

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 "Ролик"

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
доцент, к.т.н.
И.Н. Ермаков
«__»_____2018г.

Автор проекта
студент группы
ПЗ-537
С.Е. Овсянников
«__»_____2018г.

АННОТАЦИЯ

Овсянников С. Е. Технология изготовления отливки «Ролик». – Челябинск, ЮУрГУ. ПЗ-537, 2018, 58 с., 9 ил., библиогр. список – 13 наим., 4 листа чертежей ф. А1, 1 плакат ф. А1.

В выпускной квалификационной работе разработана технологии изготовления отливки «Ролик». Проведен анализ целесообразности производства отливки литьем. Спроектирована технология изготовления отливки «Ролик» из стали 35Л ГОСТ 977-88 в песчано-глинистой форме. Для изготовления отливки применяется одноразовая песчано-глинистая форма. Стержни изготавливают по CoId-Vox-Amin-процессу. Для получения жидкого сплава применяется дуговая печь типа ДППТ. В работе выбраны все необходимые материалы и оборудование, а также приведено описание основных технологических этапов производства.

В специальной части работы приведено описание работы формовочной линии и расчет основных параметров работы.

Раздел безопасность жизнедеятельности посвящен разработке мероприятий по организации безопасной работы в литейном цехе.

					<i>22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ</i>			
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Овсянников С.Е.</i>			<i>Технология изготовления отливки «Ролик»</i>	<i>Лит.</i>	<i>Листов</i>	<i>Лист</i>
<i>Провер.</i>		<i>Ердаков И.Н.</i>				Д	57	3
<i>Т.конт.</i>						<i>ЮУрГУ Кафедра ЛП</i>		
<i>Н.конт.</i>		<i>Заславская О.М.</i>						
<i>Утв.</i>		<i>Кулаков Б.А.</i>						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ И ЗАРУБЕЖНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И РЕШЕНИЯ	7
2 ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ	12
2.1 Материал отливки и его свойства	12
2.2 Выбор способа производства отливки	12
2.3 Определение припусков на механическую обработку	13
2.4 Выбор положения отливки в форме и линии разъема формы	14
2.5 Количество и конструкция стержней	16
2.6 Конструирование и расчет прибылей и литниковой системы	17
2.7 Формовочные, стержневые смеси и покрытия	23
2.8 Выплавка металла и заливка форм	25
2.8.1 Расчет шихты	29
2.9 Выбивка, обрубка, очистка и термическая обработка отливок	32
2.10 Модельный комплект	33
2.11 Контроль качества	33
3 АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ФОРМОВКИ И ВЫБОР НАИЛУЧШЕГО ОБОРУДОВАНИЯ	37
3.1 Описание работы формовочной линии и обоснование выбора	37
3.2 Выбор типа привода	42
3.3 Расчет механизма выдавливания кома смеси	43
3.4 Расчет механизма прямолинейного перемещения	44
4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	46
4.1 Общая характеристика литейного цеха	46
4.2 Анализ опасных и вредных производственных факторов	47
4.3 Безопасность материалов, производственных процессов и оборудования	48

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ

лист

4

4.3.1	Безопасность производственных процессов	48
4.3.2	Безопасность производственного оборудования	49
4.3.3	Электробезопасность	50
4.3.4	Пожаровзрывобезопасность	51
4.4	Охрана природной среды	53
4.4.1	Очистка выбросов в атмосферу	53
4.4.2	Очистка производственных сточных вод	54
4.4.3	Обезвреживание и утилизация отходов	55
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	56
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	57

					22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		5

ВВЕДЕНИЕ

Литейное производство позволяет получить заготовки сложной конфигурации с минимальными припусками на обработку резанием и с хорошими механическими свойствами. Технологический процесс изготовления механизирован и автоматизирован, что снижает стоимость литых заготовок. Достижения современной науки во многих случаях позволяют коренным образом изменить технологический процесс, что, в конечном счете, помогает улучшить качество продукции и повысить эффективность производства.

На сегодняшний день литейное производство является основной заготовительной базой машиностроения, несмотря на значительную конкуренцию со стороны сварочного производства и способов обработки металлов давлением (ковки, штамповки) и других заготовительных отраслей.

Основной способ изготовления отливок – литье в разовые песчано-глинистые формы, которым получают около 80 % отливок.

Литье в песчано-глинистые формы является наиболее распространенным способом изготовления отливок сложной формы. Технологический процесс литья состоит из ряда операций: изготовления модельной оснастки, приготовления формовочных и стержневых смесей, изготовления стержней и формовки по модели, сборки форм, заливки заранее подготовленного металла в форму, остывания отливки в форме, выбивки отливки из формы, обрубки литников, выпоров и прибылей, удаления стержней, очистки отливки.

Качество отливки во многом определяется свойствами и качеством формовочных и стержневых смесей. Основными требованиями, предъявляемыми к формовочным и стержневым смесям, являются: прочность, пластичность, огнеупорность, газопроницаемость и т. д.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка оптимальной технологии изготовления отливки «Ролик».

22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ

лист

6

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1 ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ И ЗАРУБЕЖНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И РЕШЕНИЯ

Литейное производство является одной из важнейших отраслей отечественного машиностроения. В настоящее время в России насчитывается около 1650 литейных предприятий, которые, по экспертной оценке, произвели в 2006 году 7,68 млн. тонн отливок, в том числе из чугуна – 5,28 млн. тонн, из стали – 1,3 млн. тонн, из цветных сплавов – 1,1, млн. тонн [1].

Объёмы производства литых заготовок находятся в пропорциональной зависимости от объёмов производства машиностроительной продукции, так как доля литых деталей в автомобилях, тракторах, комбайнах, танках, самолётах и других машинах составляет 40...50 %, а в металлорежущих станках и кузнечнопрессовом оборудовании доходит до 80 % массы и до 25 % стоимости изделия, но не смотря на повсеместное применение литых изделий, на сегодняшний день практически все литейные предприятия требуют обширной модернизации.

Имея теоретическое преимущество в 36 % от цены конечной продукции благодаря низкой стоимости сырья, энергии и труда, российская литейная промышленность съедает это преимущество за счет расточительного использования ресурсов. Как следствие, российской литейной отрасли сложно конкурировать на внешних рынках за счет соотношения цена-качество: цена приближается к уровню европейских производителей, а качество зачастую не соответствует стандартам.

Только немногие российские предприятия имеют опыт и экспортируют свою продукцию за пределы стран СНГ. В связи с этим российские предприятия до сих пор не испытывали потребности в следовании жестким системам качества. Доля брака на российских литейных предприятиях значительно варьируется и может составлять от доли процента на ведущих производствах до 15...30 % в среднем по отрасли. По сравнению с европейскими предприятиями уровень брака в России (в процентном отношении к выпускаемой продукции) в 2 раза выше. Однако

					22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		7

зарубежные требования к качеству значительно превышают российские. Это означает, что, если бы российское литье проходило проверку на качество по европейским стандартам, уровень брака был бы в среднем в 4 раза выше.

В России практически все предприятия имеют низкий уровень автоматизации и механизации, обширно используется ручной метод формовки, изготовление отливок как правило происходит в песчано-глинистые формы, уровень загрязнений на предприятиях далек от стандартов. Это приводит к тому, что по сравнению с зарубежными российские литейные предприятия:

- используют на 14 % больше металла на тонну готовой продукции;
- должны эксплуатировать свои производственные мощности в два раза дольше, эффективно используя при этом всего лишь 50 % существующих производственных мощностей;
- имеют выработку продукции на одного человека в 3,6 раза ниже.

Ряд предприятий в России уже активно внедряют передовые практики по улучшению производства и ресурсоэффективности. Хотя показатели этих предприятий (лучших по индустрии в РФ) приближаются к средним показателям в Европе [2].

Реализовать стратегические возможности повышения конкурентоспособности и рентабельности можно за счет модернизации старых и создания новых предприятий, используя современные технологии изготовления готовой продукции и контроля ее качества, а также качества технологического процесса.

Известно, что наилучшие показатели универсальности, обеспечивающие высокое качество отливок, имеют автоматические формовочные линии (АФЛ), которые являются «сердцем» литейного цеха.

На сегодняшний день современные АФЛ в большинстве случаев работают по «Сейатцу-процессу» (Seiatsu Process), в котором уплотнение песчано-глинистой смеси осуществляется воздушным потоком (импульсом) с дальнейшим гидравлическим прессованием многоплунжерной головкой.

					22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		8

Ранее существовало мнение, что АФЛ малоэффективны для мелкосерийного производства. Однако сегодня это мнение явно устарело и современные АФЛ выпускают отливки любых серий – одновременно единицы одних, сотни и тысячи других отливок самых различных конфигураций и размеров.

Так же используются и другие методы, повышающие производительность и улучшающие качество продукции.

К таким новым технологиям относятся:

- литье методом вакуумно-пленочной формовки (ВПФ);
- литье в холоднотвердеющих смесях (ХТС);
- литье по газифицируемым моделям (ЛГМ).

Все эти технологии имеют применение в зарубежных странах, что выводит их в лидеры литейного производства.

Так же серьёзной проблемой литейного производства остаётся экология. При производстве одной тонны отливок из сплавов чёрных металлов выделяется около 50 кг пыли, 250 кг окиси углерода, 1,5...2 кг окиси серы, 1 кг окиси углеводородов. Весьма важной проблемой является утилизация твёрдых отходов литейного производства. Отработанные формовочные и стержневые смеси, относящиеся к 4-й категории опасности, составляют 90 % отходов. Поэтому для каждого предприятия с точки зрения экономической целесообразности и экологической безопасности производства требуется регенерация отработанных смесей в местах их образования. С этой целью необходима срочная реконструкция литейных цехов, которая должна осуществляться на базе новых, экологически чистых технологических процессов и материалов, прогрессивных плавильных агрегатов, смесеприготовительного и формообразующего оборудования, обеспечивающих получение высококачественных отливок, которые будут отвечать европейским и мировым стандартам.

К мероприятиям по модернизации могут быть отнесены:

- на плавильных участках – замена вагранок индукционными печами (при этом объём вредных выбросов сокращается: пыли и углекислого газа – в 13 раз,

					22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		9

двуокиси серы в 30 раз), применение для плавки чугуна и стали дуговых печей постоянного тока с одним электродом сокращает пылевыведение в 2 раза;

- на формовочных и стержневых участках – создание и применение малотоксичных и нетоксичных составов смесей;
- на термообрубных участках – повышение эффективности работы вентиляционных систем и утилизация твёрдых отходов.

