

Министерство науки и высшего образования 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
«__»_____2019г.

Технология изготовления отливки "Диск центральный"

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-22.03.02.2019.537.00.00 ПЗ ВКР

Нормоконтролер
доцент, к.т.н.
А.В. Карпинский
«__»_____2019г.

Руководитель проекта
проф., д.т.н.
Л.Г. Знаменский
«__»_____2019г.

Автор проекта
студент группы
ПЗ-537
Д.Х. Ибрагимов
«__»_____2019г.

АННОТАЦИЯ

Ибрагимов Д. Х. Технологический процесс изготовления отливки «Диск». – Челябинск: ЮУрГУ, ПЗ-537, 2019, 55 с., 14 ил., библиогр. список – 9 наим., 4 листа чертежей ф. А1, 1 плакат.

В выпускной квалификационной работе разработан технологический процесс изготовления отливки «Диск» из стали 20Л ГОСТ 977-88 в соответствии с техническими требованиями на литую деталь.

Изготавливать отливку «Диск» решено на формовочной линии фирмы FАТ по технологии ХТС.

Разработаны и рассчитаны элементы литейной формы, выбран состав формовочных и стержневых смесей, дано описание технологии сборки и заливки формы, выбивки и очистки отливки.

В специальной части работы проведен анализ современных дуговых печей для выплавки стали.

Также рассмотрены вопросы безопасности жизнедеятельности.

					<i>22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ</i>			
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Ибрагимов Д.Х.</i>			<i>Технологический процесс изготовления отливки «Диск»</i>	<i>Лит.</i>	<i>Листов</i>	<i>Лист</i>
<i>Провер.</i>		<i>Знаменский Л.Г.</i>				<i>В</i>	<i>55</i>	<i>3</i>
<i>Т.конт.</i>						<i>ЮУрГУ Кафедра ЛП</i>		
<i>Н.конт.</i>		<i>Карпинский А.В.</i>						
<i>Утв.</i>		<i>Кулаков Б.А.</i>						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ.....	6
2 ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ.....	12
2.1 Технология изготовления отливки «Диск».....	12
2.2 Анализ технологичности изготовления детали.....	12
2.3 Материал отливки и его свойства.....	13
2.4 Выбор положения отливки в форме и определение поверхности разъема.....	14
2.5 Определение припусков на механическую обработку.....	16
2.6 Определение формовочных уклонов.....	18
2.7 Определение количества и конструкции стержней.....	19
2.8 Разработка конструкции и расчет литниковой системы.....	19
2.10 Изготовление форм.....	23
3 СОВРЕМЕННЫЕ ДУГОВЫЕ ПЕЧИ ДЛЯ ВЫПЛАВКИ СТАЛИ.....	34
3.1 Технология и оборудование для выплавки стали.....	34
3.2 Конструкция дуговой плавильной печи.....	34
3.3 Расчет размеров ванны печи.....	37
3.4 Технология выплавки стали.....	41
4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	47
4.1 Техника безопасности.....	47
4.2 Охрана природной среды.....	51
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	54
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	55

					22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		4

ВВЕДЕНИЕ

Литейное производство является одним из основных методов заготовительного производства, включающим в себя получение жидких сплавов из шихтовых материалов и технологию изготовления из этих сплавов изделий и заготовок для различных отраслей промышленности, прежде всего для машиностроения.

Литейное производство как одна из отраслей металлообработки уходит своими корнями в глубокую древность. Изготовление первых отливок, по археологическим данным, было осуществлено 6,5 тыс. лет тому назад. С тех пор технология литейного производства прошла огромный путь, превратившись в одну из самых совершенных современных отраслей техники.

Литейное производство оказывает большое влияние на качественные показатели и надежность современных машин и оборудования.

Развитие техники предъявляет свои требования к качеству литых заготовок. Современные отливки должны иметь высокие и регламентированные механические свойства, физические и химические характеристики, а также высокую точность при минимальной толщине стенок и массе.

					<i>22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		5

1 СРАВНЕНИЕ ЗАРУБЕЖНЫХ И ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ

Литейное производство России является основной заготовительной базой машиностроительного комплекса и его развитие зависит от темпов развития машиностроения в целом. Литейное производство занимает лидирующее положение среди заготовительных баз машиностроения, таких, как сварка и кузница. Коэффициент использования металла (от 75 до 95 %), технологическая возможность получения сложных по конфигурации и геометрии литых заготовок со сложными поднутрениями и внутренними полостями позволит литейному производству и в дальнейшем сохранить свое ведущее положение среди заготовительных производств.

С другой стороны, литейное производство является наиболее энергоемким и материалоемким производством. Для производства 1 тонны отливок требуется переплавка 1,1...1,7 тонн металлических материалов, ферросплавов и флюсов, переработка и подготовка 3...5 тонн формовочных песков (при литье в песчано-глинистые формы), 3...4 кг связующих материалов и красок. В себестоимости литья энергетические затраты и топливо составляют 50...60 %, стоимость материалов 30...35 %. В современных условиях отдельным отраслям присущи неравномерные темпы развития. Удельная доля производства и использования литых заготовок отраслей; в общем объеме производства машиностроительного комплекса составляет:

- автомобильная и тракторная – 60 %;
- электротехническая – 6 %;
- тяжелое и энергетическое машиностроение – 8 %;
- химическое и нефтяное машиностроение – 12 %;
- дорожное и коммунальное машиностроение – 10 %;
- станкостроение и приборостроение – 2 %;
- другие отрасли – 2 %.

Объемы производства литых заготовок зависят от выпуска машиностроительной продукции, так как доля литых деталей из черных и цветных

					22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		6

сплавов в машинах (автомобилях, тракторах, комбайнах, самолетах, танках и др.) составляет 40...50 %, а в металлообрабатывающих станках и кузнечно-прессовом оборудовании до 70 % по массе и до 20 % от стоимости машин. В настоящее время, как правило, литейные цехи находятся в структуре машиностроительных предприятий и производят отливки для собственных нужд.

Основная масса литейных заводов и цехов являются акционерными обществами или частными предприятиями. 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. Выпуск отливок на одного работающего в 2014 г. составил около 13,3 тонн в год. Динамика изменения производства отливок с 1985 г. приведена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Динамика изменения производства отливок с 1985 г.

Годы	1985	1990	2000	2005	2010	2015	2018
Выпуск отливок, млн.т	18,50	13,40	4,85	7,60	3,90	4,00	5,00
В том числе из:							
чугуна	12,90	9,30	3,50	5,20	2,90	2,60	2,60
стали	3,10	3,24	0,96	1,30	0,60	0,90	1,40
цветных сплавов	2,50	0,86	0,39	1,10	0,40	0,50	1,00

В настоящее время производство отливок по технологическим процессам распределяется (по экспертной оценке 2014 г.) следующим образом (таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Производство отливок по технологическим процессам, %

1. Литье в сырые песчано-глинистые формы	50,0
2. Литье в разовые формы из ХТС	29,0
3. Литье в кокиль	5,0
4. Литье под давлением	8,0
5. Центробежное литье	5,0
6. Литье в оболочковые формы	0,5
7. Литье по выплавляемым моделям	1,0
8. Литье по газифицируемым моделям	0,3
9. Непрерывное литье	0,8
10. Другие технологии литья	0,4

Степень механизации и автоматизации литейного производства России оценивается производством отливок на различном оборудовании (таблица 1.3).

Таблица 1.3 – Производство отливок по степени механизации

Тип оборудования	Производство отливок, %,
автоматические линии	25
полуавтоматические и механизированные линии	30
машинная формовка	30
ручное производство	15

В настоящее время в России имеется три завода, которые производят литейное оборудование: ОАО «Сиблитмаш», ОАО «Амурлитмаш», ОАО «Литмашрибор», г. Усмань. В ближайшие 5 лет не планируется создание новых заводов для производства оборудования для литейного производства. Упомянутые 3 завода расширили номенклатуру выпускаемого оборудования. Однако они не удовлетворяют потребности 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 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 6 тонн для выплавки чугуна и стали;
- смесители периодического и непрерывного действия для приготовления холоднотвердеющих смесей производительностью более 10 т/ч;
- оборудование для регенерации холоднотвердеющих смесей.

Одним из основных направлений развития литейного производства является реконструкция литейных цехов и заводов на базе новых технологических процессов и материалов, перспективного оборудования. Основной целью реконструкции является расширение объемов производства, повышение качества продукции, отвечающего современным требованиям 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. По технологическому и рабочему проектированию 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 организации, выполняющих данного рода работы.

Реконструкция литейных цехов осуществляется на базе новых экологически чистых технологических процессов и материалов, прогрессивного оборудования, обеспечивающих получение высококачественных отливок, отвечающих мировым стандартам. В реконструированных цехах около 70 % установлено импортное оборудование.

Плавка и выпечная обработка литейных сплавов является первичным и ответственным технологическим переделом, который обеспечивает литейные, прочностные и эксплуатационные характеристики сплава.

Для получения чугуна и стали перспективными являются технологические процессы плавки в индукционных и дуговых электропечах, которые стабильно обеспечивают заданный химический состав и температуру нагрева расплава для проведения эффективной выпечной обработки.

Перспективным материалом для ответственных отливок является высокопрочный чугун с шаровидной формой графита (ВЧ). В последние годы выпуск отливок из ВЧ вырос на 12 % за счет снижения производства отливок из серого и специальных видов чугуна и стали.

					<i>22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		9

Для выплавки чугуна наиболее технологически гибкими являются индукционные тигельные печи средней частоты. К сожалению, в последние годы не ведут работ по совершенствованию технологии ваграночной плавки чугуна, которая в ряде случаев незаменима в условиях массового производства ограниченного количества марок 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.

Развитие процессов изготовления литейных форм на базе песчаных и песчано-глинистых смесей идет по нескольким направлениям. Основными из них являются методы динамического уплотнения, усовершенствование процессов изготовления опочных и безопочных форм из ХТС на базе современных связующих материалов и стабилизаторов, вакуумно-пленочная формовка, литье по газифицируемым моделям и др.

