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата а		53

универсален, то есть может применяться с использованием одних и тех же связующих материалов как при производстве чугунных, так и стальных отливок. Сравнение системы α - Set с другими системами холодного отверждения представлены в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Сравнение системы α - Set с другими системами холодного отверждения

Характеристика	α – set	Отверждаемые кислотой фурановые смолы	Фенольные кислоты	Фенольно-уретановые	Алкидно-изоцианатовые	Силикатно-эфирные
Уровень запаха при смешивании	очень низкий	высокий	высокий	высокий	умеренный	очень низкий
Извлечение из формы	отличное	слабое	слабое	умеренное	отличное	хорошее
Возможность очистки водой	есть	частичная	частичная	нет	нет	нет
Отношение живучести к времени извлечения, %	30%	40%	50%	25%	25%	25%
Воздействие температуры песка	умеренное	сильное	сильное	умеренное	умеренное	умеренное
Использование различных видов песка	да	нет	нет	нет	да	нет
Срок хранения стержня/формы	длительный	длительный	длительный	средний	средний	короткий

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лист
						т
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		54

Возможность быстрого затвердевания смеси	да	да	нет	да	нет	нет
------------------------------------------	----	----	-----	----	-----	-----

					<i>22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ</i>	лис
						т
<i>Изм</i>	<i>Лис т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		55

Продолжение таблицы 3.1

Характеристика	α – set	Отверждаемые кислотой фурановые смолы	Фенольные кислоты	Фенольно-уретановые	Алкидно-изоцианатные	Силикатно-эфирные
Возможность медленного затвердевания смеси	да	да	да	да	да	да
Способность к регенерации	высокая	высокая	высокая	высокая	высокая	низкая

Таблица 3.2 – Сравнение характеристик отливки при использовании α – Set и других систем холодного отверждения

Характеристика	α - set	Отверждаемые кислотой фурановые смолы	Фенольные кислоты	Фенольно-уретановые	Алкидно-изоцианатные	Силикатно-эфирные
Содержание азота	нет	есть	есть	есть	есть	нет
Склонность к образованию ужимин	низкая	низкая	низкая	умеренная	умеренная	низкая
Содержание серы	нет	есть	есть	нет	нет	нет
Склонность к просечкам	низкая	высокая	высокая	умеренная	низкая	низкая
Уровень газовых дефектов при литье	низкий	умеренный	умеренный	высокий	высокий	низкий
Легкость выбивки	хорошая	умеренная	умеренная	умеренная	умеренная	слабая
Выделение блестящего графита	низкое	умеренное	умеренное	высокое	высокое	низкое
Уровень газовых	низкий	умеренный	умеренный	высокий	высокий	низкий

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лист
						т
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		56

3.6 Свойства и необходимые количества α - Set смолы и отвердителей

Смола α - Set это щелочное связующее вещество на водяной основе. Содержание свободных фенолов и свободных формальдегидов α - set – смол концерна Borden Chemical UK очень низкое, смолы не содержат серы. За счёт низкой вязкости смолы α - Set сроки её хранения с момента её производства составляют минимум 6 месяцев. Таким образом, смола α - Set удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к современным литейным связующим.

α - Set – отвердители представляют собой смесь эфиров, лактонов и карбонатов. Скорость затвердевания смеси регулируется составом отвердителя, а не его количеством. Примеры влияния различных α - Set – отвердителей Borden Chemical UK на время живучести смеси и время извлечения из оснастки приведены в таблице 3.3:

Таблица 3.3 – Время живучести смеси и время извлечения из оснастки

α - set – отвердитель (АСЕ)	1006	1010	1020	1535	1575	598
Живучесть смеси при 20°C (мин)	~1	~2	~4	~6	~15	~40
Время извлечения из оснастки при 20°C, через (мин)	~6	~10	~20	~35	~75	~360

На этапе приготовления формовочной смеси отвердитель добавляется всегда раньше смолы. Количество отвердителя рассчитывается от количества добавляемой смолы и должно составлять 20...22 % от количества смолы. Особо мелкозернистые и пылесодержащие пески могут потребовать до 24 % отвердителя

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис
						т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		57

для достижения оптимальных значений прочности. Добавляемое количество смолы при формовке составляет 1,2...1,6 % и при изготовлении стержней 1,3...1,8 % от количества песка. Соответствующие значения предела прочности на изгиб на хорошем кварцевом песке составляют 150...300 Н/см².