Из перечисленных мер следует особо выделить меры по экологической безопасности на стержневых участках, которые используют синтетические смолы в качестве связующих. По экспертным оценкам сегодня эти технологии дают до 70 % загрязнений природной среды от литейных цехов. При нагреве форм и стержней в интервале 400...800 градусов Цельсия наблюдается интенсивное выделение фенола, бензола, толуола, крезола, формальдегида, аммиака и других газов, которые в интервале температур 800...1200 °С приводят к образованию углекислого газа, окиси углерода, углеводородов, двуокиси серы и азота. Особо опасен канцерогенный бензопирен, который вызывает генные мутации и раковые заболевания (он образуется при неполном сгорании топлива). Синтетические смолы соответствуют технологическим требованиям и отвечают критериям модернизации, на современном оборудовании соответствуют экологическим нормативам, которые непосильны большинству литейных цехов. Помимо этого, необходимо применять в цехах современные системы газоочистки и фильтрации.

На сегодняшний день в России уверенно развиваются предприятия, производящие современное литейное оборудование, поэтому необходимо смелее и увереннее использовать их продукцию (формовочные машины, линии) производимые одним из крупнейших в Европе заводов литейного машиностроения "Сиблитмаш" (г. Новосибирск), плавильное оборудование компании "РЭЛТЕК" (г. Екатеринбург), отечественные формовочные связующие материалы, лигатуры и модификаторы. Для получения качественных литых заготовок в разовых песчаных формах в России имеются все необходимые исходные материалы (пески, глины, бентониты), выпускаемые Миллеровским,

					22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		10

Хакасским, Воронежским, Лужским, Серпуховским горно-обогатительными комбинатами и другими предприятиями [3].

Для производства форм и стержней с использованием холоднотвердеющих смесей (ХТС) выпускается достаточное количество различных связующих материалов и отвердителей отечественными предприятиями: "Уралхимпласт" (г. Нижний Тагил), ОАО "Карболит" (г. Орехово-Зуево), ОАО "Тверьхимволокно" (г. Тверь), НПО "Карбохим" (г. Дзержинск) и другими.

К сожалению, оборудование для ХТС в России не производится, и заводы вынуждены закупать итальянское, немецкое и английское смесеприготовительное оборудование. Сегодня у нас на станкостроительных заводах имеются незагруженные мощности, свободные конструкторы, и проблему изготовления этого несложного оборудования вполне можно решить.

Для выплавки чугуна и стали в России производятся плавильные комплексы высокой надёжности и качества, не уступающие немецким и американским. Компания "РЭЛТЕК" (г. Екатеринбург) по праву является лидером по производству электроплавильного и электротермического оборудования в России.

Современное отечественное литейное производство имеет ряд проблем, требующих радикальных решений, которые должны основываясь на опыте зарубежных стран, богатой сырьевой базе, а также интеллектуальных ресурсах России.

В данном разделе было проведено сравнение отечественных и зарубежных технологий и решений. Приведены преимущества и недостатки зарубежного и отечественного оборудования, применяемого в литейном цехе. А также рассмотрены общие современные тенденции развития литейного производства России.

					22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		11

2 ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ

2.1 Материал отливки и его свойства

Отливка «Ролик» заливается сталью 35Л и имеет следующие механические свойства:

- временное сопротивление разрыву $\sigma_B=491$ МПа;
- предел текучести $\sigma_T=275$ МПа;
- относительное удлинение $\delta =15$ %;
- свариваемость — ограниченно свариваемая;
- флокеночувствительность — не чувствительна;
- склонность к отпускной хрупкости — не склонна;
- линейная усадка — 1,9%.

Отливка «Ролик» подвергается термообработке:

- акалка 860 - 880 ° С;
- тпуск 600 - 630 ° С.

Сталь марки 35Л соответствует ГОСТ 977-88. Химический состав стали представлен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Химический состав стали 35Л [4]

Обозначение	Массовая доля элементов, %						Примеси не более, %	
	C		Si		Mn		S	P
	min	max	min	max	min	max		
Сталь 35Л	0,32	0,4	0,2	0,52	0,45	0,9	0,06	0,06

2.2 Выбор способа производства отливки

					22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ			лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				12

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

Проанализировав чертеж детали, очевидно, что ее конструкция достаточно технологична для изготовления литьем. Деталь не имеет резких переходов толщин стенок, минимальная толщина – 15 мм, габаритные размеры детали Ø285x150 мм. Минимальные литейные радиусы 3...5 мм. Изготавливать отливку «Ролик» решено в разовые песчано-глинистые формы.

Самый эффективный способ изготовления определяется на основе комплексного анализа технической, организационной и экономической целесообразности.

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

Конфигурация внутренних полостей, отверстий, обрабатываемых поверхностей и расположение баз механической обработки удовлетворяют требованиям технологии литейного производства в разовые песчано-глинистые формы. Для изготовления форм оптимальным является конвейерное производство, которое обеспечивает высокое качество и производительность [5].

2.3 Определение припусков на механическую обработку

Данная отливка относится ко второй группе сложности т.к. к группе 2 относятся отливки открытой коробчатой, сферической, полусферической, цилиндрической и других форм. Наружные поверхности — криволинейные и плоские без нависающих частей, ребер, кронштейнов, бобышек, фланцев с отверстиями и углублениями сравнительно сложной конфигурации. Часть отливки выполняют с использованием стержней. Точность отливки назначается в соответствии с ГОСТ Р 53464-2009.

Точность отливки 8 – 7 – 15 – 7 по ГОСТ Р 53464 – 2009.

					22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		13

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 [5].

Припуски на механическую обработку для отливок из черных и цветных металлов и сплавов назначаются по ГОСТ Р53464-2009 (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Припуски

Размер	Вид окончательной механической обработки	Минимальный припуск, мм	Допуск размера, мм	Допуск формы, мм	Допуск неровности, мм	Общий допуск, мм	Общий припуск на сторону, мм (по ГОСТ Р 53464-2009)
90	Получистовая	1,20	2,00	0,64	0,64	1,80	2,2
Ø 230	Чистовая	1,20	2,40	1,20	0,64	2,80	5
53	Чистовая	1,20	1,60	0,50	0,64	1,60	1,8
Ø 50	Чистовая	1,20	1,60	0,50	0,64	1,60	3,4

2.4 Выбор положения отливки в форме и линии разъема формы

От положения отливки в форме при заливке и затвердевании определяется весь технологический процесс. Варианты расположения отливки в форме приведены на рисунке 2.1.

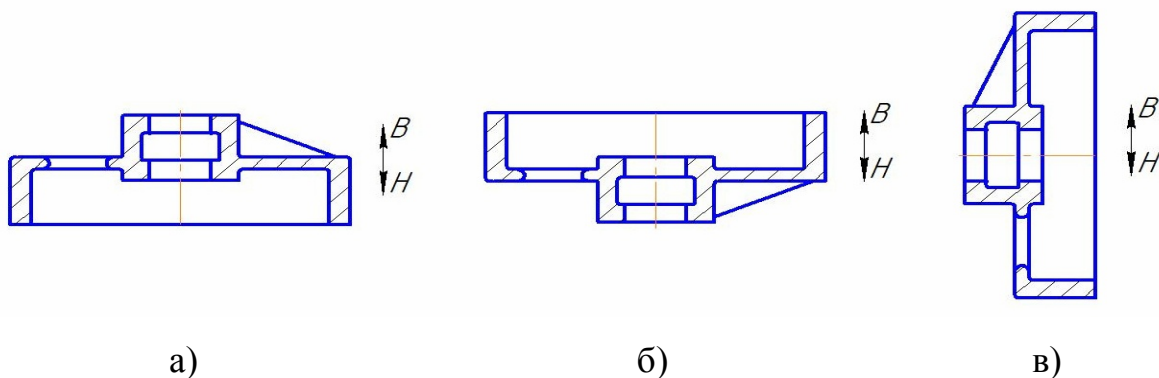


Рисунок 2.1 – Варианты расположения отливки в форме

а) – горизонтально; б) – вертикально; в) – в профиль;

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

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. Положение отливки в форме в период заливки и затвердевания и разъем формы при выбранном расположении отливки показаны на рисунке 2.2.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ

лист

15

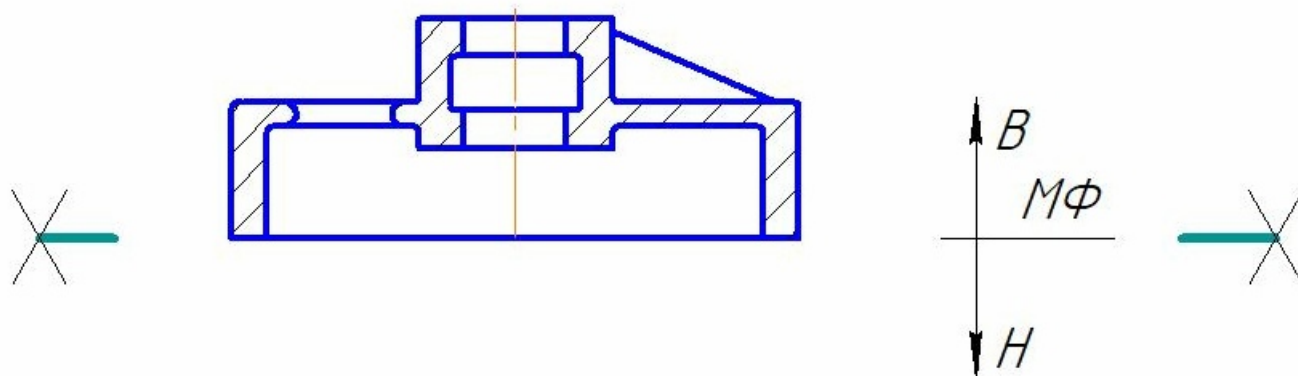


Рисунок 2.2 – Расположение разъема формы

Выбранный разъем обеспечивает следующие технологические решения: минимальное количество разъемов, обеспечивающих удобство формовки, выема модели из форм, сборки форм; свободное извлечение модели из формы; простая конструкция модели без отъемных частей; поверхность разъема является плоскостью; фиксирование стержней в нижней полуформе, вся отливка располагается в одной полуформе.

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 и зависят от высоты формообразующей поверхности [6].

2.5 Количество и конструкция 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.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ

лист

16

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 горизонтальное положение в форме, габаритные размеры стержня $\varnothing 210 \times 125$ мм. Зазор между формой и нижним знаком стержня равен $S_1 = 0,5$ мм. Уклон на знаке стержня 16° . Эскиз стержня представлен на рисунке 2.3.

2.6 Конструирование и расчет прибылей и литниковой системы

Прибыль необходима для получения плотного металла без усадочных дефектов. Прибыль необходима для компенсации объемной усадки в период затвердевания сплава. В отливке «Ролик» один кольцевой тепловой узел. Конфигурация теплового узла позволяет установить прибыль прямого действия цилиндрической формы.