Основными методами динамического уплотнения являются: пескодупно-прессовый процесс, воздушно-импульсный низкого давления, Сейатцу-процесс, высокоскоростное дифференциальное прессование и их сочетания.

Формовочные машины в России изготавливает ОАО «Сиблитмаш», ОАО «Литмашприбор», г. Усмань, в Беларуси – институт «БЕЛНИИЛИТ». Зарубежное формовочное оборудование закупается у фирм: «Диса» (Дания), «ХВС», «Кюнкель Вагнер» (Германия), «Савели» (Италия) и др.

Прогрессивным является технологический процесс изготовления опочных и безопочных форм и стержней на базе холоднотвердеющих смесей.

В настоящее время эти процессы развиваются в следующих направлениях: Колд-бокс-амин-процесс на базе фенольно-изоцианатного связующего с продувкой триэтиламино, триметиламино, диметилэтиламино; Резол-СО₂-процесс на базе фенольной смолы типа «Экофен» с продувкой углекислым газом; Альфа-сет-процесс на базе щелочной смолы фенольного класса отвердителей на основе смеси

					22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		10

органических эфиров; Бета-сет-процесс на базе фенольной щелочной смолы и продувкой газообразным метилформиатом.

Для освоения технологии изготовления форм и стержней из ХТС требуется следующее оборудование: смесители, вибростолы, кантователи, протяжные устройства, оборудование для покраски и сушки, газогенераторы, нейтрализаторы, оборудование для выбивки форм и очистки отливок. После выбивки смеси целесообразно регенерировать с применением механических, термических или смешанных методов регенерации с возвратом в производство до 90 % песка,

Большинство из перечисленного оборудования закупается у зарубежных фирм: IMF (Италия), «LAEMPE» (Германия), «Лораменди» (Испания), «Омега» (Англия) [1].

Таким образом, растущая потребность в литых заготовках порождает необходимость постоянного роста и развития техники и технологии литейного производства в России и всем мире. Применение современных методов моделирования процессов заполнения и затвердевания отливки, заполнения и формирования литейных стержней позволяют снизить затраты на производство и при этом улучшить качество литья. Множество крупных фирм занимаются разработкой и изготовлением современного оборудования для получения отливок различными методами.

					<i>22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		11

2 ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ

2.1 Технология изготовления отливки «Диск»

Изготовление отливки «Диск» с заданными линейными размерами, конфигурацией, физико-механическими свойствами (прочность, твердость, плотность, структура и т.п.), шероховатостью поверхности и другими требованиями может осуществляться различными методами. При этом могут быть использованы различные типы и конструкции форм, конструктивные и технологические решения по отдельным элементам формы (стержням, литниковой системе, прибылям и т.п.), разнообразные технологические процессы на всех этапах изготовления отливки (приготовление формовочных и стержневых смесей, плавка и разливка металла, изготовление форм, обрубка, очистка и термообработка отливок и т.п.). Поэтому в конкретных условиях производства разрабатывается оптимальный технологический процесс, обеспечивающий стабильное выполнение требований чертежа и технических условий на деталь и отливку при минимальных затратах труда и материальных средств.

2.2 Анализ технологичности изготовления детали

Анализ чертежа детали «Диск» показывает, что ее конструкция достаточно технологична для изготовления литьем. Масса детали – 78 кг. Минимальная толщина стенки – 35 мм, габаритные размеры детали Ø560x72 мм. Минимальные литейные радиусы 5 мм.

Выбор наиболее эффективного способа 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.

					22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		12

Конфигурация внутренних полостей, отверстий, обрабатываемых поверхностей и расположение баз механической обработки удовлетворяют требованиям технологии литейного производства в разовые песчаные формы [2].

На рисунке 2.1 представлен эскиз детали «Диск».

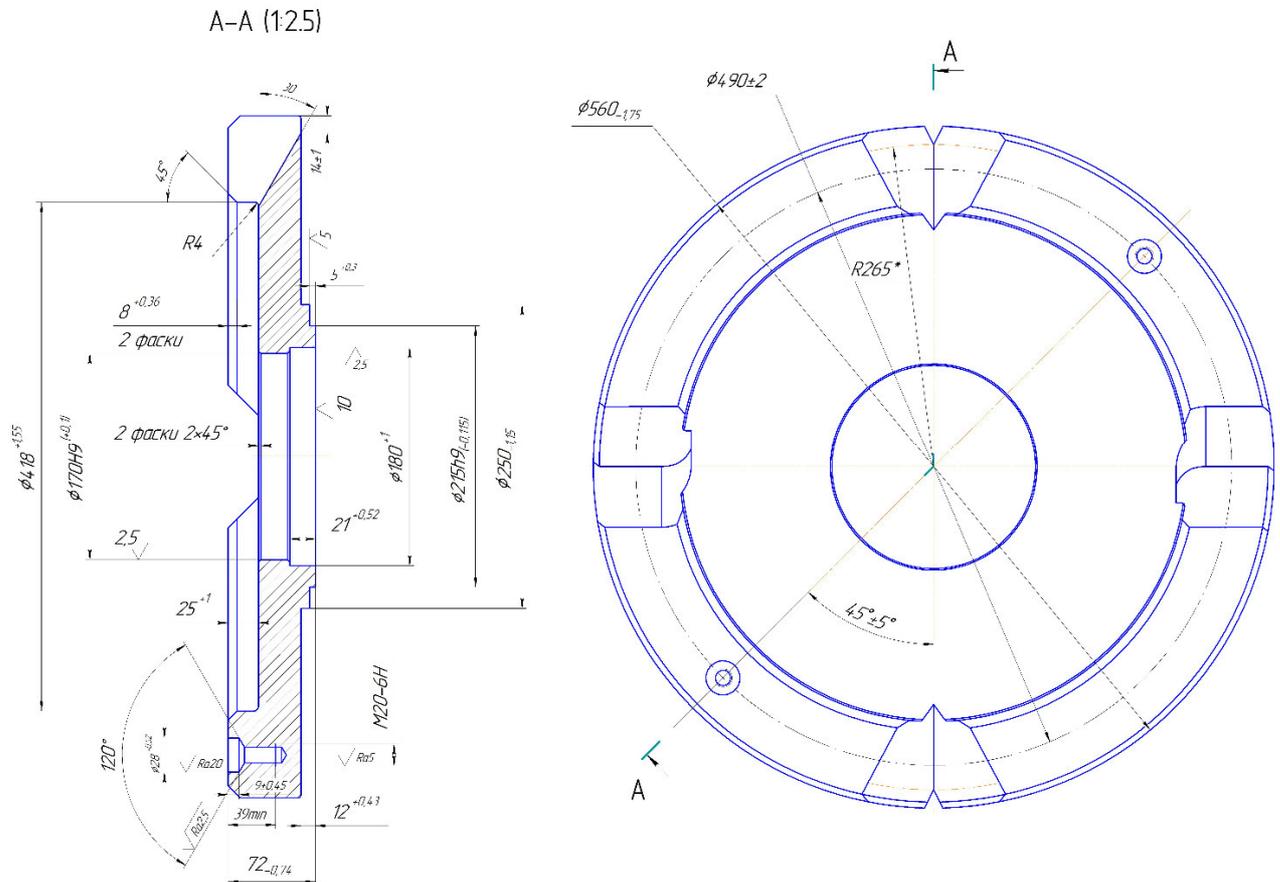


Рисунок 2.1 – Эскиз детали «Диск»

2.3 Материал отливки и его свойства

Отливка «Диск» изготавливается из стали марки 20Л.

Использование в промышленности: станины прокатных станков, шкивы, траверсы, поршни, буксы, крышки цилиндров, плиты настольные, рамы рольгангов и тележек, мульды, корпуса подшипников, детали сварно-литых конструкций и другие детали, работающие при температуре от – 40 до 450 °С под давлением.

Химический состав стали 20Л следующий: С: 0,17...0,25 %; Si: 0,2...0,52 %; Mn: 0,35...0,9 %; Ni: до 0,3 %; S: до 0,045 %; P: до 0,04 %; Cr: до 0,3 %; Cu: до 0,3 %; Fe: ~ 99 %.

Свойства стали 20Л следующие:

- термообработка: Нормализация 880...900 °С, Отпуск 630...650 °С;
- твердость материала: $HV 10^{-1} = 124...143$ МПа;
- температура критических точек: $A_{c1} = 735$, $A_{c3}(A_{cm}) = 854$, $A_{r3}(A_{rcm}) = 835$, $A_{r1} = 680$ °С;
- свариваемость материала: без ограничений. Способы сварки: РДС, АДС под газовой защитой, ЭШС;
- рекомендуется подогрев и последующая термообработка;
- флокеночувствительность: не чувствительна;
- склонность к отпускной хрупкости: не склонна;
- обрабатываемость резанием: в термообработанном состоянии при $HV 121...126$ $K_{v\text{ тв. спл}} = 1,5$ и $K_{v\text{ б.ст}} = 1,35$;
- температура начала затвердевания, °С: 1512...1521;
- показатель трещиностойчивости, $K_{т.у.}$: 1,0;
- склонность к образованию усадочных раковин, $K_{у.р.}$: 1,0;
- жидкотекучесть, $K_{ж.т.}$: 1,0;
- линейная усадка, %: 2,2...2,3;
- склонность к образованию усадочной пористости, $K_{у.п.}$ 0,9 [3].

2.4 Выбор положения отливки в форме и определение поверхности разъема

Положение отливки в форме при заливке и затвердевании определяет весь технологический процесс. Можно предложить три варианта расположения отливки в форме в период заливки и затвердевания. 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.

Варианты расположения отливки в форме в период заливки и затвердевания представлены на рисунке 2.2.