3.7 Требования, предъявляемые к свежему песку

Для связующей α - Set системы важно, чтобы содержание пыли в формовочном песке было как можно ниже. В остальном система сравнительно не чувствительна в отношении свежего песка. Наилучшие значения прочности достигаются на кварцевом песке, с содержанием мелкодисперсных частиц пыли размером от 0 до 0,125 мм меньше 2% и остатком на сетке 0,125 мм максимально 5%. Средний размер зёрен такого песка составляет 0,25...0,30 мм. К сожалению, средний размер зерна песка многих песчаных карьеров России составляет 0,20...0,22 мм, доля мелкодисперсной пыли в нём явно превышает 2 %, а остаток на сетке 0,125 мм выше 5%. При работе на таком свежем песке потребность в α - Set – смоле составляет 1,4...1,6 %, тогда как при работе на свежем песке с содержанием мелкодисперсной пыли менее 2 % потребность в смоле составляет 1,2...1,3 %.

α - Set – связующие подходят особенно хорошо для нейтрально – щелочных песков, таких как хромитовые, цирконовые и оливиновые. Низкая теплоёмкость хромитового песка в сочетании с высокой теплопроводностью делает хромитовый песок хорошо подходящим для многих проблемных мест при литье стали и особенно при изготовлении стержней. При необходимости возможно разделение качественного хромитового песка от регенерированной смеси с помощью мощного магнитного сепаратора и использование его в дальнейшем, в смеси со свежим хромитовым песком. Однако с другой стороны переход, к примеру, от формовки с использованием смол с кислотным отверждением на α - Set – формовку позволяет без исключения снизить потребность в хромитовом песке [12].

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		58

3.8 Требования, предъявляемые к регенерированному α - Set – песку

Регенерированный α - Set –песок должен быть по возможности без пыли и с равномерной температурой. Доля регенерированного α - Set – песка в формовочной смеси, средний размер зерна которого 0,25...0,30 мм составляет обычно при формовке 70...90 %, а при изготовлении стержней 0...50 %. В случае использования кварцевого песка, средний размер зерна которого 0,20...0,22 мм в качестве свежего песка, доля регенерированного α - Set – песка при формовке составляет обычно 60...80 %, а при изготовлении стержней 0...40 %. Необходимо следить за потерями при прокаливании регенерированного песка. Допустимыми потерями считаются потери величиной в 0,8...1,6 %, а при литье стали не должны превышать по крайней мере 2,0 %. Превышение данного показателя отрицательно влияет на показатель прочности смеси по причине уменьшения времени живучести смеси.

3.9 Факторы, влияющие на отверждение смеси

Количество α - Set – смолы и отвердителя в смеси не оказывает значительного влияния на скорость отверждения смеси в том случае, если количество отвердителя составляет 20...25 % от количества смолы. Влияние температурного фактора при низких температурах меньше, чем, например, в процессах с кислотным отверждением при использовании фурановых смол. Низкая температура смеси замедляет процесс её отверждения, но с применением более быстрых отвердителей можно гарантировать отверждение даже при температуре песка близких к 0°C. Также сквозное отверждение хорошее, даже при низкой температуре смеси. При работе в теплых условиях необходимо помнить, что температура смеси должна быть ниже 35°C.

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис
						т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		59

Количество пыли, содержащейся в песке также оказывает влияние на отверждение и показатели прочности α – Set – смеси. По своим свойствам пыль, содержащаяся в песке делится на два класса: растворимую и нерастворимую в щелочной фенольной смоле.