					22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		17

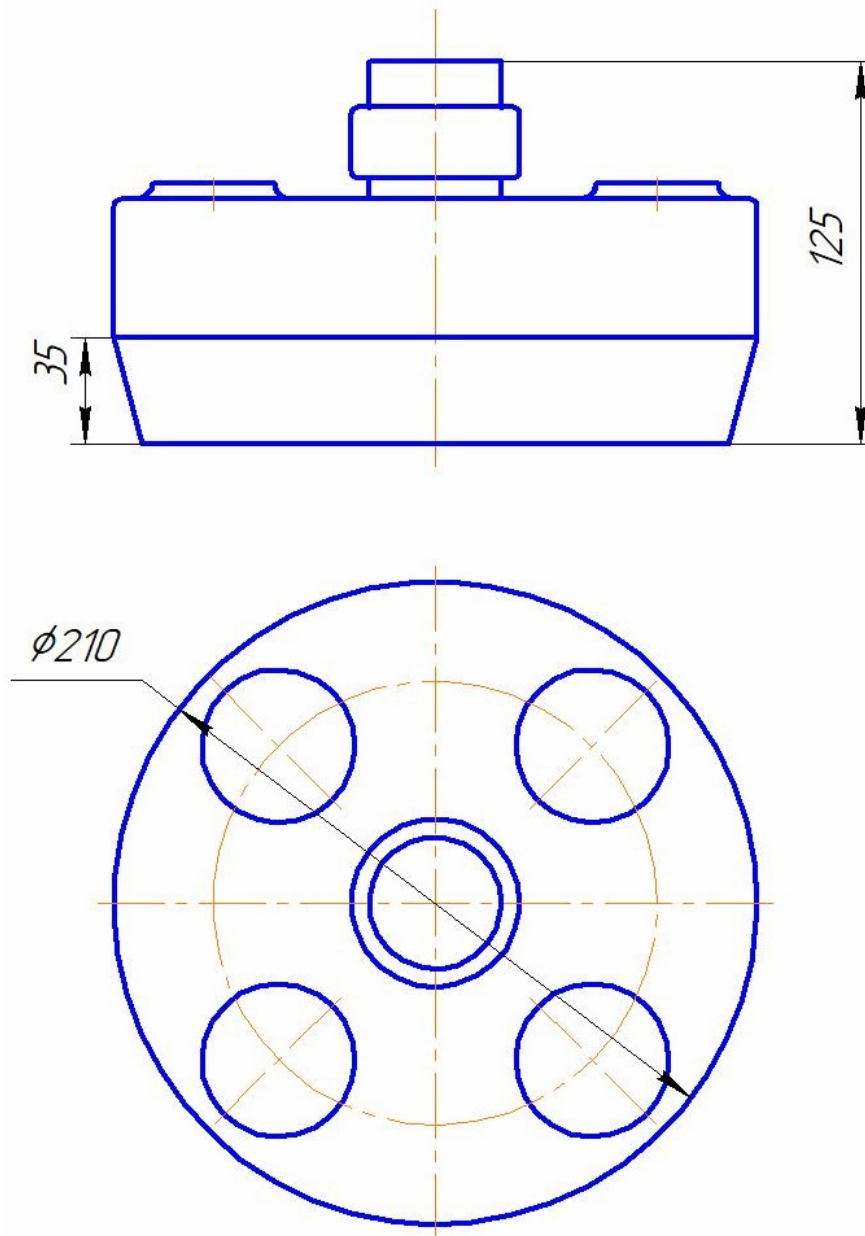


Рисунок 2.3 – Эскиз стержня №1

Объем теплового узла №1 [7].

$$V_{\text{ТУ1}} = 0,00020 \text{ м}^3.$$

Определяется объем прибыли №1 по формуле:

$$V_{\text{ПР1}} = \frac{\beta \cdot \varepsilon_v}{1 - \beta \cdot \varepsilon_v} \cdot V_{\text{ПУ1}}, \quad (2.1)$$

где $V_{\text{ПР1}}$ – объем прибыли, м^3 ;

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ

лист

18

β – отношение объема прибыли к объему усадочной раковины, $\beta=11$;

ε_v – часть объемной усадки сплава, принимающая участие в формировании усадочной раковины, $\varepsilon_v=0,045$;

$V_{\text{ПУ1}}$ – объем питаемого узла, м^3 .

$$V_{\text{ПР1}} = \frac{10 \cdot 0,045}{1 - 10 \cdot 0,045} \cdot 0,00020 = 0,00019 \text{ м}^3.$$

Эскиз прибыли приведен на рисунке 2.4.

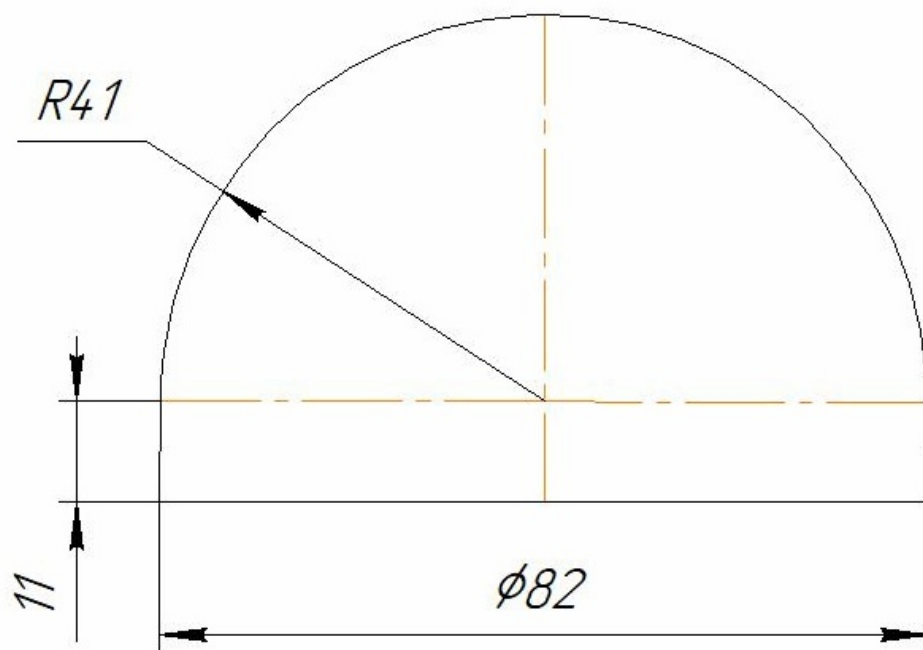


Рисунок 2.4 – Эскиз прибыли

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 [7]:

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ

лист

19

$$\tau_{\text{опт}} = S \cdot \sqrt[3]{\delta \cdot G}, \quad (2.2)$$

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 находим по формуле:

$$G = G_{\text{отл}} + G_{\text{приб}} + G_{\text{лс}}, \quad (2.3)$$

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

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

$G_{\text{лс}}$ – масса литниковой системы, кг.

$$G = 9,4 + 1,6 + 1,1 = 12,1 \text{ кг.}$$

Подставляя в формулу (2.2) значения коэффициента $S=1,4$ (для отливок из стали), преобладающая толщина стенки отливки $\delta=10$ мм, $G=12,1$ кг получим:

$$\tau_{\text{опт}} = 1,4 \cdot \sqrt[3]{10 \cdot 12,1} = 7,9 \text{ с.}$$

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

$$V_{\text{ср}} = \frac{C}{\tau_{\text{опт}}} \geq V_{\text{доп}}, \quad (2.4)$$

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

C – высота отливки по положению в форме, мм;

					22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		20

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

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

Подставляя в формулу (2.4) значения высоты отливки $C=156$ мм, $\tau_{\text{опт}}=12,98$ с, получим:

$$V_{\text{ср}}=144/7,9= 18,0 \text{ мм/с.}$$

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:

$$F_{\text{уз}} = \frac{G}{\mu_{\text{ф}} \cdot \tau_{\text{опт}} \cdot \rho \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_{\text{ср}}}}, \quad (2.5)$$

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

G – масса жидкого металла, приходящегося на одну отливку литниками и 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 металлостатический напор в форме, м.

Средний металлостатический напор в форме определяется по формуле:

$$H_{\text{ср}} = H - \frac{P^2}{2 \cdot C}, \quad (2.6)$$

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;

$$H_{\text{ср}}=360 - 144^2/(2 \cdot 144) = 288 \text{ мм} = 0,288 \text{ м.}$$

					22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		21

$$F_{уз} = \frac{12,1}{0,42 \cdot 7200 \cdot 7,9 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,288}} = 0,00041 \text{ м}^2 = 3,2 \text{ см}^2.$$

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

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

$$\Sigma F_{п} : \Sigma F_{шл} : \Sigma F_{ст} = 1:1,1:1,2, \quad (2.7)$$

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

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

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

В форме изготавливается 4 отливки, металл к одной отливке будем подводить через один стояк, один шлакоуловитель и один питатель, в форме два шлакоуловителя (один к двум отливкам) и один стояк на 4 отливки.

$$\Sigma F_{шл} = 1,1 \times F_{п} \times 2 = 1,1 \times 3,2 \times 2 = 7,05 \text{ см}^2;$$

$$\Sigma F_{ст} = F_{ст} = 1,2 \times F_{п} \times 4 = 1,2 \times 3,2 \times 4 = 15,3 \text{ см}^2;$$

Для лучшего приема жидкого металла, поступающего из ковша, сверху стояка предусмотрим изготовление литниковой воронки ($D_{в} = 120 \text{ мм}$).

Элементы литниковой системы представлен на рисунках 2.5 – 2.7.

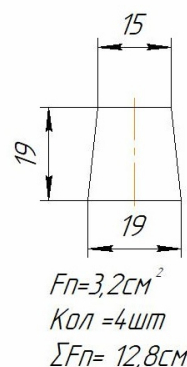
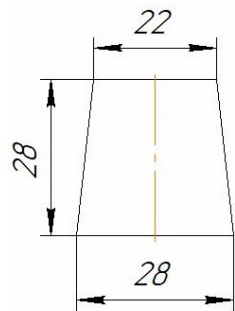


Рисунок 2.5 – Эскиз сечения питателя

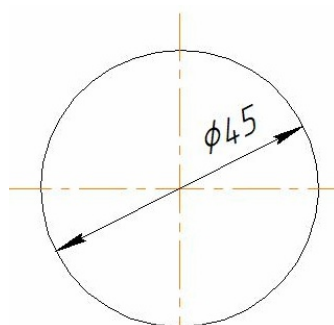


$$F_{\text{шл}} = 7,05 \text{ см}^2$$

Кол = 2шт

$$\Sigma F_{\text{шл}} = 14,1 \text{ см}$$

Рисунок 2.6 – Эскиз сечения шлакоуловителя



$$F_{\text{ст}} = 15,3 \text{ см}^2$$

Кол = 1шт

Рисунок 2.7 – Эскиз сечения стояка

2.7 Формовочные, стержневые смеси и покрытия

Для изготовления формовочной смеси выбираем смеситель D31 фирмы EIRICH [6].