					<i>22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		14

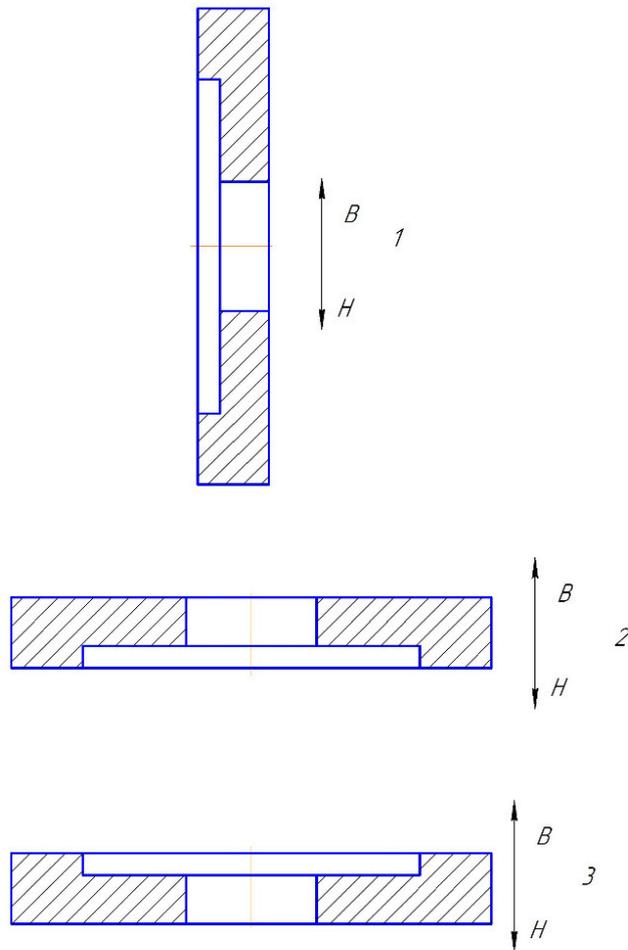


Рисунок 2.2 – Варианты расположения отливки в форме в период заливки и затвердевания

Вариант №1 – Отливка располагается в форме вертикально, наименее целесообразный вариант, т.к. он приводит к существенному увеличению высоты опок и необходимости применения стержней.

Вариант №2 – отливка располагается в форме горизонтально, ось симметрии перпендикулярна плоскости разъема, тепловой узел вверх.

Вариант №3 – отливка располагается в форме горизонтально, ось симметрии перпендикулярна плоскости разъема, тепловой узел вниз.

Проанализировав возможные варианты расположения отливки в форме приходим к выводу о наибольшей целесообразности варианта №2. При таком расположении возможно размещение отливки полностью в нижней полуформе.

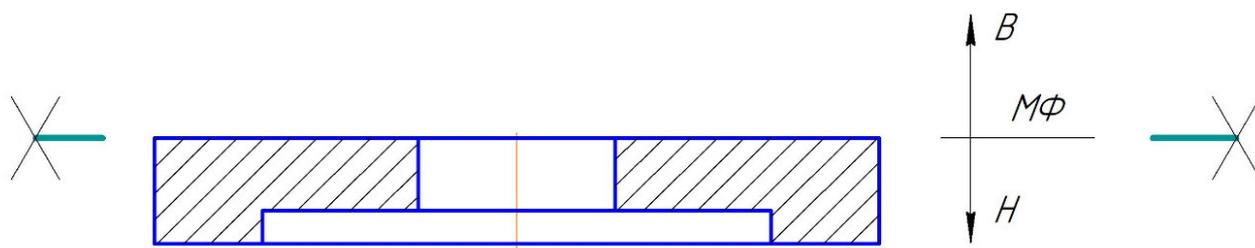


Рисунок 2.3 – Линия разъема формы

Выбранный вариант расположения и разъем обладает следующими преимуществами

- простая конструкция моделей, без отъемных частей;
- отсутствие стержней;
- отсутствие брака по смещению полуформ;
- кратчайший путь прохождения металла от литниковой системы к отливке;
- отвод газов из полости в форме, образующихся при заливке расплавленного металла;
- направленное затвердевание, возможность установки прибылей прямого действия на тепловые узлы.

2.5 Определение припусков на механическую обработку

Точность отливки назначается в соответствии с ГОСТ Р 53464-2009 [4].

Определение класса размерной точности отливки

Класс размерной точности определяется по таблице А1 для литья в формы отверждаемые в контакте с холодной оснасткой, для термообрабатываемых стальных сплавов с максимальным размером 560 мм (250...630 мм). Класс размерной точности 9т – 13. Выбираем 12 класс.

Определение степени коробления отливки

Степень коробления определяется по таблице Б1. Определим отношение наименьшего размера элемента к наибольшему.

					22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		16

Толщина фланца (наименьший размер) – 18 мм.

Диаметр (наибольший размер) – 560 мм.

$$\frac{18}{560} = 0,032.$$

Для разовой формы, нетермообрабатываемого черного сплава и отношения 0,032 (0,025...0,050) степень коробления 6 – 9. Выбираем степень коробления 8.

Определение степени точности поверхности

По таблице В1 для литья в формы отверждаемые в контакте с холодной оснасткой, для термообрабатываемых стальных сплавов 560 мм (250...630 мм). Степень точности поверхности 13 – 19. Выбираем 18 класс.

Определение класса точности массы отливки

По таблице Д1 для литья в формы отверждаемые в контакте с холодной оснасткой, для термообрабатываемых стальных сплавов 78 кг (10...100 мм). Класс точности массы отливки 7 – 15. Выбираем 12 класс.

Определение ряда припусков

Ряд припусков определяется в зависимости от степени точности поверхности, для 18 класса составляет 9 – 12. Выбираем 12 (большие значения выбираем для стальных отливок).

Условное обозначение точности отливки

Точность отливки 12 – 8 – 18 – 12 ГОСТ Р 53464 – 2009.

Определение припуска на механическую обработку

Допуск литейных размеров определяется по таблице 1 в зависимости от размера класса размерной точности.

Допуск формы поверхности отливки определяется по таблице 2 в зависимости от размера и степени коробления.

Допуск неровности поверхности отливки определяется по таблице 3 в зависимости от степени точности поверхности.

Допуск массы отливки определим по таблице 4 в зависимости от массы отливки и класса точности массы. Все полученные данные сведем в таблицу 2.1.

					<i>22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		17

Таблица 2.1 – Допуски отливки «Диск»

Размер	Допуск литейных размеров	Допуск формы поверхности отливки	Допуск неровности поверхности отливки	Допуск массы отливки	Общий допуск элементов отливки	Обработка	Припуск
Ø560	9,0	3,2	2,4	16%	11	Черновая	8
Ø418	9,0	2,4			10	Черновая	8
Ø170	7,0	1,0			9	Чистовая	8
72	5,6	0,64			7	Чистовая	8

Масса отливки с учетом припусков составляет 138 кг.

2.6 Определение формовочных уклонов

Для лёгкого извлечения модели из формы, на её рабочей поверхности задаются формовочные уклоны. Величины этих уклонов назначаются по ГОСТ 3212-92. Формовочный уклон определяется в зависимости от высоты формообразующей поверхности и материала модели. Формовочные уклоны с размерами показаны на рисунке 2.4.

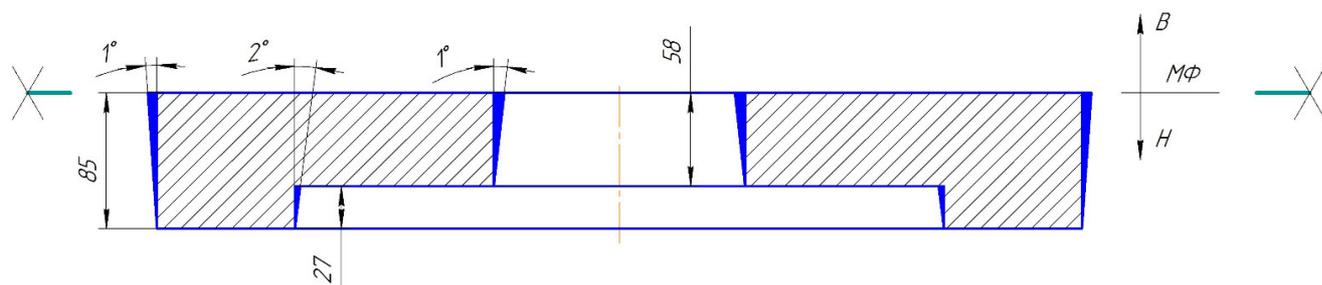


Рисунок 2.4 – Формовочные уклоны с размерами

Галтелями называют скругления углов, обеспечивающие плавные переходы между поверхностями модели. При остывании отливок галтели предупреждают образование трещин и усадочных раковин в углах.

можно принять за тепловой узел. Объем отливки находим исходя из ее массы и плотности металла.

$$V_{\text{ПУ1}} = \frac{138}{7800} = 0,018 \text{ м}^3.$$

Расчет прибылей проводится по методу Пржибыла.

Определяется объем прибыли №1 по формуле [5]:

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

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

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

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

$$V_{\text{ПУ}} = 0,018 \text{ м}^3.$$

$$V_{\text{ПР1}} = \frac{10 \cdot 0,045}{1 - 10 \cdot 0,045} \cdot 0,018 = 0,016 \text{ м}^3.$$

Технологический выход годного (ТВГ) определяется по формуле [5]:

$$\text{ТВГ} = \frac{Q_{\text{отл}}}{Q_{\text{отл}} + Q_{\text{приб}} + Q_{\text{л.с.}}}, \quad (2.2)$$

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

$Q_{\text{приб}}$ – масса прибылей, приходящаяся на одну отливку, кг;

$Q_{\text{л.с.}}$ – масса литниковой системы, приходящаяся на одну отливку, кг.

$$\text{ТВГ} = \frac{138}{138 + 124 + 14} \cdot 100 = 52 \text{ \%}.$$

Исходя из найденного объема прибыли определяем геометрические размеры прибыли. Поскольку питаемый узел представляет собой кольцо, то наиболее оптимальным будет применение фасолевидных прибылей.