Растворимая в щелочной фенольной смоле пыль образуется из солей металлов, таких как ацетат кальция и натрия, карбонатов и силикатов. Эти химические соединения образуются в регенерированной смеси при термическом разложении α - Set – смолы при значениях температуры от 200 до 400°C. При повторном использовании песка соли металлов растворяются α - Set – смолой и препятствуют отверждению смеси, уменьшая время её живучести. Таким образом, с помощью использования более медленных отвердителей и добавления небольшого количества воды в регенерированную смесь возможно значительное улучшение прочностных свойств смеси.

Нерастворимая в щелочной фенольной смоле пыль, такая как природная песчаная пыль, используемые при литье и обработке расплава вспомогательные продукты, а также присутствующая в формовочном песке инертная пыль влияют на увеличение потребности в α - Set – смоле и особенно отвердителе, но не оказывают такого же сильного влияния на отверждение смеси как растворимая в смоле пыль.

Эффективное удаление пыли из свежего и особенно из механически регенерированного α - Set – песка является основным условием для достижения хороших значений прочности смеси, таких как прочность на изгиб.

3.10 Смесители, подходящие для α - Set –процесса

Эффективнее всего перемешивание смеси происходит в смесителе непрерывного действия, рукав которого опорожняется после завершения перемешивания. Подходящими являются такие типы смесителей, в которых смола и отвердитель подаются в один рукав с быстро вращающимся шнеком (свыше 500

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис
						т
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата а		60

об/мин). Также хорошо подходят типы смесителей, в которые отвердитель подаётся в первый рукав, а смола во второй рукав с быстро вращающимся шнеком.

В то же время ограничено использование для α – Set процесса смесителей, в которых смола и отвердитель предварительно перемешиваются в двух разных рукавах, а затем смеси объединяется и перемешивается в третьем рукаве. В случае постоянной подачи смеси такие смесители работают хорошо, но если в процессе формовки имеются перерывы длительностью свыше двух часов, то это отрицательно влияет на не полностью перемешанную с песком смолу, оставшуюся в рукаве смесителя. При этом недостаточно перемешанная смесь приобретает красноватый цвет и показатели прочности снижаются в зависимости от длительности простоя. В случае простоя смесителя более трёх часов рукав необходимо опорожнить. Рукав с отвердителем не требует опорожнения, даже если простой длится несколько дней.

В России представлено множество фирм – производителей (IMF, HWS, AIT, Savelli и другие), которые предлагают оборудование по работе с α – Set смесями.

В качестве производителя оборудования выбираем итальянскую фирму IMF, так как оборудование этой фирмы считается надежным и имеет положительные отзывы. Также немаловажным фактором является, что в России есть большое количество фирм – представителей и фирма IMF является одним из лидеров на рынке формовочного оборудования [13].

3.11 Краткое описание фирмы IMF

Компания IMF – один из крупнейших производителей оборудования для опочной и безопочной формовки по холодно – твердеющим смолам (No – Bake) и может поставлять как отдельные машины, так и полноценные формовочные линии.