Преимущества смесителей EIRICH:

- оптимальная гомогенизация и обработка смешиваемого материала;
- кратчайшее время смешивания;
- малый износ;
- конструкция, не требующая особого ухода;
- непрерывный и периодический режим работы.

Технические характеристики смесителя D31 фирмы EIRICH:

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ

лист

23

- производительность – 25-30 т/час;
- объем однократной загрузки max – 6,4 т;
- мощность привода – 45 кВт.

Состав формовочной смеси, %:

- оборотная смесь – 94...95% масс;
- песок 2К₂О₂02 ГОСТ 2138–91 – 5...6% масс;
- бентонитовая глина П1Т₂ ГОСТ 28177–89 – 0,8...1,0% масс;

Свойства формовочной смеси:

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

CoId-Vox-Amin-процесс разработан в США фирмой Ashland. Стержневая смесь содержит, %: 100 кварцевого песка и 0,6...0,8 фенольной смолы с 0,6...0/8 полиизоцианата (связующая композиция). После уплотнения смеси в ящике пескодувным или пескострельным способом стержень продувается смесью паров низкокипящей жидкости - третичного амина (триэтиламина, диметилэтиламина), с воздухом, и стержень приобретает начальную прочность, которая составляет -60% конечного ее значения. Время продувки 2...5 с, далее 10...20 с стержень продувают воздухом для его очистки от паров амина. Расход катализатора < 1,5 г на 1 кг стержневой смеси. В результате взаимодействия компонентов связующего в присутствии катализатора (амин) образуется твердый полимер - полиуретан, который и обеспечивает высокую прочность стержня. Для подготовки, дозирования и подачи амина применяют специальные газогенераторы, которые испаряют амин, смешивают его с воздухом и подают в стержневой ящик. Смесь амина с воздухом после прохода через стержневой ящик направляется в нейтрализатор, где полностью нейтрализуется разбавленной серной кислотой с образованием водорастворимой соли - сульфата аммония.

Для производства стержней применяется стержневой автомат типа LB25 фирмы LAEMPE.

					22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		24

Техническая характеристика стержневого автомата LB25 [8]:

- габаритные размеры стержневого ящика, мм
в плане – 1000x1000;
по высоте – 380;
- производительность цикловая – 25-45 съёмов/ч;
- объем вдува (max) – 25 кг.

Состав стержневой смеси, %:

- кварцевый песок 2K₂O₂02 ГОСТ 2138–91 – 100;
- смола фенольная (сверх 100%) – 0,6–0,8;
- полиизоционат (сверх 100%) – 0,6–0,8.

Свойства стержневой смеси:

- прочность на разрыв (через 1 час) – 1,6 Мпа;
- прочность на разрыв (через 3 часа) – 2,4 Мпа;
- прочность на разрыв (через 24 часа) – 3,8 Мпа;
- влажность – 3 %;
- живучесть – 25 мин;
- газотворность – до 14 см³/г.

2.8 Выплавка металла и заливка форм

Дуговые печи постоянного (ДППТ) и переменного (ДСП) тока имеют аналогичные исполнения основных конструктивных элементов, одинаковые схемы загрузки шихты и разлива металла, используют одни и те же огнеупорные материалы, позволяют применить одни и те же технологические процессы плавления и доводки металла.

В отличие от ДСП, ДППТ имеет один вертикально расположенный сводовый электрод, который закреплен в корпусе электрододержателя и через отверстие в центре свода введен в плавильное пространство электропечи. Это позволяет выполнять печи ДППТ более газоплотными, чем ДСП, а также обеспечивает более

					22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		25

равномерный прогрев шихты и футеровки по периметру ванны (без локальных перегревов футеровки).

Электропитание ДППТ производится от специализированного полупроводникового источника постоянного тока, отрицательный полюс которого соединяется со сводовым электродом (катодом), а положительный полюс соединяется с конструкцией токоподвода к переплавляемому металлу (аноду).

Преобразователь постоянного тока оснащён электронным регулятором, обеспечивающим высокую стабильность и независимую тонкую регулировку токового режима в широком диапазоне изменения напряжения печной дуги. Кроме того, источник имеет регулятор, обеспечивающий поддержание заданного уровня напряжения дуги путем осевого перемещения сводового электрода, при котором происходит изменение длины дуги.

Наличие двух независимо работающих регуляторов тока и напряжения печной дуги на печах ДППТ позволяет обеспечивать на них в период расплавления более высокую, по сравнению с печами ДСП, стабильность электрического режима, вследствие чего ликвидируются толчки давления в рабочем пространстве печи.

Благодаря способности подовых электродов самовосстанавливаться в процессе плавки и возможности горячих межплавочных ремонтов подины, ресурс непрерывной работы подовых электродов составляет 2-3 тысячи плавок, после чего подовый электрод проходит техническое обслуживание и устанавливается на печь для повторной эксплуатации.

Важным технологическим преимуществом печей ДППТ, является эффективное электромагнитное перемешивание ванны металла полем проходящего через нее постоянного тока. Использование электромагнитного перемешивания, наряду с созданием в печном пространстве восстановительной атмосферы, позволяет экономней расходовать ферросплавы.

В ДППТ расплавляемый металл контактирует только с анодным пятном электрической дуги, а в ДСП на металле попеременно располагаются анодное и катодное пятна. Поскольку плотность тока и удельный тепловой поток в анодном

					22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		26

пятне на порядок ниже, чем в катодном, при плавке в ДППТ испаряется значительно меньше металла и шлака и образуется в 6...8 раз меньше пыли, чем при плавке в ДСП.

Вместе с тем, постоянная полярность (минус) на графитизированном сводом электроде печи приводит к сокращению его эрозии по сравнению с работой на переменном токе. По опытным данным при силикотермической восстановительной плавке в дуговой печи постоянного тока расходуется 1,0...1,3 кг. электродов на 1000 кВт/час израсходованной электроэнергии. Экономия расхода графитизированных электродов при плавке стали в ДППТ по сравнению расходом в ДСП является значительной статьёй экономии [9].

Исходя из вышесказанного, принято решение о плавки стали 35Л в дуговых печах постоянного тока ДППТ.

На рисунке 2.8 можно увидеть общий вид о компоновку оборудования дуговой печи постоянного тока.

Перед заливкой металла ковш предварительно подогревают до 700...1000 °С с помощью газовых горелок. Температура расплава при выпуске из печи – 1620...1640°С. Температура заливки форм – 1570...1590 °С. Для изменения температуры применяется оптический пирометр.

В начале участка формовки находится выбивное устройство, выдавливающее ком смеси из опоки на выбивную решетку (или подобную установку). Затем специальным механизмом очищаются внутренние стенки опок и опоки верха и низа распариваются.

После затвердевания отливку выдерживают в форме для охлаждения до температуры выбивки (400...450 °С). 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 разрушению отливки особенно велика.

					22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		27

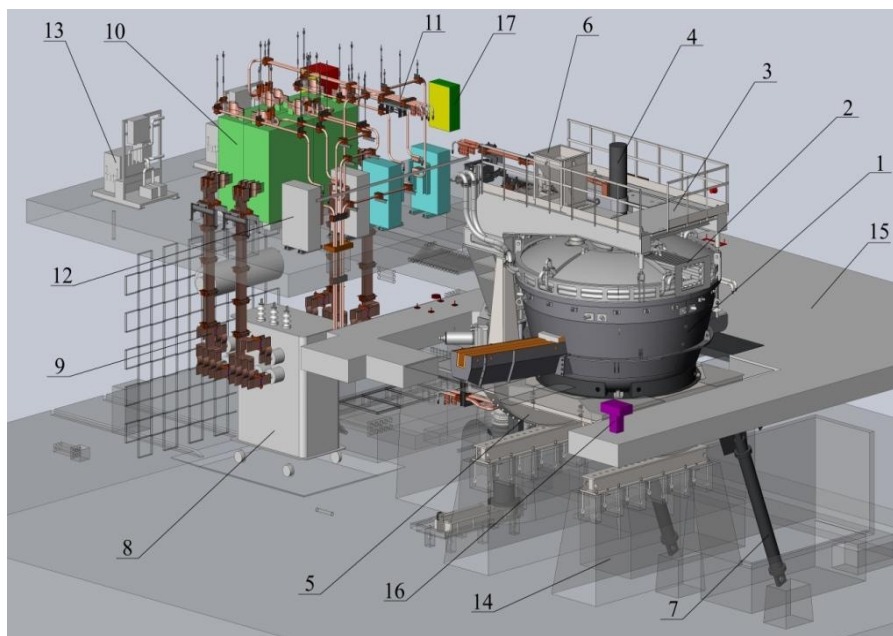


Рисунок 2.8 – Общий вид и компоновка оборудования дуговой печи постоянного тока: 1 – кожух (ванна) печи с установленными подовыми электродами; 2 – свод печи; 3 – портал; 4 – сводовый электрод; 5 – льюлька; 6 – загрузочное устройство; 7 – электрогидравлический механизм наклона печи; 8 - электропечной трансформатор; 9 – токоподвод переменного тока; 10 – выпрямитель; 11 – короткая сеть (токоподвод постоянного тока); 12 – реактор; 13 – теплообменник; 14 – фундамент печи; 15 – рабочая площадка; 16 – пульт наклона печи; 17 – комплект электротехнических шкафов и САУ печи

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 400 – 600 °С.

2.8.1 Расчет шихты

Расчет шихты аналитическим методом проводится в следующей последовательности:

- 1) Выписывается химический состав выплавляемой стали по ГОСТ 977-88;
- 2) Усредняется содержание марганца и кремния (таблица 2.3);

Таблица 2.3 – Усредненное содержание компонентов

Наименование	Элементы			Примеси, не более	
	C	Si	Mn	S	P
35Л	0,32-0,40	0,2-0,52	0,4-0,9	0,045	0,04
Сплав	0,360	0,360	0,650	0,023	0,020

- 3) Рассчитывается масса углерода в шихте в зависимости от марки стали:

$$m_C = C_C + 0,1...0,25\% , \quad (2.8)$$

где m_C – расчетная масса шихты, кг;

C_C – верхний предел содержания углерода в стали по ГОСТ 977-88, %.