Литниковая система состоит из литниковой воронки, стояка, зумпфа, двух ветвей шлакоуловителя и четырех питателей. Питатели непосредственно

					<i>22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		20

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:

$$\tau_{\text{опт}} = S \cdot \sqrt[3]{\delta \cdot m}, \quad (2.3)$$

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;

m – масса жидкого металла, приходящегося на одну отливку с литниками и прибылями, кг;

Подставляя в формулу (2.3) значения коэффициента $S = 1,4$ (для отливок из стали), преобладающая толщина стенки отливки $\delta = 58$ мм, $m = 138+124+14=276$ кг получим:

$$\tau_{\text{опт}} = 1,4 \cdot \sqrt[3]{58 \cdot 276} = 35,3 \text{ с.}$$

Определим среднюю скорость подъема уровня расплава в форме в процессе заливки. Она рассчитывается из условия, при котором отсутствуют недоливы и спаи в отливке [4]:

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

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

C – высота отливки по положению в форме, мм;

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

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

Подставляя в формулу (2.4) значения высоты отливки $C = 185$ мм, $\tau_{\text{опт}} = 35,3$ с, получим:

					<i>22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		21

$$V_{\text{cp}} = \frac{185}{35,3} = 5,2 \text{ мм/с.}$$

Полученное значение V_{cp} не соответствует допустимому значению 8...10 мм/с для отливок из стали с толщиной стенки более 40 мм.

$$\tau_{\text{опт}} = \frac{C}{V_{\text{cp}}} = \frac{185}{10} = 18,5 \text{ с.}$$

Суммарную площадь узкого сечения литниковой системы, обеспечивающей оптимальную продолжительность заливки формы, определим по формуле [5]:

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

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

m – 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_{cp} – средний металлостатический напор в форме, м.

Средний металлостатический напор в форме определяется по формуле [5]:

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

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

P – высота отливки над питателем, мм.

$$H_{\text{cp}} = 300 - \frac{100^2}{2 \cdot 185} = 272 \text{ мм.}$$

Подставляя в формулу (2.5) значения $m = 276$ кг; $\mu_{\text{ф}} = 0,41$; $\tau_{\text{опт}} = 18,5$ с; $\rho = 7000$ кг/м³; $g = 9,81$ м/с²; $H_{\text{cp}} = 0,272$ м определим суммарную площадь узкого сечения литниковой системы для одной отливки:

$$F_{\text{уз}} = \frac{276}{0,41 \cdot 18,5 \cdot 7000 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,272}} = 0,022 \text{ м}^2 = 22 \text{ см}^2.$$

					<i>22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		22

Для сужающихся литниковых систем $F_{уз}$ является суммарной площадью сечений питателей для отливки [5]:

$$F_{уз} = \Sigma F_{п}.$$

Определим площади сечений остальных элементов сужающейся литниковой системы, обеспечивающих $\tau_{опт}$ [5]:

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

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

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

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

Металл к отливке будем подводить через один стояк и один шлакоуловитель.

$$F_{шл} = \Sigma F_{шл} = 1,1 \Sigma F_{п} = 1,1 \times 22 = 24,2 \text{ см}^2,$$

$$F_{ст} = \Sigma F_{ст} = 1,2 \Sigma F_{п} = 1,2 \times 22 = 26,4 \text{ см}^2.$$

Эскизы сечений литниковой системы представлен на рисунке 2.6.

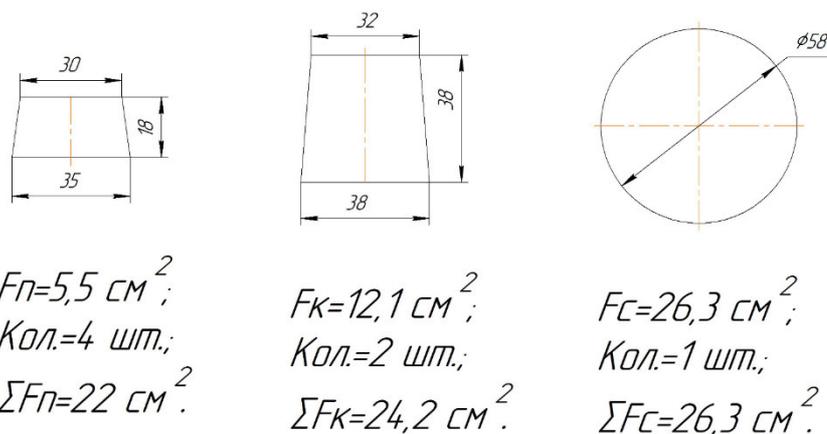


Рисунок 2.6 – Эскизы сечений литниковой системы

2.10 Изготовление форм

Сегодня литейные производства предъявляют высокие требования к универсальности и функциональности формовочных линий по ХТС-процессу. Фирма FAT (Förder und Anlagentechnik GmbH), Германия предлагает комплексные решения различного уровня автоматизации индивидуально для каждого завода и

предприятия. Благодаря многофункциональности формовочной линии стало возможным размещение оборудования в любом месте цеха. Уровень автоматизации соответствует потребностям производства и варьируется от ручной формовки до полностью автоматической.

Формовочная линия фирмы FАТ работает по технологии ХТС (рисунок 2.7). Целью является максимальная рационализация всех рабочих процессов от заполнения форм до выбивки. Чтобы максимально сократить время производства, различные этапы работы осуществляются независимо друг от друга через систему транспортных передаточных устройств [6].

Для стальных отливок при использовании подобных методов формообразования рекомендуют состав формовочной смеси:

- кварцевый песок 2К₂О₂02 ГОСТ 2138-91 1 %;
- хромитовый песок АFS-48 4 %;
- регенерат хромитового песка АFS-48 20 %
- регенерат кварцевого песка 2К₂О₂02 ГОСТ 2138-91 75 %
- фенолформальдегидная смола типа ТРА-4 0,9...1,5 % сверх 100 %;
- отвердитель АСЕ (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;
- минимальное время отверждения в оснастке, мин 20...30.

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, негазотворным, сохранял прочность до образования в отливке достаточно жесткой твердой корки. Стержни и формы окрашивают 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 приготовления смеси используется смеситель непрерывного действия FAT для ХТС-процесса с камерой обеспыливания (рисунок 2.8). Песок обеспыливается непосредственно перед дозировкой связующего, что позволяет экономить до 20 % связующего. Эта опция полезна при работе с плохо обеспыленным регенератором на устаревших системах регенерации или на необеспыленном свежем песке с высоким содержанием пыли.

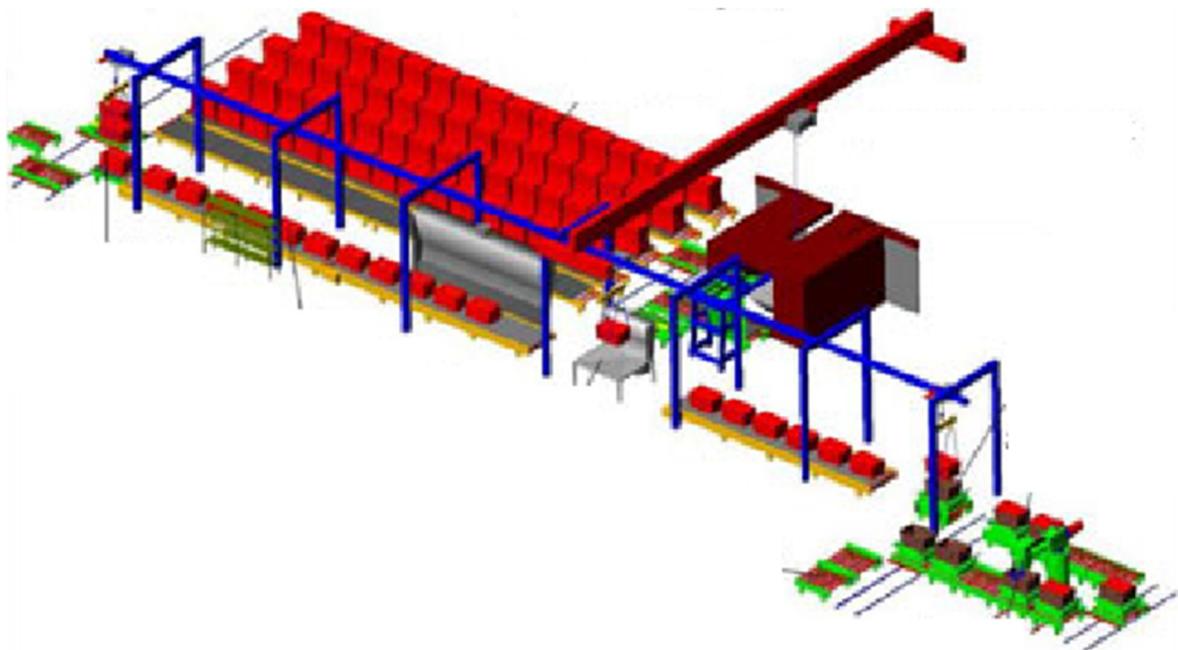


Рисунок 2.7 – Эскиз формовочной линии фирмы FAT



Рисунок 2.8 – Смеситель непрерывного действия FAT для ХТС-процесса с камерой обеспыливания

Формовочная линия FAT состоит из следующих участков:

- подготовки форм поз. R26;
- наполнения форм поз. R20;
- отверждения форм поз. R21...R25;
- протяжки форм поз. A2;
- покраски форм поз. F2;
- ленточный конвейер: поз. GF4 – обжиг форм, GF5 – GF6 – сборка форм;
- спаривания форм поз. R27;
- линия заливки 1 и линия заливки 2;
- линия охлаждения 1 и линия охлаждения 2;
- вывода форм поз. R28...R31.

Во время работы линии может быть задействовано шесть держателей подмодельных плит.