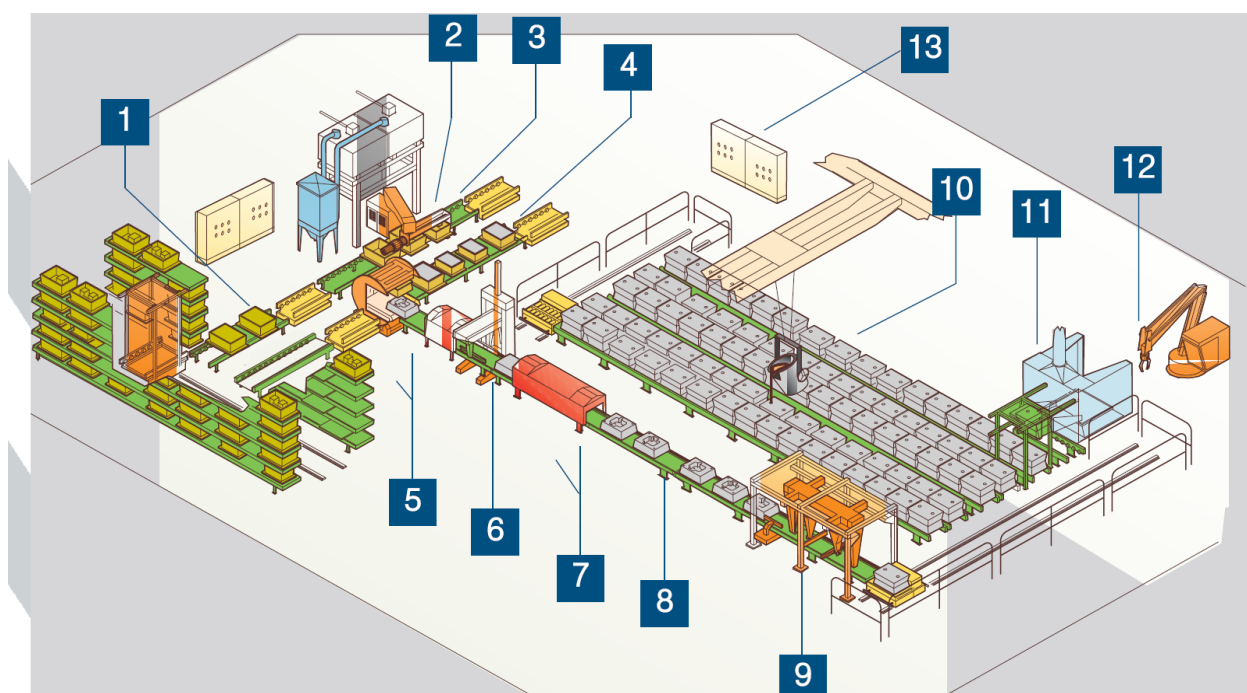
Изначально изготавливались единичные формовочные машины, но вскоре для покупателей стал доступен целый спектр различных установок. Очень скоро

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		61

фирма IMF стала предлагать целые производства и литейные цехи со сдачей комплекса оборудования "под ключ".

Производственная гамма включает непрерывные смесители, вибрационные столы и формовочные системы, автоматические системы закрывания опок, машины для выбивания отливки, установки регенерации формовочной смеси, установки для выбивания стержней.

Оборудование IMF выбрали 900 литейных производств в 60 странах. За более чем 30 лет работы в области изготовления формовочных систем для процесса No – Bake (ХТС), IMF поставила более 1800 смесителей, более 300 формовочных линий и почти столько же систем регенерации для литейных производств по всему миру. Политика IMF – разработка и изготовление машин производств, которые удовлетворяют реальным производственным требованиям литейных цехов – основа принятая из собственного опыта. На сегодняшний день IMF является лидирующей компанией в области проектирования, изготовления и поставки оборудования для производства форм по ХТС. По заданным параметрам проектируемого цеха подходит формовочная линия IMF Fast – loop, изображенная на рисунке 3.2.



Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	
	т			а	лист	т
						62

Рисунок 3.2 – Технологические операции линии Fast – loop

Формовочные системы серии Fast – loop позволяют изготавливать отливки в безопочных формах с различными размерами кома, 800x800x100/100 до 1800x3400 x680/680, а также в опочные формы, размером до 6000 мм. Производительность систем зависит от размера кома и используемых машин, и может достигать 50...60 форм в час.

Технологические операции линии Fast – loop в соответствии с номерами позиций рисунка 3.2:

1) Смена модели

Участок смены модели обеспечивает свободный доступ к оснастке для операций очистки и обслуживания. Участок смены модели может быть подключен к автоматическому складу хранения оснастки, управляемому компьютером.

2) Формовка

Для заполнения формы применяются смесители непрерывного действия, производительностью 6...60 тонн в час, с одноколенной или двухколенной стрелой, которая обычно снабжена приводом перемещения.