Целесообразно расчет вести на 100 кг металлической части шихты, тогда масса компонентов в кг и их процентные соотношения численно совпадают и соотношение (2.8) упрощается:

$$M_C = 0,36 + 0,2 = 0,56 \text{ кг (или 0,66 \%)}.$$

- 4) Составляется таблица (таблица 2.4) с перечнем и конкретным химическим составом компонентов, которые обозначаются $X_1, X_2, X_3...X_K$, где k – количество компонентов шихты;

- 5) Рассчитывается масса ферромарганца и ферросилиция по формуле:

$$m_j = \frac{MC_j(1 + Y_i)}{I_{ij}} , \quad (2.9)$$

где C_i – среднее содержание $i^{\text{го}}$ элемента (в данном случае Mn и Si) в стали, %;

Y_i – угар $i^{\text{го}}$ элемента в долях единицы;

l_{ij} – содержание $i^{\text{го}}$ элемента в $j^{\text{ом}}$ компоненте (в данном случае в ФМн и ФС).

Таблица 2.4 – Количество компонентов шихты

Компонент	Обозначение X_j	Массовая доля элементов, %					X_j , % *
		C	Mn	Si	S	P	
Лом стальной 2А ГОСТ 2787-86	X_1	0,11	0,62	0,32	0,03	0,025	60,712
Возврат	X_2	0,36	0,60	0,38	0,05	0,050	30,000
Чугун передельный ПЛ1 кл А кат.2 ГОСТ 805-80	X_3	4,14	0,85	0,85	0,01	0,018	7,868
Ферромарганец ФМн 78А ГОСТ 4755-91	X_4	6,80	81,00	5,60	0,02	0,045	0,910
Ферросилиций ФС75 А2,5 ГОСТ 1415-78	X_5	0,06	0,40	78,00	0,03	0,040	0,510

$$m_{\text{ФМн}} = \frac{100 \cdot 0,67(1+0,1)}{81} = 0,910 \text{ кг (или 0,91\%)}$$

$$m_{\text{ФС}} = \frac{100 \cdot 0,36(1+0,15)}{78} = 0,510 \text{ кг (или 0,51\%)}$$

б) Рассчитывается масса лома (m_1) и чугуна (m_2) что численно равно X_1 и X_3 .

В балансе выплавляемой стали возврат (X_2) 30 % или 30 кг на 100 кг стали.

Массы лома (X_1) и чугуна (X_3) рассчитываются из уравнений, составленных на основе баланса металла и углерода.

$$X_1 + X_2 = 100 - \sum_{j=1}^k m_j$$

$$C_1 \cdot X_1 + C_2 \cdot X_2 = 100m_c - \sum_{j=1}^k C_{Cj} \cdot m_j,$$

где X_1 и X_2 – массовая доля, % соответственно лома и чугуна;

C_{Cj} – массовая доля углерода в $j^{\text{ом}}$ компоненте, %.

$$X_1 + X_3 = 100 - 0,51 - 0,91 - 30;$$

$$0,11 \cdot X_1 + 4,14 \cdot X_3 = 100 \cdot 0,56 - 0,91 \cdot 6,5 - 0,51 \cdot 0,06 - 30 \cdot 0,36.$$

					22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		30

$$\begin{cases} X_1 + X_3 = 68,58 \\ 0,11X_1 + 4,14X_3 = 39,254 \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_1 = 68,58 - X_3 \\ 0,11(68,58 - X_3) + 4,14X_3 = 39,254 \end{cases}$$

$$7,544 - 0,11X_3 + 4,14X_3 = 39,254$$

$$4,03X_3 = 31,71$$

$$X_3 = \frac{31,71}{4,03} = 7,868$$

$$X_1 = 68,58 - X_3 = 68,58 - 7,868 = 60,712$$

Решением 2-х уравнений получены следующие значения: $X_1 = 60,712$ кг (%);
 $X_3 = 7,868$ кг (%).

7) Проводится проверка соответствия требований ГОСТа по содержанию серы и фосфора из уравнений баланса соответствующего элемента:

$$S\% = \frac{\sum_{j=1}^K m_j \cdot C_{Sj}}{M} \leq [S\%];$$

$$P\% = \frac{\sum_{j=1}^K m_j \cdot C_{Pj}}{M} \leq [P\%];$$

где $[S\%]$ и $[P\%]$ – предельные содержания, соответственно серы и фосфора по ГОСТ 977-88.

$$S\% = \frac{60,712 \cdot 0,03 + 30 \cdot 0,05 + 7,868 \cdot 0,016 + 0,91 \cdot 0,02 + 0,51 \cdot 0,029}{100} = 0,035\% < [0,05];$$

$$P\% = \frac{60,712 \cdot 0,025 + 30 \cdot 0,05 + 7,868 \cdot 0,018 + 0,91 \cdot 0,045 + 0,51 \cdot 0,04}{100} = 0,033 < [0,05]$$

Таким образом, рассчитанный состав шихты удовлетворяет требованиям ГОСТ 977-88 и может быть использована для выплавки стали 35Л в дуговой печи с кислой футеровкой.

					<i>22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		31

2.9 Выбивка, обрубка, очистка и термическая обработка отливок

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

Отливки, поступающие из формовочного отделения, попадают на участок отделения литников и прибылей, затем в дробеменую камеру, после очистки отливки помещают в термопечь, затем снова в очистную дробементную камеру.

Для очистки отливок в условиях массового производства целесообразно использование проходных дробементных камер непрерывного действия. Дробементная установка серии PG компании Cogeim.

Технические характеристики дробементной установки модели PG фирмы Cogeim:

– грузоподъемность подвески, кг	2000;
– высота, мм	4500;
– ширина, мм	7000;
– длина, мм	9500;
– производительность, т/ч	5.

Для термообработки применяются печи электрические камерные с выкатным подом. Для снятия внутренних напряжений и измельчения структуры стальных отливок применяется нормализация при температуре 890...920 °С.

Технические характеристики печи ПВП 20.40.20/10М фирмы «НАКАЛ»:

– размеры печи, мм	11000x5600x3500;
– размеры рабочей камеры, мм	4000x2000x2000;
– температура max, °С	1250;
– мощность, кВт	410.

Для обеспечения высокой твердости на поверхности деталь подвергается поверхностному упрочнению – закалке и низкому отпуску. Температура закалки –

850...870 °С. Температура отпуска. – 180...220 °С. Такая термообработка

обеспечивает повышенное сопротивление износу, статическим, динамическим и циклическим нагрузкам.

2.10 Модельный комплект

Модельный комплект должен обеспечивать получение отливок с требуемой точностью и шероховатостью поверхности. С учетом серийности изготовления отливки 20000 шт/год целесообразно применение металлического модельного комплекта. Наиболее распространённым материалом для металлической литейной оснастки являются сплавы алюминия, т.к. они обладают низкой плотностью и при этом обеспечивают необходимую износостойкость рабочих поверхностей оснастки.

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

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

2.11 Контроль качества

Контроль отливок прежде всего осуществляют визуально для выявления брака или отливок, подлежащих исправлению. Правильность конфигурации и

					22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		33

размеров проверяют разметкой, плотность металла отливки — гидравлическими испытаниями под давлением воды до 200 МПа. Внутренние дефекты выявляют в специализированных лабораториях. Технический контроль возложен на отдел технического контроля завода.

Основным документом, в соответствии с которым производят контроль, является чертеж отливки, а также государственные стандарты, стандарты предприятий и другие документы, регламентирующие изготовление отливок. Отливка должна иметь конфигурацию и размеры, соответствующие чертежу. Она не должна иметь внешних и внутренних дефектов. На чертеже указаны размеры, масса отливки, марка сплава.

При контроле отливок проверяют состояние поверхности и внешний вид, размеры, механические свойства, в том числе твердость металла, химический состав, структуру металла, наличие внутренних дефектов. В зависимости от требований, предъявляемых к отливке, контролируют все перечисленные параметры или некоторые из них.

Контроль состояния поверхности, внешнего вида отливок.

Контроль отливки по этому параметру осуществляет контролер литейного цеха, проверку других параметров ведут в лабораториях цеха или завода. Проверку механических свойств проводят на образцах, вырезаемых из отливки, или на образцах, изготавливаемых из специально отлитых из того же металла проб. На крупных отливках для этой цели выполняют приливы, после литья отливки прилив отделяют от нее, изготавливают из него образец и подвергают его механическим испытаниям. Химический состав сплава определяют в процессе планки и у готовых отливок. Структуру металла контролируют по образцам, вырезанным из отливки или ее приливов. Наличие внутренних дефектов проверяют на целых отливках или отдельных ее частях.

При контроле состояния поверхности и внешнего вида каждую отливку оценивают на соответствие ее чертежу по конфигурации; проверяют наличие внешних литейных дефектов: недоливов, спаев, перекосов, трещин, раковин, пригара; проверяют правильность обрубки литников, прибылей, качество зачистки

					22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		34

заливов, заусенцев, очистки от формовочной смеси, особенно в углах и «карманах» отливки.

При контроле внешнего вида отливки рассортировывают на группы. В первую группу относят отливки без каких-либо видимых дефектов. Это годные отливки по внешнему осмотру. Ко второй группе относят отливки с небольшими дефектами, которые легко можно исправить, например отливки, у которых плохо зачищено место обрубки литниковой системы, не полностью выбиты стержни. Это годные отливки, но требующие доработки. Третья группа — отливки с небольшими дефектами, например перекосами. Годность таких отливок определяет технолог литейного цеха, иногда совместно с технологом механического цеха. Четвертая группа — отливки, требующие исправления брака, заварки трещин, наварки плоскости для оформления требуемого размера и т. д. К пятой группе относят неисправимый брак.

Контроль размеров отливок

Основными причинами несоответствия размеров отливок, получаемых в песчано-глинистых формах, являются: отклонения размеров модельного комплекта, износ моделей и стержневых ящиков, неточность сборки формы, повреждение формы при извлечении модели или установке стержня, отклонение температуры отливки от заданной при термической обработке, механические повреждения, возникшие при выбивке, обрубке, очистке и перемещении.

Для предупреждения несоответствия размеров отливок по вине модельной оснастки последнюю тщательно проверяют. Обязательна проверка первой партии отливок, полученных по новой оснастке.

Механические испытания отливок.

Их проводят для определения прочности, пластичности сплавов. Мерой прочности служит также твердость металла.

Прочность — свойство сплава сопротивляться разрушению под воздействием внешних сил.

Пластичность — способность сплава не разрушаться при значительных остаточных деформациях. Мерой пластичности служит относительное удлинение

					22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		35

сплава перед разрушением его при испытании на прочность растяжением. Прочностные и пластические характеристики сплавов контролируют на испытательных машинах. Свойства сплавов воспринимать ударные нагрузки определяют разрушением образцов на специальном маятниковом копре.