Через панель управления локального пульта занесены и защищены паролем следующие данные:

- размеры имеющихся опок для линии формовки;
- длительность пребывания форм на участке отверждения.

На всех локальных пультах управления есть красная грибовидная кнопка аварийной остановки.

					<i>22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		26

В случае аварийной ситуации формовщик должен нажать кнопку аварийной остановки, при этом останавливается работа на всех участках формовочной линии, и немедленно сообщить мастеру или администрации цеха. Дальнейший пуск формовочной линии возможен только при помощи ключа.

Подготовка линии к работе

Произвести осмотр шкафов и пультов управления.

Мастеру формовочного участка:

- шкаф управления формовочной линии;
- шкаф управления смесителя DF 60;
- шкаф управления фильтровальной установкой;
- пульт ввода форм;
- пульт спаривания форм.

Мастеру стержневого участка:

- шкаф управления системой регенерации.

Мастеру плавильного участка:

- шкаф управления выбивной решеткой.

Отсутствие сообщений об ошибках на дисплеях шкафов и пультов управления линии означает готовность линии к работе. Убедившись в исправности всех систем, мастер производит включение фильтровальной установки. В течение 2 минут автоматически производится ее запуск.

Перед началом работы формовщику на участке подготовки необходимо визуально проверить наличие и исправность литейной оснастки: подмодельных плит, опок, выталкивающих штырей, рым-болтов для транспортировки.

Для старта оборудования необходимо привести на исходные позиции шесть держателей подмодельных плит. Для этого должны быть заняты позиции с R21 до R26. Передаточные тележки, позиция наполнения, а также позиция протяжки остаются свободными.

					<i>22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		27

Работа линии в автоматическом режиме

Перед заполнением опок составом формовщику необходимо выбрать вид смеси согласно технологическому процессу и существующих на дистанционном пульте управления программ:

- регенерат 100 %;
- кварцевый песок 100 %;
- кварцевый песок 20 % и регенерат 80 %;
- хромитовый песок 100 %.

Если по результатам испытаний за первые два часа сухая прочность регенерата будет меньше 2 кгс/см необходимо переходить на третью программу.

С целью уплотнения формовочной смеси, в течении времени живучести смеси с начала заполнения, с помощью ножной педали привести в действие вибростол на 5...10 секунд 1 раз.

Выровнять поверхность формы скребком, излишки смеси убрать лопатой в короб.

С помощью специального приспособления выполнить в форме вертикальные вентиляционные наколы, открытые прибыли расшатать.

Участок отверждения.

После проведения всех операций, связанных с наполнением и уплотнением смеси на позиции, форма транспортируется на передаточную тележку перед участком наполнения. Затем передаточная тележка движется до определенного места отверждения. Схема транспортировки форм на участок отверждения представлена на рисунке 2.9.

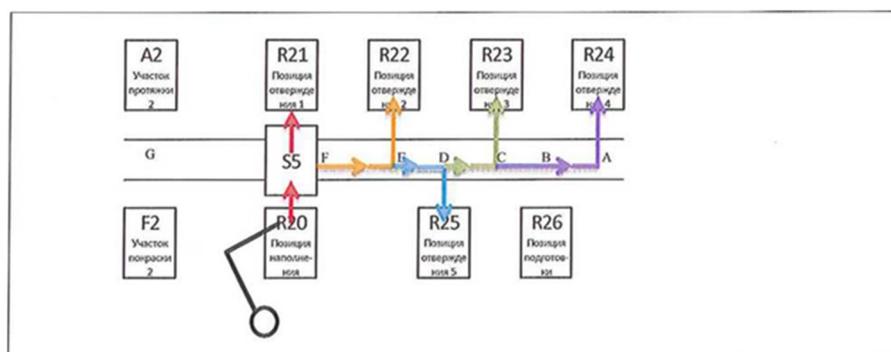


Рисунок 2.9 – Схема транспортировки форм на участок отверждения

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ

лист
28

Выбор места отверждения производится автоматически по очереди в соответствии с порядком, заложенным в программу управления линии, согласно нумерации мест отверждения и при условии, что это место свободно. С момента нажатия кнопки **ВЫВОЗ ОПОКИ УЧАСТОК ЗАПОЛНЕНИЯ** на пульте управления 1 начинается отсчет времени отверждения в зависимости от размера опоки (время нахождения на местах отверждения установлено предварительно на сенсорной панели управления на локальном пульте).

Участок протяжки

Передаточная тележка заберет с соответствующего места отверждения затвердевшую форму. В первую очередь с места отверждения вывозится нижняя опока, а затем соответствующая верхняя опока. Выбор полуформы осуществляется в автоматическом режиме при условии, что установленное для нее время отверждения истекло.

Затем передаточная тележка движется к позиции G и транспортирует форму на участок протяжки. Схема транспортировки отвердевших форм к участку протяжки представлена на рисунке 2.10.

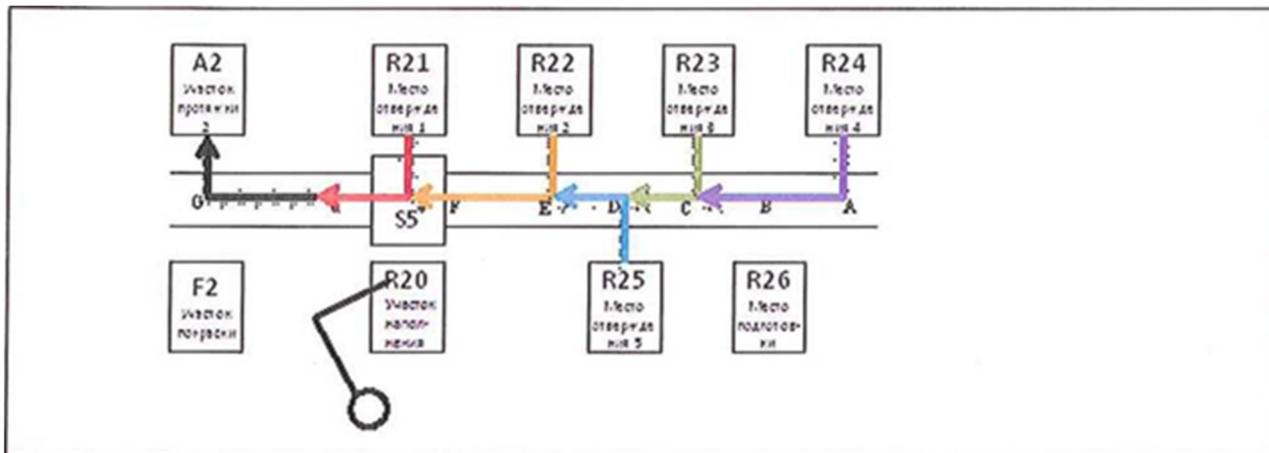


Рисунок 2.10 – Схема транспортировки отвердевших форм к участку протяжки
Формовщику необходимо:

- произвести протяжку формы (опока точно вертикально отделяется от модели);
- выровнять манипулятор относительно полуформы;
- зацепить полу форму цепями манипулятора и слегка натянуть цепи, приподняв манипулятор;

- дождаться момента, когда прекратится движение манипулятора;
- поднять полуформу манипулятором;
- отправить держатель подмодельной плиты с моделью.

В промежутке между участком протяжки и участком покраски необходимо произвести отделку формы, а именно:

- изъять отъемные части модельной оснастки;
- удалить излишки состава, прилипшего к буртам опоки по разъему;
- выполнить газоотводные наколы в знаковых частях формы пневматической дрелью буром диаметром 8 мм для опок размерами 1400 x 1100 мм, для опок большего размера диаметром 10 мм;
- пневматическим пистолетом продуть форму и отверстия от остатков смеси;
- отправить полуформу на участок покраски.

Участок покраски

Выполнить транспортировку полуформы с помощью манипулятора от участка протяжки к участку покраски.

Форму необходимо установить в висячем положении под наклоном. Схема расположения полуформы на участке покраски приведена на рисунке 2.11.

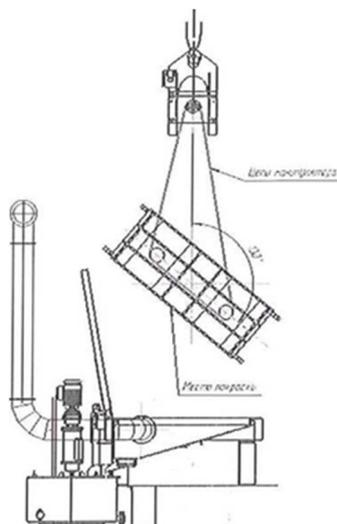


Рисунок 2.11 – Схема расположения полуформы на участке покраски

С помощью шланга с наконечником произвести покраску формы обливом краской на спиртовой основе.

					<i>22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		30

После покраски необходимо выдержать полуформу под наклоном 10 секунд для того, чтобы излишки краски стекли, затем повернуть полуформу еще на ~ 90 ° и подождать 5 секунд.

После покраски с помощью резинового шпателя и кисти необходимо убрать подтеки краски с разъема формы и удалить краску с экзотермических прибыльных вставок, в случае ее попадания.

Окрашенную форму переместить и установить с помощью манипулятора на ленточный конвейер.

Выполнить сборку форм, а именно:

- очистить полуформу от засоров промышленным пылесосом или сжатым воздухом в труднодоступных местах;
- с помощью крана-укосины установить стержни в нижнюю полуформу;
- установить жеребейки, холодильники;
- заделать составом подъемы на стержнях;
- произвести окончательную очистку полуформ пылесосом или сжатым воздухом после сборки;
- с целью предупреждения течи металла, между полуформами на разъем по периметру прокладывать уплотнительные жгуты.

Участок спаривания

Кран-балкой переставить нижнюю полуформу на пустую заливочную паллету рольганга.

Кран-балкой с помощью манипулятора скантовать верхнюю полуформу и по центрирующим стержням установить на нижнюю полуформу, закрепить скобами.