3) Удаление излишков смеси

На позиции заполнения формы смесь уплотняется с использованием вибрационного стола. Стол может быть отрегулирован на различную интенсивность встряхивания, в зависимости от требуемых характеристик изготавливаемой формы. Для удаления остатков смеси применяется автоматический нож.

4) Отверждение формы

Формовочный участок включает позицию отверждения формы. Отверждение происходит различными способами в зависимости от использованного технологического процесса и производительности линии. Полуформы поочередно

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис
						т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		63

передаются на позицию отверждения смеси на поддонах. Каждая полуформа передается независимо от других с использованием специального транспортного устройства. Подобная схема позволяет ускорять или замедлять операции в зависимости от существующих рабочих условий.

5) Кантовка формы и протяжка модели

Участок извлечения модели полностью автоматизирован, операции производятся при помощи кантующего устройства. После этого форма передается на покраску, модельная плита возвращается на формовочный участок. Если модель не извлечена с первого раза, кантующий механизм автоматически повторяет операции по извлечению модели.

6) Окраска формы

Операция окраски упрощена применением станций, на которых форма перемещается манипулятором в положение, наиболее удобное для используемого метода окраски.

7) Сушка формы

Сушка обычно производится в горизонтальном сушиле, в которое подается горячий воздух. Иногда дополнительное сушило устанавливается перед окрасочной камерой, что позволяет предварительно подсушить форму. Такая система обеспечивает быстрое отверждение смеси и подготавливает форму к покраске.

8) Простановка стержней

Конвейер простановки стержней обеспечивает свободный доступ к полуформам для простановки стержней.

9) Сборка формы

Ручная в зависимости от продолжительности рабочего цикла, форма может собираться полуавтоматически или вручную. В первом случае, для сборки форм используются манипуляторы подвешенные к рабочему крану. Во втором случае,

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		64

операции выполняются на неподвижной станции с применением подъемного устройства, которое управляется оператором.

Для линий высокой производительности, сборка форм производится автоматически. Автоматическое устройство выполняет все операции по сборке форм без участия оператора, вне зависимости от габаритов собираемых форм.

10) Заливка форм

На позиции сборки, формы устанавливаются на поддоны, на которых они затем подаются на участок заливки. После заливки формы можно поместить на участок охлаждения, где они могут быть установлены или непосредственно на пол, или на двухъярусный стеллаж охлаждения, или на вертикальный склад форм.

11) Выбивка

После охлаждения, формы передаются на выбивной участок. Участок может быть оснащен или вибрационной решеткой, или разделительным туннелем. Отделенная смесь поступает в систему регенерации, после чего может повторно использоваться.

12) Съём отливок

Съём отливок может осуществляться вручную, с применением мостового крана или при помощи манипуляторов, оснащенных пыленепроницаемой кондиционированной кабиной, которая обеспечивает лучшие рабочие условия для оператора.

13) Шкафы управления системой

Система электрического управления соответствует наиболее современным мировым стандартам и сконструирована с учетом самых современных технологий. В системе используются программируемые логические контроллеры моделей, наиболее распространенных по всему миру, что позволяет эксплуатировать системы автоматизации, известные для технического персонала заказчика.

Выбрав технологию безопасной формовки с применением α – Set процесса и формовочную линию Fast – Loop фирмы IMF, получаем качественные формы, что

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис
						т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		65

позволяет получать и качественные отливки. При этом данная технология наносит минимальный вред окружающей среде. Используются возвратные отходы и в качестве связующих – смолы.

					<i>22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ</i>	лис т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		66

4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

4.1 Безопасность труда

С развитием новых технологий большое значение уделяется охране труда, тяжелые и вредные этапы труда автоматизируются и механизмируются. На всех предприятиях, в учреждениях, организациях создаются здоровые и безопасные условия труда, обеспечение которых – обязанность администрации. На стадии проектирования необходимо учитывать все требования по устранению и ослаблению вредных воздействий на трудящихся, предупреждению несчастных случаев и содержанию мест работы в надлежащем санитарно-гигиеническом состоянии. В настоящем проекте обеспечиваются основные требования охраны труда с учетом внедрения передовой технологии и улучшения технологического процесса.