Твердость — свойство сплава сопротивляться внедрению в него другого тела. Твердость сплава в литом состоянии определяют на прессе Бринелля вдавливанием в отливку стального закаленного шарика. Мерой твердости сплава является величина нагрузки, отнесенная к площади отпечатка от шарика.

Контроль химического состава отливок

В химической лаборатории проводят контроль соответствия состава металла отливки паспортным значениям. Контроль содержания углерода в стали проводят, как правило, ускоренным методом. Анализ сплава в процессе плавки позволяет своевременно повлиять на состав сплава, откорректировать химический состав сплава перед разливкой.

В последнее время на заводах нашей страны стали использовать автоматические установки для контроля химического состава разнообразных сплавов. Для анализа сплава по всем основным компонентам требуются считанные минуты. Содержание малых добавок (десятые и сотые доли процента) в сплаве определяют на установках спектрального анализа.

Металлографический анализ отливок.

Его проводят для установления структуры металла, для контроля распределения в металле различных кристаллических фаз, проверки наличия неметаллических включений, пор и т. д. Для анализа готовят образцы со шлифованной или полированной поверхностью. Макроанализ проводят изучением поверхности шлифа невооруженным глазом или при небольшом увеличении. Микроанализ проводят при большом увеличении, используя оптические, а также в отдельных случаях и электронные микроскопы [10].

					22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		36

3 АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ФОРМОВКИ И ВЫБОР НАИЛУЧШЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

3.1 Описание работы формовочной линии и обоснование выбора

Все рабочие операции при изготовлении форм осуществляются на линии последовательно: выдавливание и выбивка форм, распаривание и очистка опок, изготовление новых форм, простановка стержней и спаривание, все шаги со съема заливаемых форм с тележечного конвейера до поставки новых, готовых к заливке форм на тележечный конвейер.

Уплотнение формовочной смеси происходит прессованием.

Операции по изготовлению форм и их выбивка являются наиболее трудоёмкими. 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 оборудование фирмы «Savelli».

Принцип заключается во вдавливании формы в формовочную смесь внутри опоки; через контрастную силу сопротивление противодействует силам, развивающимся на данной стадии. Система формовки, предлагаемая фирмой «Savelli», под торговой маркой FORMIMPRESS® очень проста; нет необходимости в специальных машинах или дорогостоящем оборудовании, а также в технических специалистах со специальной подготовкой. Принцип формовки FORMIMPRESS® отличается от обычной системы с высоким давлением только иной методикой перемещений между формовочной смесью и моделью. При обычных способах формовки опока устанавливается на модельной плите.

Модельная плита, опока и рамка образуют единый узел, где формовочная смесь проталкивается вниз (посредством устройства уплотнения) против модельной плиты, пока не достигается требуемая твердость.

					22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		37

С другой стороны, при использовании процесса FORMIMPRESS® наполнительная рамка располагается между опокой и модельной плитой. В данном случае опока и ограничивающая рамка образуют отдельный узел, в то время, как модельная плита, которая свободно перемещается, толкает формовочную смесь, находящуюся в опоке и рамке, против уплотняющего устройства, расположенного в верхней части автомата. Контрастная сила, создаваемая самим устройством уплотнения, позволяет регулировать твердость формы. При помощи системы формовки FORMIMPRESS® достигается инверсия (если сравнивать с традиционными методами) состояния движения гранул смеси, т. к. слой смеси, который соприкасается с моделью, получает необходимую энергию для уплотнения напрямую от движения, которое отпечатывает модель в смесь. Гранулы смеси, которые формируют слой, соприкасающийся с моделью, первыми подвергаются воздействию от движения модели, все еще сохраняя хорошую степень подвижности, которая дает им возможность легкого заполнения микрополости.

Формовочная система FORMIMPRESS® подходит для производства всех типов форм для изготовления отливок из чугуна, стали и цветных металлов. Благодаря ее уникальным характеристикам, она особенно подходит для сложных отливок, не требуя сложных специальных технологий формовки [11].

Наиболее важной технологической операцией, определяющей весь комплекс технико-экономических показателей производства отливок, является изготовление форм. Как уже отмечалось выше, конкуренцию технологии изготовления разовых форм из ПГС составляют способы изготовления форм из маложивучих ХТС и по вакуум-процессу. Однако по суммарным объемам применения на заводах России и Украины преобладают разовые формы на основе ПГС. Причем наряду со старым оборудованием, используемым для получения форм методом встряхивания, на ряде заводов в последние годы нашел применения метод уплотнения воздушным потоком с последующим прессованием (Seiatsu-процесс). Популярность этих методов изготовления форм вполне объяснима: производство разовых форм из

сырых песчано-глинистых смесей является самой привычной и хорошо изученной технологией, обеспечивающей высокую производительность и высокую степень автоматизации процесса формовки при приемлемом уровне брака и низких эксплуатационных расходах.

Хотя, следует признать, формовка таких больших разовых форм из ПГС на автоматических линиях является скорее исключением, чем правилом. По данным фирмы HWS, до 2004 г. объем мировых поставок АФЛ за десятилетний период (970 линий) с размером опок более 2000 мм составляет менее 1%, а линий с длиной опок 3000 мм и более в мире вообще не было. За последнее десятилетие наиболее сопоставимой по техническим характеристикам является, пожалуй, АФЛ с размером опок 2900x1700x500/500 мм, которая была изготовлена фирмой Кюнкель-Вагнер («KUNKEL-WAGNER Prozesstechnologie GmbH», Германия) и поставлена в 2004 г. предприятию ЗАО «АзовЭлектроСталь» (г. Мариуполь, Донецкая обл., Украина). Положительный опыт эксплуатации этой линии подтвердил экономическую и технологическую целесообразность применения АФЛ для выпуска крупных разовых форм для изготовления отливок «Рама боковая» и «Балка надрессорная» из сырых ПГС.

В настоящее время фирма «Savelli S.p.A.» является одним из самых крупных производителей оборудования для литейного производства в мире. Только за последние годы, в период 2002...2008 гг. фирмой реализовано 35 проектов по поставке АФЛ в литейные цеха Италии, Бразилии, Франции, Китая, Испании, Турции, Греции, США, Германии, Ирландии, Македонии, Индии и России. Область применения и размерный диапазон опок не менее обширен географии поставок оборудования. Несмотря на то, что в Российской Федерации оборудование фирмы «Savelli S.p.A.» известно специалистам сравнительно недавно, в настоящее время имеется положительный опыт эксплуатации таких АФЛ: в 2007 г. фирма «Savelli S.p.A.» поставила и запустила АФЛ с размерами опок 1000x800x400/400 мм и производительностью 100 форм в час в ОАО «Сибэлектромотор» (г. Томск), в комплекте с полным комплексом подготовки формовочной смеси производительностью 120 т/ч и двумя выбивными

22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ

лист

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

39

конвейерами производства «General Kinematics» (США). Помимо ОАО «Алтайвагон», в 2008 г. состоится поставка АФЛ с размерами опок 1040x900x300/300 мм и производительностью 120 форм в час в ОАО «Пневмостроймашина» (г. Екатеринбург) в комплекте с выбивным конвейером и охладителем отливок, комплектной установкой подготовки смеси с производительностью 110 т/ч и комплектной системой обеспыливания.

Особенность технологии Formimpress ® заключается в том, что уплотнение формовочной смеси осуществляется прессованием в две стадии, с обеих сторон формы. Операции уплотнения формы предшествуют этапы заполнения опоки смесью: происходит дозировка необходимого количества формовочной смеси во взвешивающем бункере-дозаторе формовочного автомата, далее при открытии задвижки формовочная смесь попадает в опоку. Многоплунжерная прессовая головка подводится сверху опоки, при этом происходит выравнивание смеси. Сперва следует предварительное нижнее уплотнение, причем в отличие от классических систем уплотнения прессованием, наполнительная рамка в данном случае находится между подмодельной плитой и опокой. Подмодельная плита подвижна относительно наполнительной рамки и при ее подъеме вверх уплотнение формы начинается со стороны модели. На данном этапе уплотнения формовочная смесь достаточно подвижна и при уплотнении формы снизу-вверх, в первую очередь происходит превосходное распределение формовочной смеси по всему контуру модели: смесь заполняет мельчайшие пустоты и углубления вокруг модели, обеспечивая превосходное качество отпечатка. Второй этап уплотнения осуществляется с помощью многоплунжерной прессовой головки (верхнее прессование), при этом достигаются усилия прессования до 15 кг/см². Стол формовочного автомата с держателем модельной плиты и опокой опускается вниз, отделение формы и модели при этом осуществляется за счет подъема рамки. Отформованная опока транспортируется на следующую позицию линии, в формовочный автомат подается следующая пустая опока.

Использование системы Formimpress ® имеет следующие преимущества:

					22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		40

- идеальная прочность формы при более высоких значениях твердости смеси достигается вблизи модели, в то время, как плотность смеси к верхней части формы снижается, обеспечивая форме отличную газопроницаемость (рисунок 3.1);
- достигается отличное воспроизведение элементов модели (качество отпечатка);
- высокое качество отпечатка обеспечивает высокое качество поверхности отливок, тем самым минимизируя операции по обрубке-очистке литья;
- процессы изготовления формы характеризуются низким уровнем шума;
- достигается экономия 20...30% энергии (в зависимости от сравниваемого альтернативного процесса уплотнения);
- выталкивание форм осуществляется на раму, а не на ролики конвейера;
- многоплунжерная прессовая головка имеет 2 контура давления (внутренний и внешний), по которым давление распределяется в зависимости от особенности отливки.