Кран-балкой перенести и установить с помощью центрирующих штырей верхнюю полуформу на собранные ранее полуформы низа и середины.

Линии заливки состоят из бесприводных рольгангов. Транспортировка заливочных паллет производится с помощью гидравлических сталкивателей, которые находятся на передаточных тележках.

					<i>22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		31

В конце каждой заливочной и охлаждающей линии предусмотрены пневматические стопорные устройства, которые автоматически деблокируются перед транспортировкой. После транспортировки линия блокируется стопорным устройством, таким образом, предупреждается непреднамеренное, самостоятельное движение паллет на линии.

Залитая расплавом форма сталкивается на передаточную тележку и далее транспортируется на линию охлаждения, а охлажденная форма сталкивается на тележку и транспортируется на одно из мест вывода форм. И снова одна форма с участка спаривания транспортируется на одну из двух заливочных линий и так далее.

Выбивка

После достаточного времени охлаждения на соответствующем участке формы вручную с помощью крана или автоматическим сталкивателем транспортируются на выбивную решетку. Отливка извлекается из формы, а отработанная смесь подается на регенерацию.

Регенерация

Горячая смесь, содержащая различные примеси, проходит многоступенчатую обработку в системе регенерации. До 97 % отработанной смеси снова идут в производство. Автоматизированные процессы позволяют отделять различные материалы (напр. кварцевый, хромитовый и циркониевый песок).

Установки сепарации хромитового песка (рисунок 2.12). Для обеспечения высокого качества поверхности некоторых отливок иногда требуется хромитового песка. За счет своей более высокой теплопроводности этот тип песка лучше подходит прежде всего для материалов с большей температурой заливки. Поддержание стабильно высокого качества регенерата и высокая стоимость хромитового песка делают необходимой сепарацию кварцевого и хромитового песков.

					<i>22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		32

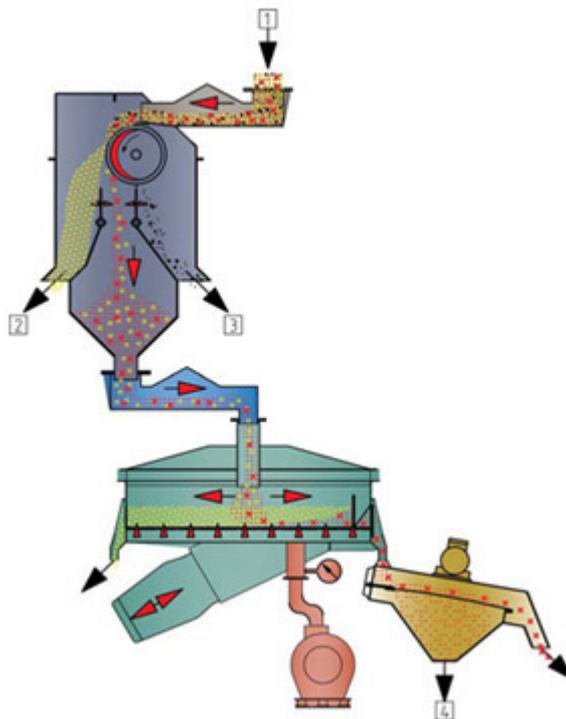


Рисунок 2.12 – Установка сепарации хромитового песка фирмы FAT:
 1 – смешанный песок; 2 – кварцевый песок; 3 – испорченная фракция;
 4 – хромитовый песок

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ

лист

33

3 СОВРЕМЕННЫЕ ДУГОВЫЕ ПЕЧИ ДЛЯ ВЫПЛАВКИ СТАЛИ

3.1 Технология и оборудование для выплавки стали

Дуговые плавильные печи применяют для выплавки стали в сталелитейных цехах. Сталеплавильные печи являются агрегатами с зависимой дугой, в которых электрический разряд происходит между электродами и металлической шихтой. Самые распространенные в настоящее время являются трехфазные печи, работающие на переменном токе (ДСП). Дуговая электроплавка с точки зрения организации металлургического процесса обладает следующими преимуществами:

- высокая температура перегрева металла – до 1700 °С;
- легкий ввод тугоплавких легирующих элементов;
- возможность выплавки стали любых марок;
- возможность проведения активной обработки расплава для рафинирования;
- возможность проводить металлургические процессы в соответствии с заданным качеством стали.

3.2 Конструкция дуговой плавильной печи

Печи типа ДСП обладают сложной конструкцией, включающими не только футерованное рабочее пространство, заключенное в прочный каркас, но и целый комплекс механизмов, обеспечивающих функционирование печи на всех стадиях металлургического процесса.

Схема компоновки каркаса печи и обслуживающих работу печи механизмов приведена на рисунке 3.1.

Каркас печи – несущая конструкция, которая необходима для размещения футеровки и крепления механизмов. Все нагрузки от установки свода, температурного расширения кирпичной кладки, массы шихты и жидкого металла, а также от работы механизмов печи воспринимаются именно каркасом, поэтому каркас изготавливают сварным из толстолистовой стали, упрочняя его ребрами

					22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		34

жесткости. На каркас устанавливают съемный свод, кладка которого опирается на сводовое кольцо. Полое сводовое кольцо охлаждается водой. Через свод в рабочее пространство вводятся электроды. Для обслуживания печи во время работы в передней стенке предусмотрено рабочее окно. Через рабочее окно производят осаживание шихты при плавлении и скачивание шлака. Для слива жидкого металла служит желоб. Каркас печи изнутри футерован огнеупорным кирпичем.

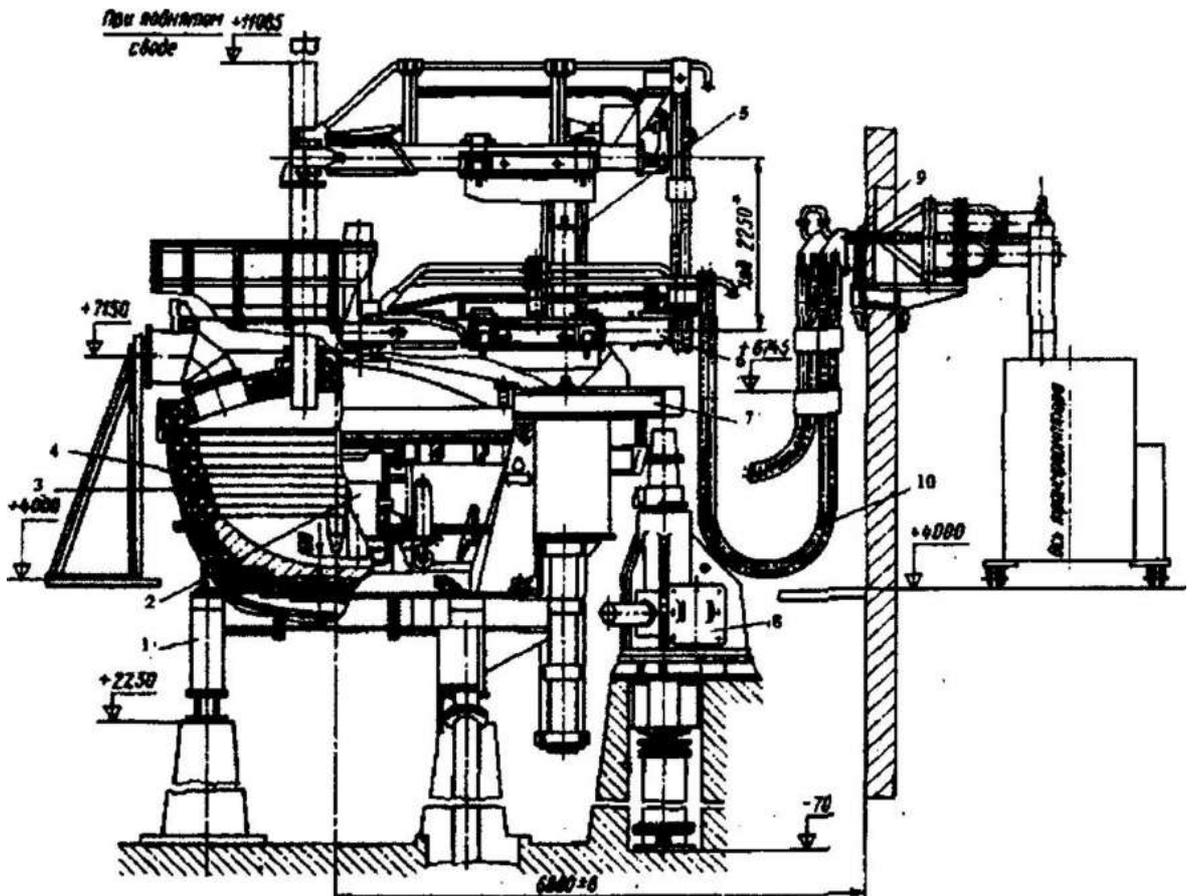


Рисунок 3.1 – Конструкция дуговой печи ДСП – 3

- 1 – механизм наклона; 2 – дверца рабочего окна; 3 – футеровка; 4 – каркас;
 5 – стойка; 6 – электрододержатель; 7 – траверса;
 8 – механизмы подъема и поворота свода; 9 – шлангопровод;
 10 – кабельная гирлянда

Рабочее пространство и ванна для жидкого металла печи ограждены кладкой (футеровкой) стен и пода, сверху закрыты сводом. Футеровка бывает и кислой, и основной. Кислая футеровка стен и пода выкладывается диновым кирпичом, кладка свода также выполняется диновым кирпичом. Набивку пода (несколько

уплотненных слоев небольшой толщины), служащую для предохранения кирпичной кладки пода, выполняют трамбованием смеси кварцевого песка с жидким стеклом. Основная футеровка стен и кладки пода осуществляется магнезитовым кирпичом, свод же для повышения стойкости выкладывают хромомagneзитовым или магнезитохромитовым кирпичом. Набивку пода выполняют смесью магнезитового порошка с каменноугольной смолой.