Все вышеупомянутые вопросы я постарался учесть в данном дипломном проекте. Использование автоматической формовочной линии фирмы IMF, (Италия), принцип формообразования в которой прессовый ведет к резкому снижению выброса пыли, уровня вибрации, высвобождает людей от тяжелого ручного труда, снижает количество опасных физических факторов воздействующих на лиц обслуживающих данную линию (движущиеся машины и механизмы; различные подъемно – транспортные устройства и перемещаемые грузы; незащищенные подвижные элементы производственного оборудования).

4.2 Производственная пыль

Производственная пыль оказывает неблагоприятное воздействие на организм человека, раздражая слизистые оболочки дыхательных путей и оседает в легких, а также отрицательно влияет на органы зрения, слуха и кожные покровы человека.

Предельно – допустимые концентрации вредных веществ (ПДК) в воздухе

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		67

рабочей зоны регламентируется [14] ГН 2.2.5.1313-03 (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Наименование вещества	ПДК, мг/м ³
Кремне содержащаяся пыль:	
- кремния двуокись кристаллическая при содержании ее в пыли от 2 до 10%,	4
- кремния двуокись кристаллическая при содержании ее в пыли от 10 до 70%,	2
Пыль содержащая оксиды железа	4-6
Оксид углерода	20
Марганца оксиды	30
Оксид азота	2,000

В литейном цехе производятся следующие мероприятия по оздоровлению воздушной среды:

- плавильное отделение размещается с подветренной стороны здания, чтобы предотвратить попадания дымовых газов и нагретого воздуха в другие отделения цеха;
- плавильные электроды оборудованы укрытиями пыли и газовой выделением, укрытия присоединены к вытяжной вентиляционной системе, которая оборудована эффективными устройствами для очистки отходящих газов;
- предусмотрены оконные проемы и аэрационные фонари;
- в цехе предусмотрены изолированные комнаты отдыха для рабочих;
- рабочие обеспечены спецодеждой, обувью и средствами индивидуальной защиты в соответствии с нормами по ГОСТ 12.1.011.-89 «средства защиты работающих».

4.3 Микроклимат

Источниками тепловыделения для плавильщика являются электродуговые

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис
						т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		68

печи,

Проектируемый цех по удельному тепловыделению относится к горячему, так как тепловыделения превышают 23...26 Вт/м параметры метеорологических условий (температура воздуха, относительная влажность, скорость движения воздуха) регламентируются СНиП 2.2.4.541-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

В цехе проводятся следующие мероприятия для установления необходимого микроклимата:

- автоматизация и дистанционные управления процессами;
- теплоизоляция нагретых поверхностей оборудования, установка экранов у печей;
- для рабочих предусмотрены комнаты отдыха и обеспечения средствами защиты в соответствии с ГОСТ 12.1.011-89 «Средства защиты работающих»;
- в цехе имеется подсолённая и газированная вода;
- предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция и воздушное отопление, совмещенное с ней.

В качестве теплоносителя для систем отопления и вентиляции цеха применяется горячая вода с температурой не выше 150°C;

- удаление воздуха производится из верхней зоны через аэрационные фонари.

В цехе предусмотрена светоаэрационные фонари. Аэрация предусмотрена совместно с системой вентиляции с искусственным побуждением.

4.4 Производственный шум

Допустимая величина шума в цехе согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, помещениях жилых, общественных зданий, на территориях жилой застройки» [15] – 80дБ.

Для снижения уровня шума в цехе применяются следующие мероприятия:

- применяются электродуговые печи постоянного тока;

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис
						т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		69

- применяются автоматизированные линии с низким уровнем шума;
- системы вентиляции и местных отсосов снабжены шумопоглощающими устройствами;
- применение средств индивидуальной защиты от шума (противошумные заглушки «беруши», наушники противошумные ВЦНИИОТ – 1) по ГОСТ 12.1.011-89.