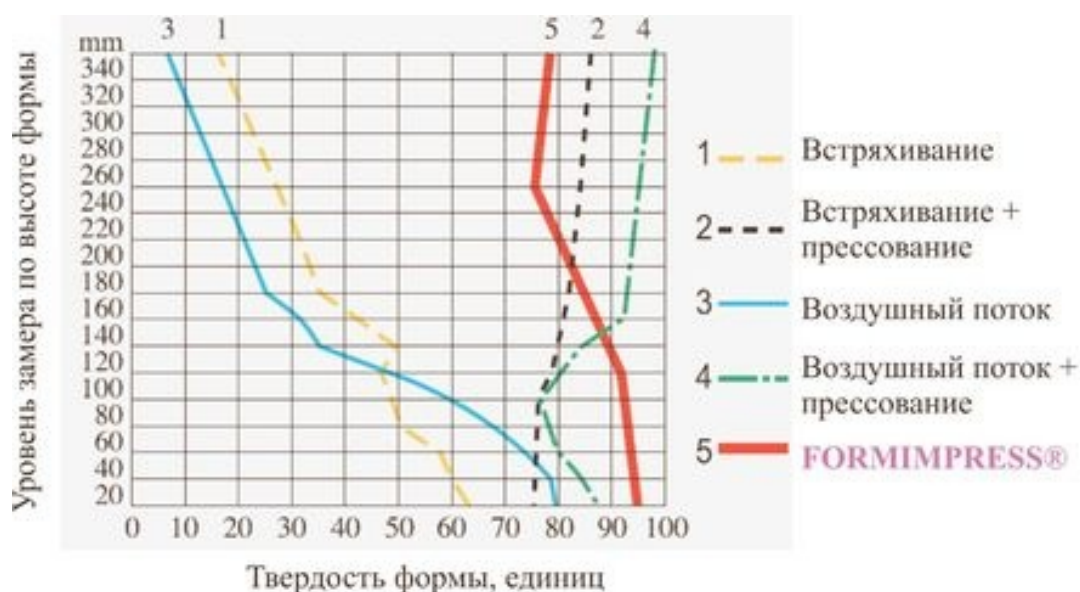


Рисунок 3.1 – Сравнительная характеристика прочности форм различных методов уплотнения смеси

Отдельно необходимо отметить еще одно крайне важное преимущество технологии формовки Formimpress ®, а именно – нет необходимости использовать сжатый воздух для уплотнения формы. Помимо снижения потребления энергии,

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ

лист

41

значительно упрощается конструкция модельной оснастки по сравнению с оснасткой основных конкурентов, так как нет необходимости в применении вент и воздушных каналов. Уменьшается абразивный износ модельной оснастки. Не требуются компрессорные станции и системы осушки воздуха (традиционно большой вопрос отечественных производств), требуется меньше обслуживания и запчастей. При производстве небольших серий форм, технология Formimpress ® обеспечивает возможность применения пластмассовых и деревянных моделей, что значительно снижает себестоимость продукции.

Учитывая вышеизложенное считаю целесообразным изготовление отливки «Ролик» на формовочной линии Formimpress ®.

3.2 Выбор типа привода

В механизмах автоматических линий литейного производства преимущественно используются пневматический и гидравлический приводы.

Пневмопривод широко применяют как в силовых механизмах, так и в механизмах внутримашинного и междумашинного транспорта. Преимущества пневмопривода – возможность установки в труднодоступных для других видов привода местах, отсутствие жесткой пневматической связи между системой управления и исполнительными органами, простота управления, возможность передачи энергии на расстояние и др. Пневмопривод имеет и недостатки: неплавность хода, зависимость от колебаний давления и от влажности сжатого воздуха в сети, трудность регулировки тормозных устройств, которые должны смягчать удары поршня о крышку цилиндра в конце хода, и др. В связи с этим пневмопривод применяют в тех случаях, когда строгое выполнение заданного закона движения не является необходимым.

В механизмах с гидроприводом можно получить нужный закон движения исполнительного органа, применяя золотниковые устройства, дроссели и тормозные устройства.

					22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		42

Исходя из это для устройства для извлечения кома смеси из опоки выбираем гидравлический привод, а для горизонтального перемещения опоки - пневматический привод.

3.3 Расчет механизма выдавливания кома смеси

Расчет веса выдавливаемой смеси:

Масса смеси:

$$G_{см} = A_n \cdot B_n \cdot C_n \cdot \rho_c \quad (3.1)$$

где A_n – длина опоки в свету;

B_n – ширина опоки в свету;

C_n – высота опоки в свету;

ρ_c – плотность смеси.

Сила сопротивления смеси:

$$F_{ср} = G_{см} \cdot \mu \quad (3.2)$$

где – предел прочности на срез для влажной уплотненной смеси,

;

F – площадь контакта боковой поверхности кома смеси с отливкой со стенками опоки;

G_k – вес кома смеси с отливкой;

G_m – вес опускаемых частей механизма.

Диаметр цилиндра:

$$D_{ц} = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\eta \cdot p_m \cdot \pi}}, \quad (3.3)$$

где – расчетное усилие;

η – коэффициент нагрузки,

$\eta = 0,8$;

p_m - давление масла в гидросистеме.

$$D_{ц} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3216}{0,8 \cdot 50 \cdot 3,14}} = \sqrt{197,96} = 14 \text{ см} = 140 \text{ мм}$$

Согласно ГОСТ 12447-80 выбираем ближайшее стандартное значение из основного ряда:

$$D = 200 \text{ мм}$$

3.4 Расчет механизма прямолинейного перемещения

					22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		44

Усилие, необходимое для преодоления сил сопротивления при перемещении:

$$P = \frac{f_i \cdot d_o \cdot z k}{d_p} \cdot G \quad (3.4)$$

где f_i – коэффициент трения в опорах роликов;

G – вес груза;

d_o – диаметр оси ролика;

d_p – диаметр ролика;

k – коэффициент трения качения.

$$P = \frac{0,2 \cdot 10 + 2 \cdot 0,02}{63} \cdot 680 = 22,02 \text{ кгс}$$

Диаметр цилиндра:

$$D_{ц} = \sqrt{\frac{4 \cdot P}{\eta \cdot p_m \cdot \pi}} \quad (3.5)$$

$$D_{ц} = \sqrt{\frac{4 \cdot 22,02}{0,55 \cdot 5 \cdot 3,14}} = 3,2 \text{ см} = 32 \text{ мм}$$

Диаметр штока:

(3.6)

$$22,02 = 2,16 (3,2^2 - d_m^2)$$

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ

лист

45

$$-0,04 = -d_{\text{н}}^2$$

$$d_{\text{н}} = 0,2 \text{ см}$$

Согласно ГОСТ 12447-80 выбираются значения из основного ряда:

$$D = 36 \text{ мм} ; d_{\text{н}} = 20 \text{ мм}$$

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ

лист

46

4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

4.1 Общая характеристика литейного цеха

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

Для безопасности передвижения по территории цеха большое внимание уделяется организации грузопотоков.

Полы в литейном цехе должны обладать высокой прочностью, износостойкостью к воздействию агрессивных сред, расплавленных металлов, раскаленных деталей. С учетом вышесказанного в отделениях литейного цеха применяют типы полов, удовлетворяющие требованиям: диэлектричности, безыскровости, беспыльности, бесшовности, теплоусвоения, повышенной химической стойкости. Таким образом, в плавильном, формовочном, выбивном, стержневом, обрубном отделениях, а также в закромах формовочных материалов литейного цеха предусмотрены стальные перфорированные плиты, толщиной 1,5...3 мм, а на участке заливки плиты из жаростойкого бетона. Для складов шихты применяют стальные рифленые плиты толщиной 8 мм.

Предприятие относится ко 2-му классу санитарной классификации по СанПиН 2.2.1.1200-2003 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и других объектов». Поэтому территория цеха отделена от жилого массива санитарно-защитной зоной на расстоянии (500 м). В соответствии с СанПиН 2.2.3.1385-03 – «Требования к предприятиям металлургической промышленности».

					22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		47

Расстояние от рабочих мест до отдельно стоящих зданий составляет 30 м. Расстояние от цеха до пункта питания составляет 30 м. Санитарно-защитная зона и территория цеха озеленяется.

Зелень служит барьером, защищающим от пыли, дыма, газов, шума, ветров; она ослабляет отрицательное влияние высокой температуры летом и освежает воздух. Между санитарно-защитной зоной и жилым районом предусмотрена полоса древесно-кустарниковых насаждений шириной 20 м. Все площадки, лестницы, канавы ограждаются перилами, высотой 1,2 м со сплошной обшивкой понижу на высоту 0,2 м. Лестницы имеют уклон 40°.

4.2 Анализ опасных и вредных производственных факторов

В литейном цехе, в соответствии с ГОСТ 12.0.003-03 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация», при проведении технологического процесса на всех стадиях обработки металлов возможно появление опасных и вредных производственных факторов. Основными из них являются: пыль дезинтеграции и конденсации; выделение паров и газов; избыточное выделение теплоты; повышенный уровень шума, вибрации, электромагнитных излучений; наличие движущихся машин и механизмов и т.д. Вредные производственные факторы негативно воздействуют на организм людей работающих в цехе, приводят к различным заболеваниям и быстрой утомляемости, опасные же факторы влекут за собой травматизм и летальный исход.

Необходимые для анализа параметры представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Природно-климатические условия местности расположения цеха

Наименование показателя	Холодный период	Тёплый период
Экстремальная температура, °С	-47	40
Наиболее холодная пятидневка, °С	-38	—

					22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		48

Скорость ветра, м/с	3,7	4
Количество осадков, мм	114	383

В литейном цехе можно выделить ряд опасных и вредных факторов:

- подвижные части производственного оборудования;
- повышенная температура воздуха рабочей зоны и горячая поверхность оборудования;
- пониженный уровень освещённости;
- повышенный уровень шума;
- повышенный уровень вибрации;
- запылённость воздуха рабочей зоны;
- повышенные значения напряжения в электрической цепи.

Опасные факторы являются причиной травматизма и смертности.

4.3 Безопасность материалов, производственных процессов и оборудования

4.3.1 Безопасность производственных процессов

Безопасность производственных процессов определяется, в первую очередь, безопасностью производственного оборудования, которая обеспечивается учётом требований безопасности при составлении технического задания на его проектирование.

Безопасность техпроцессов достигается соблюдением требований ГОСТ 12.3.002-11 «Процессы производственные. Общие требования безопасности».

Важным условием по соблюдению безопасности технологических процессов является проведение профилактических мероприятий.

К специальным средствам обеспечения безопасности труда относятся системы освещения и вентиляции производственных помещений, разрывы и габариты безопасности, расстояние между путями железнодорожного транспорта.

					22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		49

Для обеспечения безопасности операций по хранению и переработке исходных шихтовых, огнеупорных и формовочных материалов используются бункера и закрома. Для транспортировки шихтовых материалов предусматривается механизированное оборудование, которое освобождает рабочих от тяжёлого физического труда и снижает травматизм.

Выбивные решётки и другое опасное оборудование отделяется от других производственных зон оградительными устройствами, тем самым, исключая или уменьшая воздействие вредных и опасных факторов.

Работа выбивной решётки связана с работой вытяжной вентиляции и системой ленточных транспортёров для регенерации смеси, что существенно снижает выделение вредных веществ и уменьшает риск травматизма [12].

4.3.2 Безопасность производственного оборудования

Опасные зоны снабжаются защитными блокировочными ограждениями ГОСТ 12.2.046.0-04 «Оборудование производственное. Ограждения защитные» полностью исключая травмирующее воздействие оператора при выполнении технологических операций.

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

Во избежание выброса металла всё литейное оборудование, контактируемое с ним, просушивается на специальных стендах.

Работы по выбивке, транспортированию отливок и отработанной смеси механизированы ГОСТ 12.4.125-85 «Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация».