Электрический ток внутрь рабочего пространства к металлу поступает по электродам. В печах, работающих на переменном трехфазном токе, имеются три электрода, для ввода которых в своде предусмотрены отверстия, расположенные под углом 120° . На крупных печах применяются графитированные электроды, изготовленные из искусственного графита. При горении дуг электроды обгорают. Восстановление электрода осуществляется навинчиванием нового электрода на «огарок» через промежуточный графитовый стержень с крупной нарезкой (ниппель).

В процессе оплавления шихты и обгорания электродов они опускаются вниз. В моменты короткого замыкания между шихтой и электродами их необходимо быстро поднимать. Для управления перемещением электродов служит специальный механизм.

Подъем и опускание электродов в процессе плавки производится через установленный на печь свод. При завалке шихты рабочее пространство печи требует открытия, то есть снять свод. Поэтому электроды предварительно выводят из рабочего пространства и поднимают над сводом. Управление перемещением свода осуществляют специальным механизмом. Механизм последовательно выполняет две операции: приподнимает свод на 250...300 мм над печью, затем поворотом на $90...100^\circ$ отводит его в сторону. Свод при помощи цепей подвешен к portalу поворотного механизма, выполненному в виде двух Г-образных стоек, связанных поперечной балкой. Перемещение цепей и свода обеспечивает электропривод. Portal и привод установлены на поворотной тумбе. Для слива металла через желоб печь на сегментах наклоняют гидроцилиндром.

					<i>22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		36

3.3 Расчет размеров ванны печи

Основные параметры дуговой печи ДСП-3 приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Основные параметры дуговой печи ДСП-3

Характеристика	Показатель
Вместимость печи, т	3,00
τ_1	0,25
τ_2	3,00
τ_3	0,10
τ_4	0,50

1. Производительность печи, т/ч:

$$\Pi = \frac{m}{(\tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4)}, \quad (3.1)$$

где τ_1 – время шихты в печь, ч;

τ_2 – время плавки (расплавление, перегрев и доводка металла), ч;

τ_3 – время выпуска металла из печи, ч;

τ_4 – время ремонта футеровки после каждой плавки, ч;

m – вместимость печи, т.

$$\Pi = \frac{3}{(0,25 + 3 + 0,1 + 0,5)} = 0,78 \text{ т/ч.}$$

2. Объем жидкой стали V_m в печи, м³:

$$V_m = \frac{m}{\rho_m}, \quad (3.2)$$

где ρ_m – плотность жидкого металла, т/м³.

$$V_m = \frac{3}{7,2} = 0,42 \text{ м}^3.$$

3. Полная высота ванны h_3 до порога рабочего окна с учетом угла наклона откосов 45°, м:

$$h_3 = A \cdot m^{0,25}. \quad (3.3)$$

где A – коэффициент, принимаемый для печей с основной футеровкой от 0,31 до 0,345; для печей с кислой футеровкой равный 0,38.

$$h_3 = 0,32 \cdot 3^{0,25} = 0,42 \text{ м.}$$

4. Высота h_2 сферической части ванны, м:

$$h_2 = 0,2 \cdot h_3, \quad (3.4)$$

$$h_2 = 0,2 \cdot 0,42 = 0,08 \text{ м.}$$

5. Диаметр ванны d_1 на уровне порога рабочего окна, м:

$$d_1 = 0,9 \cdot h_3 + \sqrt{\frac{2m}{\rho_m \cdot h_3} - 0,25 \cdot h_3^2}, \quad (3.5)$$

$$d_1 = 0,9 \cdot 0,42 + \sqrt{\frac{2 \cdot 3}{7,2 \cdot 0,42} - 0,25 \cdot 0,42^2} = 1,77 \text{ м.}$$

6. Диаметр рабочего пространства d_2 на уровне верхнего края откоса, м;

$$d_2 = d_1 + 2 \cdot h_4, \quad (3.6)$$

где h_4 - расстояние между уровнями порога и откосов, м, равное для печей вместимостью до 20 т:

$$h_4 = (0,14 \dots 0,15) h_3, \quad (3.7)$$

для печей большей вместимости:

$$h_4 = (0,12 \dots 0,13) h_3, \quad (3.8)$$

$$h_4 = 0,145 \cdot 0,42 = 0,061 \text{ м.}$$

$$d_2 = 1,77 + 2 \cdot 0,061 = 1,89 \text{ м.}$$

7. Высота плавильного пространства h_5 , м:

для печей вместимостью менее 50 т:

$$h_5 = (0,5 \dots 0,4) h_2, \quad (3.9)$$

для печей вместимостью от 50 до 100 т:

$$h_5 = (0,4 \dots 0,38) h_2, \quad (3.10)$$

для печей вместимостью больше 100 т:

$$h_5 = (0,38 \dots 0,34) h_2. \quad (3.11)$$

$$h_5 = 0,45 \cdot 1,89 = 0,85 \text{ м.}$$

8. Толщина футеровки S_5 пода, м:

$$S_5 = 0,5 \cdot \sqrt[6]{m},$$

					22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		38

$$S_5 = 0,5 \cdot \sqrt[3]{3} = 0,6 \text{ м.}$$

9. Толщина огнеупорной футеровки стен S_3 , м:

для печей вместимостью до 1,5 т $S_3 = 0,23$;

для печей вместимостью от 3 до 10 т $S_3 = 0,3$;

для печей вместимостью свыше 10 т $S_3 = 0,34 \dots 0,45$.

$$S_3 = 0,3;$$

Толщина теплоизоляционного слоя S_2 , м:

для печей вместимостью до 1,5 т $S_2 = 0,1$;

для печей вместимостью от 3 до 10 т $S_2 = 0,1 \dots 0,15$;

для печей вместимостью свыше 10 т $S_2 = 0,15 \dots 0,2$.

$$S_2 = 0,15;$$

10. Внутренний диаметр каркаса печи, м:

$$d_3 = d_2 + 2 \cdot (S_2 + S_3), \quad (3.12)$$

$$d_3 = 1,89 + 2 \cdot (0,15 + 0,3) = 2,79 \text{ м.}$$

11. Толщина стенки каркаса S_1 печи, м:

$$S_1 = 0,005d_3, \quad (3.13)$$

$$S_1 = 0,005 \cdot 2,79 = 0,014 \text{ м.}$$

12. Толщина S_4 огнеупорной футеровки свода:

для печей вместимостью до 12 т $S_4 = 0,23$ м;

для печей вместимостью от 25 до 50 т $S_4 = 0,3$ м;

для печей вместимостью от 100 т и выше $S_4 = 0,38 \dots 0,46$ м.

$$S_4 = 0,23 \text{ м.}$$

13. Ширина b рабочего окна, м:

$$b = 0,3d_2, \quad (3.14)$$

$$b = 0,3 \cdot 1,89 = 0,57 \text{ м.}$$

13. Высота h_1 рабочего окна, м:

$$h_1 = 0,8b, \quad (3.15)$$

$$h_1 = 0,8 \cdot 0,57 = 0,45 \text{ м.}$$

Определение размеров электродов

1. Мощность S печного трансформатора, кВ·А:

$$S = \frac{W \cdot \Pi}{\eta \cdot \cos \varphi}, \quad (3.16)$$

где W – удельный расход энергии на расплавление, кВт·ч/т (см. табл. 1);

η - КПД печи равный 0,5...0,7;

$\cos \varphi$ – коэффициент мощности печи равный 0,8...0,9.

$$S = \frac{525 \cdot 0,78}{0,6 \cdot 0,85} = 802,14 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

2. Сила тока $I_{\text{эл}}$ в электроде печи, А:

$$I_{\text{эл.}} = \frac{10^3 \cdot S}{\sqrt{3} \cdot U_{2\text{Л}}}, \quad (3.17)$$

где $U_{2\text{Л}}$ - линейное напряжение, В.

Вторичное напряжение назначают, в основном, с учетом мощности трансформатора, габаритных размеров печи и ее вместимости.

Для печей вместимостью до 3 т $U_{2\text{Л}} = 225 \dots 300$ В;

для печей вместимостью от 6 до 25 т $U_{2\text{Л}} = 300 \dots 400$ В;

для печей вместимостью от 50 т и выше $U_{2\text{Л}} = 600$ В.

$$I_{\text{эл.}} = \frac{10^3 \cdot 802,14}{\sqrt{3} \cdot 250} = 356,51 \text{ А}.$$

3. Диаметр d_5 , м, электрода определяют по формуле:

$$d_5 = 2 \cdot \sqrt{\frac{I_{\text{эл}}}{\pi \cdot j \cdot 10^4}}, \quad (3.18)$$

где j – допустимая плотность электрического тока на электроде, А/м², величина j колеблется от 15 до 25 А / м².

$$d_5 = 2 \cdot \sqrt{\frac{356,51}{3,14 \cdot 20 \cdot 10^4}} = 0,048 \text{ м}.$$

4. Диаметр распада электродов d_4 – диаметр окружности, проходящей через центры трех электродов, м:

$$d_4 = (2,5 \dots 3,5) d_5, \quad (3.19)$$

					22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		40

$$d_4 = 3 \cdot 0,048 = 0,14 \text{ м.}$$

5. Стрела подъема свода h_6 при кислой и основной футеровке, м:
кладка свода из диасового (кислого) кирпича:

$$h_6 > 0,085d_2, \quad (3.20)$$

кладка свода из магнезитохромитового (основного) кирпича:

$$h_6 > 0,1d_2. \quad (3.21)$$

$$h_6 > 0,1 \cdot 1,89 = 0,19 \text{ м.}$$

Схематический разрез ванны дуговой печи с обозначением размеров, необходимых для расчета, приведен на рисунок 3.2.