4.5 Освещение

В проектируемом цехе предусматривается естественное и искусственное освещение в соответствии с СНиП 23 – 05 – 95 «Естественное и искусственное освещение» для создания благоприятных условий выполнения работы, прохода людей и движения транспорта, обеспечивая достаточную освещенность рабочих мест.

Естественное освещение осуществлено оконными проемами, дверными проемами и въездными воротами.

От условий освещения зависят сохранность зрения человека, состояние его нервной системы и безопасность на производстве.

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

В местах выпуска металла из печи предусмотрено аварийное освещение с использованием люминесцентных ламп, минимальная освещенность которых 1 Омк.

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

Мостовые краны оборудованы подкрановым освещением, которое выполнено лампами накаливания.

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

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		70

Для местного освещения используются светильники ПВЛП. Имеющие две лампы, что даст возможность уменьшить пульсацию суммарного светового потока светильника.

Произведем расчет освещения по формуле:

$$F = 100 \cdot E \cdot K \cdot S \cdot \frac{Z}{N \cdot \eta}, \quad (4.1)$$

где F – световой поток каждой лампы,

E – заданная минимальная освещенность,

K – коэффициент запаса, т;

S – площадь помещения, м ;

Z – отношение средней освещенности к минимальной;

N – количество устанавливаемых источников, шт;

η – коэффициент использования светового потока.

Рассчитаем необходимое количество светильников по формуле:

$$N = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{n \cdot \Phi_{\text{л}} \cdot \eta}, \quad (4.2)$$

где E – нормируемая освещенность, мк;

K_3 – коэффициент запаса;

S – освещаемая площадь, м ;

Z – коэффициент неравномерности освещения;

n – количество ламп в светильнике;

$\Phi_{\text{л}}$ – световой поток выбранной лампы, мл;

η – коэффициент использования светового потока.

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		71

4.6 Электробезопасность

Наличие в цехе электрического оборудования предусматривает выполнение правил электробезопасности. Защита персонала цеха от воздействия электрического тока соответствует ГОСТ 12.1.019-2009 «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты» [16].

Меры по обеспечению электробезопасности плавильщика:

- все электрошкафы и электрощитки, расположенные на плавильном участке, должны быть надежно закрыты;
- при работе с электрооборудованием не следует прикасаться к его токоведущим частям, оборудованию и металлоконструкциям, которые оказались под напряжением из – за нарушения изоляции;
- все нетоковедущие части оборудования, которые могут оказаться под напряжением при не исправной изоляции имеют защитное зануление;
- применение предупредительных плакатов на опасных местах.

Например: «Стой! Опасно для жизни!», «Под напряжением!», «Не включать! Работают люди!», «Стой! Напряжение», «Не влезай! Убьет»;

- сопротивление изоляции должно составлять 1 кОм на каждый вольт напряжения установки.
- электропроводка идет по трубам;
- питание пультов управления оборудования допускается не выше 36В;
- при неисправности механизмов – автоматическое отключение;

4.7 Пожарная безопасность

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

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		72

Общие требования пожарной безопасности соответствуют ГОСТ 12.3.047-98. «Пожарная безопасность. Общие требования»

В цехе проводятся следующие мероприятия по пожарной профилактике:

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

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

4.8 Вентиляция и отопление

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

В цехе предусмотрена механическая приточная вентиляция и воздушное отопление, совмещенное с ней.

Воздух, удаленный из здания цеха системами местной и общественной вытяжной вентиляции, содержащий вредные вещества подвергается очистке, с помощью мокрых пылеуловителей и циклонных установок.

На въездных воротах и транспортных проемах в отопительный период

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис
						т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		73

устроены тепловоздушные завесы постоянного действия.