Для предотвращения пожара от короткого замыкания и перегрузки электропроводки предусмотрены плавкие предохранители и заземление ГОСТ

					22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		50

12.1.019-01 «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

Специальные требования безопасности к различным группам литейного оборудования рассмотрены на примере формовочных вибрационных столов для уплотнения стержней и форм, изготавливаемых из ХТС.

Конструкция стола должна предусматривать:

- дистанционное управление;
- рольганг для транспортировки опок или стержневых ящиков;
- надёжное крепление и ограждение вибровозбудителя.

Конструкция стола должна исключать смещение опок или стержневых ящиков за его пределы при работающих вибровозбудителях.

4.3.3 Электробезопасность

Электробезопасность в литейном цехе обеспечивается следующими мерами:

- электрическое разделение сети трансформаторами;
- применение малых напряжений;
- использование двойной изоляции;
- выравнивание потенциала;
- защитное заземление;
- защитное зануление;
- защитное отключение;
- применение специальных электрозащитных средств;
- организация безопасности установок.

Контроль электробезопасности осуществляется по ГОСТ 12.1.019-01 «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

					22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		51

Защита от прикосновения к токоведущим частям электрических установок достигается изоляцией, ограждением и расположением в недоступных местах. Проверка изоляции должна осуществляться раз в два месяца.

Напряжения прикосновения и тока, протекающие через тело человека при нормальном (ненаправленном) режиме электроустановки, не должны превышать значений, указанных в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Напряжения прикосновения и тока

Род тока	U, В	I, mA
	не более	
Переменный, 50Гц	2,0	0,3
Переменный, 400Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

Таблица 4.2 составлена в соответствии с ГОСТ 30331.3 - 95 «Защита от поражения электрическим током». Электроустановки соответствуют ПУЭ (правила устройства электроустановок).

Питающая разводка, проходящая к оборудованию, должна быть закрыта. Для индивидуальной защиты в цехе должны применяться: монтерские инструменты, резиновые перчатки, галоши, резиновые коврики, вспомогательные приспособления по ГОСТ 12.1.019-01.

4.3.4 Пожаровзрывобезопасность

Согласно федеральному закону № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22 июля 2008 года цех относится к категории В пожароопасных. Степень огнестойкости здания зависит от степени возгораемости и предела огнестойкости его строительных конструкций.

Категории пожарной опасности процесса цеха соответствует I степень огнестойкости здания с пределом R120 – несущие конструкции.

В здании обеспечена возможность быстрой, безопасной эвакуации людей в случае возникновения пожара. Так, для одноэтажного здания с I степенью огнестойкости соблюдается расстояние от рабочего места до эвакуационного места – 55 м.

Пожаровзрывобезопасность производственных помещений и технологического оборудования литейного цеха во многом определяется наличием горючих газов, паров, легковоспламеняющихся жидкостей, горючей пыли.

Показатели пожаровзрывоопасности веществ представлены в таблице 4.3.

Нарушение технологического режима и неисправность электрооборудования приводит к пожарам, которые представляют опасность и причиняют большой ущерб. Поэтому в цехе предусмотрены меры профилактики и активной взрыво- и пожарной защиты ГОСТ 12.1.004-99 «Пожарная безопасность. Общие требования», ГОСТ 12.1.010-96 «Взрывобезопасность. Общие требования».

Таблица 4.3 – Показатели пожаровзрывоопасности применяемых веществ, смесей и технических продуктов

Вещества, смеси и технические продукты	М	Пожаровзрывоопасность	$t_{всп}, ^\circ\text{C}$	$t_{св}, ^\circ\text{C}$	НКПВ, %	ВКПВ
Метан	16,04	ГГ	181	537	5,28	14,1
Окись углерода	28,01	ГГ	235	605	12,5	74

В здании обеспечена возможность быстрой, безопасной эвакуации людей в случае возникновения пожара. Так, для одноэтажного здания с I степенью огнестойкости соблюдается расстояние от рабочего места до эвакуационного места – 55 м.

Для более раннего обнаружения начавшегося пожара и оповещения о нем, в цехе установлены электрическая пожарная сигнализация, а также используется телефонная сеть. В цехе установлены пожарные щиты, ящики с песком, пожарные краны.

Для предотвращения пожара от коротких замыканий и перегрузки электропроводки устанавливаются плавкие предохранители, а на электродвигателях тепловые реле. В цехе предусмотрена связь со службой пожарной охраны завода и звуковая сигнализация.

Мерами предупреждения взрывов является контроль концентрации пыли и температуры поверхностей и деталей оборудования, соприкасающихся с пылью.

4.4 Охрана природной среды

Литейное производство, как и другие отрасли промышленности, является загрязнителем окружающей среды. В процессе производства образуются различные газообразные отходы и пыль, которые загрязняют атмосферу, кроме того, происходит загрязнение воды, а также образование твердых отходов, таких как шлака, отработанной смеси и др. Наиболее крупными источниками пыли и газовойдыделений в атмосферу в литейном цехе являются: индукционные плавильные установки; участки складирования и переработки шихты, формовочных материалов; участки выбивки и очистки литья. Снижение, а по возможности предотвращение попадания вредных веществ за пределы цеха, является основной задачей по охране природной среды.

4.4.1 Очистка выбросов в атмосферу

Для каждого проектируемого и действующего промышленного предприятия устанавливается предельно допустимый выброс вредных веществ в атмосферу при

					22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		54

условии, что выбросы вредных веществ от данного источника в совокупности с другими источниками (с учетом перспективы их развития) не создают приземную концентрацию, превышающую ПДК.

На атмосферный воздух приходится более 70 % всех вредных воздействий литейного производства. При производстве 1 т отливок из стали выделяется около 40 кг пыли, 200 кг оксидов углерода, 1,5...2 кг оксидов серы и азота и до 0,5 кг других вредных веществ.

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

Для очистки от газов в стержневом и формовочном отделении применяется каталитическая очистка, так как процесс изготовления форм и стержней сопровождается выделением вредных газов. Эффективность очистки выбросов большинства веществ (углеводорода, фенола, формальдегида, оксида азота, оксида углерода и др.) составляет до 99,8 %. На каталитическую очистку поступает 12000 м³/ч.

4.4.2 Очистка производственных сточных вод

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

Процеживание – первичная стадия обработки стоков; предназначено для выделения из сточных вод крупных нерастворимых примесей размером до 25 мм, а

					22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		55

также более мелких волокнистых загрязнений, которые в процессе дальнейшей обработки стоков препятствуют нормальной работе очистного оборудования. Процеживание сточных вод осуществляется пропусканием их через решетки.

Решетки изготавливаются из металлических стержней с зазором между ними, равным 5...25 мм, и устанавливаются в коллекторах сточных вод вертикально.

Отстаивание предназначено для выделения из сточной воды нерастворимых и частично коллоидных механических загрязнений минерального и органического происхождения. Массовые концентрации механических загрязнений сточных вод предприятия не превышают 5 кг/м³.

Для очистки сточных вод после установки регенерации применяется очистка озонированием.

4.4.3 Обезвреживание и утилизация отходов

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

Твердые отходы литейного цеха включают:

- отработанные формовочные и стержневые смеси, т/г 4900;
- просыпи, т/г 500;
- литейные шлаки, т/г 550;
- абразивную и галтовочную пыль, т/г 2300;
- огнеупорные материалы, т/г 600.

Наиболее радикальными мерами по снижению экологической опасности отходов литейного производства являются:

- широкое использование регенерации отработанных смесей с последующим возвратом песка в технологический процесс;
- утилизация твердых отходов, например путем их использования в дорожном строительстве, для засыпки отработанных карьеров, шахт;

					22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		56

- создание замкнутых циклов водоснабжения с предварительной очисткой и многократным использованием воды в технологическом процессе [13].

22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ

лист

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

57

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе разработан технологический процесс изготовления отливки «Ролик» из стали марки 35Л ГОСТ 977-88.

Разработанная технология изготовления отливки «Ролик» из стали 35Л предполагает использование песчано-глинистой формы.

Для изготовления отливки применяется одноразовая песчано-глинистая форма. Стержни изготавливают по CoId-Box-Amin-процессу. Для получения жидкого сплава применяется дуговая печь типа ДППТ. В работе выбраны все необходимые материалы и оборудование, а также приведено описание основных технологических этапов производства.

В специальной части работы приведено описание работы формовочной линии и расчет основных параметров работы.

Раздел безопасность жизнедеятельности посвящен разработке мероприятий по организации безопасной работы в литейном цехе.

					22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		58

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ткаченко, С.С. Экологичность, как критерий эффективности литейного производства будущего // Ткаченко, С.С. Болдин, А.Н. Кривицкий В.С. – Труды 11-го Съезда литейщиков России. - Екатеринбург. – 2013.
2. Сайт «Ресурс машиностроения», статья «Ресурсоэффективность литейного производства в России». – <http://www.i-mash.ru>.
3. Домотенко, Ф.А. Современные ресурсосберегающие технологии в литейном производстве ОАО «МТЗ» // Ф.А. Домотенко, С.И. Сиротенко, А.Н. Карась. – Журнал «Литье и металлургия», 3(84), 2016. с. 25-28.
4. Информационный ресурс по литейному производству «Союз-литье». – www.lityo.com.
5. Швабауэр, В.И. Технология изготовления отливок: Учебное пособие/ В.И. Швабауэр. - Челябинск: ЧГТУ, 1992. – 68 с.
6. Вдовин, К.Н. Технология литейного производства: Учебное пособие – Вдовин, К.Н. – Магнитогорск МГТУ, 2001. – 115 с.
7. Знаменский, Л.Г. Теория литейных процессов: учебное пособие /Л.Г. Знаменский, В.К. Дубровин, Б.А. Кулаков, В.И. Швецов. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 1999. – 163 с.
8. 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.
9. Сайт фирмы «Оптим тоledo». – <http://optim-toledo.com/my-predlagaem/dugovyie-pechi-postoyannogo-toka-dppt>.
10. Технология литейного производства: учеб. / Б.С. Чуркин, Э.Ф. Гофман, С.Г. Майзель / Под ред. Б.С. Чуркина. Екатеринбург: Изд-во Урал. Гос. Проф.- пед. Университета, 2000. – 662 с.

					22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		59

11. Оборудование литейных цехов: учеб. пособие / В.И. Лукьянов, К.В. Шаров, А.М. Ханов. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. потитехн. ун-та, 2014. – 421 с.

12. Экология литейного производства/ под ред. А.Н. Болдина. – Брянск: Издательство БГТУ, 2001. – 315 с.

13. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов / Под общ. ред. С.В. Белова. 2-е изд., испр. и доп. – М.: Высш. шк., 1999. – 448 с.

					<i>22.03.02.2018.274.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		<i>60</i>