В заключении можно сказать, что спроектированная технология полностью соответствует всем требованиям по организации и обеспечению безопасного труда:

- производственные процессы, сопровождающиеся шумом, вибрацией, а также выделением пыли и вредных газов, изолированы друг от друга, размещены в разных пролетах и отдалены стенкой;

- литейные формы и производство стержней будет осуществляться на автоматических линиях, позволяющих исключить ручной труд, предохраняющих рабочих от травматизма и улучшающих условия труда;

Приводимые в цехе мероприятия по охране труда работников позволяют сократить число несчастных случаев и профессиональных заболеваний. В цехе во всех производственных отделениях предусмотрены помещения для отдыха рабочих и имеются сатураторные установки.

					<i>22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ</i>	лис
						т
Изм	Лис т	№ докум.	Подп.	Дат а		74

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе была разработана технология изготовления отливки «Полумуфта» из стали 20Л в соответствии с современными технологиями в области литейного производства.

В настоящее время существует много способов формообразования. Но наиболее современными и популярными являются – вакуумно – пленочная формовка (V – процесс), сейатцу – процесс, литье по газифицируемым моделям, безопочная формовка, ХТС – процесс.

Для получения отливок высокого качества было предложено для производства данной отливки использовать одноразовую песчаную форму на основе ХТС (α - Set процесс) и стержни (β - Set процесс).

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис
						т
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		75

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сайт «Ресурс машиностроения»; Ресурсоэффективность литейного производства в России – <http://www.i-mash.ru>.
2. Семь основных мифов и заблуждений литейного производства – <http://www.ruscastings.ru/work/168/2130/2132/7879>.
3. Точка отсчета эффективности в литейном производстве – http://www.rsl.npp.ru/articles/economy/article_8656.html.
4. Могилев, В. К. Справочник литейщика: Справочник для профессионального обучения рабочих на производстве / В.К. Могилев. – М.: Машиностроение, 1988. – 272 с.
5. Технологические процессы и оборудование: Сборник руководящих технических материалов по современным эффективным технологическим процессам формообразования точных отливок для деталей в машиностроении.- Москва, 2002. – 285с.
6. Чуркин,Б.С. Технология литейного производства: Учебник/ Б.С. Чуркин – Екатеринбург: Изд. Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2000. – 662 с.
7. Кулаков, Б.А. Технология изготовления литейных форм: Учебное пособие к лабораторным и практическим занятиям/ Б.А.Кулаков, В.И. Швабауэр, Б.Э. Клецкин. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 1998 – 95с.
8. Теория литейных процессов: учебное пособие /Л. Г. Знаменский, В. К. Дубровин, Б. А. Кулаков, В. И. Швецов.- Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 1999.-163 с
9. Швабауэр, В.И. Технология изготовления отливок: Учебное пособие/ В.И. Швабауэр. - Челябинск: ЧГТУ, 1992. – 68с.
10. Литейное оборудование. -<http://www.ruscastings.ru/work/168/170/7912/7924>.
11. Непомнящий, В.Н. Проектирование литейных цехов [Текст]/ В.Н. Непомнящий, Т.Н. Тюнева // Метод. указания к практик. занятиям для студентов специальности 110400 «Литейное производство черных и цветных металлов». – Красноярск: – 2002. – 40 с.

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис
						т
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		76

12. Технология литейного производства. Формовочные и стержневые смеси// Под ред. С.С. Жуковского, А. Н. Болдина, А. И. Яковлева, А. Н. Поддубного, В. Л. Крохоткина. Учебное пособие для вузов, - Брянск изд. БГТУ, 2002, – 470 с.

13. Сайт «Союз-Литье»; Информационный ресурс по литейному производству «Союз-литье». – www.lityo.com/материалы/модельные-составы.

14.ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. Введен 01.03.2017. – М.: Стандартиформ, 2016. 9 с.

15. СН 2.2.4/2.1.8 562-96. «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки». Введен 31.10. 96. Утверждено постановлением Госкомсанэпиднадзора России от 31 октября 1996 г. N 36.

16.ГОСТ 12.1.019-79 «Электробезопасность». М.: ИПКИздателство стандартов. Введен 07.01.80. 26 с.

					22.03.02.2018.262.00.00 ПЗ	лис
						т
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		77