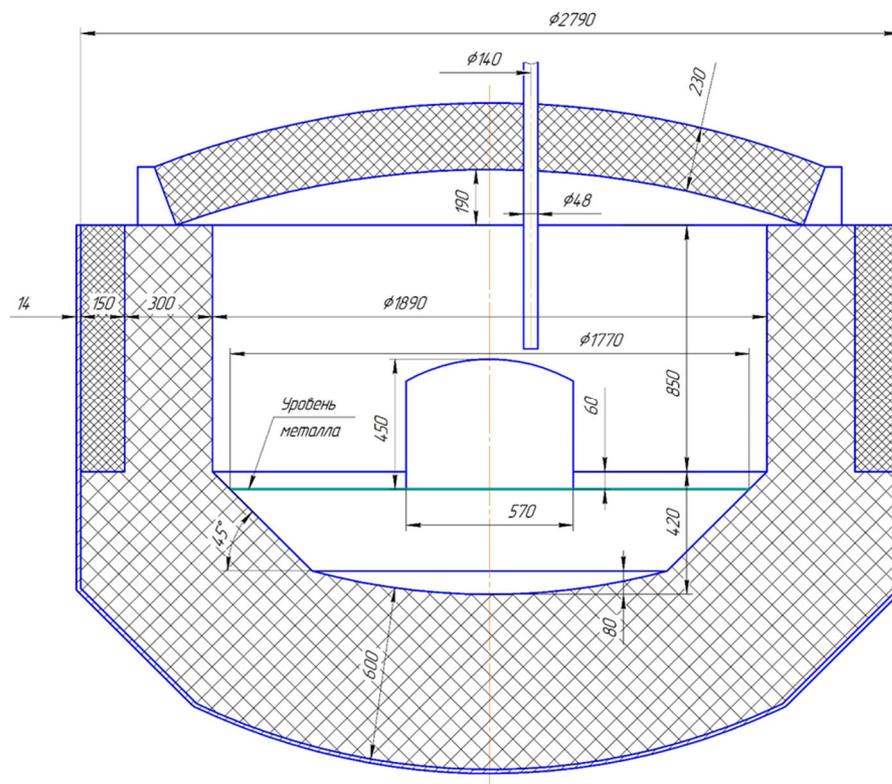


Рисунок 3.2 – Схема к расчету размеров ванны

3.4 Технология выплавки стали

Оборудование и инвентарь

Выплавка сталей производится в дуговых электропечах типа ДСП-3 с основной футеровкой. Для приема стали из печи используются разливочные ковши с набивной футеровкой поворотного типа.

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

22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ

лист

41

Шихтовые материалы

Шихта непосредственно перед загрузкой в бадью должна быть проверена на взрывобезопасность. Шихта состоит из металлической части, науглероживателей, окислителей, легирующих элементов, раскислителей, а также шлакообразующих.

Металлическая часть шихты:

- лом стальной углеродистый, чистый от окалины, земли, песка, эмалей, соответствующий по химическому составу и другим требованиям маркам 1А...2А ГОСТ 2787, то есть не должен быть горелым, проржавленным, разъеденным кислотами; не допускается наличие в нем лома и отходов цветных металлов, легированного лома и отходов; размеры куска для марки 1А не более 300х200х150 мм, для марки 2А не более 600х350х250 мм;
- чугун передельный марок ПЛ1, ПЛ2, ГОСТ 805-85;
- лом стальной, легированный по ГОСТ 2787-86;
- возврат собственного производства, соответствующий по химическому составу выплавляемой марки стали.

Науглероживатели:

- электродный бой, раздробленный до размеров не более 40 мм в поперечном сечении (огарки графитированных электродов) по ТУ 1911-109-73-2000А;
- кокс металлургический.

Окислители:

- железорудные окатыши по ТУ 14-9-311-81;
- стружка стальная марки 16А по ГОСТ 2787-86.

Легирующие элементы:

- никель марки Н1 по ГОСТ 849-96;
- ферросилиций марки ФС45-2 по ГОСТ 1415-93;
- ферромарганец марки ФМн78 по ГОСТ 4755-91.

Раскислители:

- алюминий кусковой вторичный марки АВ91 по ГОСТ 295-98;
- ферросилиций марки ФС65 по ГОСТ 1415-93.

					22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		42

Шлакообразующие:

- известняк флюсовый по ТУ 14-1-491;
- плавиковый шпат металлургический марки ФК-85 по ГОСТ 29220-91.

Все кусковые ферросплавы перед присадкой в печь или в ковш следует прокалить при температуре 800...1000 °С в течение не менее часов (исключается высокое содержание водорода в выплавленной стали).

Все основные шихтовые материалы по качеству должны отвечать требованиям соответствующих ГОСТ и действующих заводских технических условий.

Все шлакообразующие материалы должны быть прокалены перед плавкой при температуре 600...800 °С.

Шихтовые материалы должны быть сухими, их влажность не должна превышать 5 %.

Подготовка печи к плавке

После выпуска металла подина печи и летка очищаются от остатков металла и шлака железным гребком. Очистку печи производить с максимально возможной скоростью.

Заправка подины и откосов производится магнезитовым (периклазвым) песком. Сначала необходимо заправить откосы, затем подину печи. Не допускается расходование излишнего количества магнезитового порошка во избежание зарастания подины и уменьшения объема ванны.

Завалка шихты производится немедленно после заправки печи. В нижнюю часть завалочной бадьи рекомендуется загрузить чушки чугуна, мелкие и средние по размерам и массе куски лома, в среднюю часть - самые крупные куски лома и собственные отходы (литники, прибыли), в верхнюю часть - мелкие куски лома и стружку. Перед завалкой металлический части шихты на подину при необходимости забросить науглероживатели.

Магнитная часть шихты подается в загрузочной бадье, а немагнитная – в коробке.

					<i>22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		43

При загрузке шихты расстояние между днищем бадьи (краем коробки) и верхним уровнем стен печи не должно превышать одного метра.

В период завалки и перед включением печи необходимо осмотреть состояние охлаждающих устройств (путем полного открывания вентиляей), механизмов печи, электрической аппаратуры и электродов.

Длина электродов должна быть достаточной для проведения всей плавки.

Период плавления

После окончания завалки наступает период плавления шихты. Электроды опустить вниз и включить ток. Первые 9...15 минут печь должна работать на пониженной мощности. После погружения электрических дуг в шихту печь включить на полную мощность.

Для ускорения плавления, во избежание прорыва жидкого металла, срыва подины и поломки электродов, не допускать зависания шихты на откосах. После проплавления 50 % шихты и освобождения рабочего окна в печь загрузить известняк в количестве 4 % от массы заваленной металлической шихты. При большом количестве в шихте собственных отходов, загрязненных формовочной смесью, количество загружаемого известняка допускается увеличить.

После полного расплавления шихты (отсутствие нерасплавившихся кусков лома на подине проверяется железным гребком) шлак периода плавления сгребать деревянным гребком на 75 %, взять пробу металла для определения его состава.

При содержании углерода, недостаточном для интенсивного проведения окислительного периода ("кипа"), произвести науглероживание присадкой кокса или электродного боя.

Окислительный период

Окислительный период имеет цель удалить в возможно большем количестве газы (водород и азот) и неметаллические включения (фосфор), уравнять химический состав, нагреть металл до температуры, которая в дальнейшем обеспечит необходимую температуру выпуска.

					<i>22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		44

В начале окислительного периода в печь присадить известняк (1 % от массы шихты). Затем на нагретый металл присаживать небольшими порциями твердые окислители (железородные окатыши) и известняк.

После закипания ванны разрешается слить шлак из печи самотёком. Длительность окислительного периода 30...40 минут. В течение всего периода шлак постоянно обновляется за счет присадки твердых окислителей, известняка и схода печного окисленного шлака из печи самотёком. В течение окислительного периода должно быть окислено не менее 0,30 % углерода. В конце окислительного периода температура металла на плавках низко- и среднеуглеродистых сталей должна быть не ниже 1600...1610 °С. После получения требуемой температуры и необходимого с учетом последующей доводки (легирования и раскисления металла) содержания углерода, шлак-окислитель полностью скачать из печи (до чистого зеркала металла) деревянными гребками.

После скачивания шлака-окислителя выполнить отбор второй пробы металла на химический анализ для определения содержания углерода в металле.

Восстановительный период

Восстановительный период имеет цель удалить кислород из ванны печи, находящийся в виде различных соединений, снизить содержание серы, довести химический состав до заданного. После окончания окислительного периода в ванну ввести ферромарганец куском на среднее содержание марганца в готовой стали, 45 % кусковой ферросилиций на 0,15 % содержания кремния в стали без учета угара и кусковой алюминий на металлической штанге – 1 кг/т стали.

Далее в печь загрузить шлаковую смесь для образования рафинировочного шлака восстановительного периода. Количество рафинировочного шлака – 2...2,5 % от массы металла. Состав шлака: известняк, шамотный бой, кварцит, флюоритовый концентрат в соотношении 10:1:1:1. Вместо со шлаковой смесью ввести феррохром для легирования на среднее содержание хрома в стали. После этого начинается раскисление шлака.

Состав шлака перед выпуском плавки: 50...55 % CaO, 20...23 % SiO₂, менее 1 % FeO, не более 10 % MgO. Проба шлака, отобранная перед выпуском плавки должна после остывания рассыпаться в белый порошок.

					<i>22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		45

Легирование металла кремнием производить за 15 минут до выпуска плавки. После растворения ферросилиция в печи, металл выдерживается и тщательно перемешивается. Затем отбирается третья проба на химический анализ

Доводку стали по содержанию легирующих элементов производить за 5...10 минут до выпуска [7].

					<i>22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		46

4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

4.1 Техника безопасности

В 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 опасными и вредными производственными факторами в литейном производстве являются:

- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- нарушения температурного режима воздуха рабочей зоны, повышенная температура поверхностей оборудования, отливок, расплавленный металл;
- повышенные уровни шума и вибрации;
- подвижные части механизмов и оборудования;
- физические перегрузки, недостаточная освещенность и др.

Анализ экологических, производственных факторов литейного цеха показывает, что в цехе необходимо применение мер по повсеместной технике безопасности; оснащение основного технологического оборудования пыле-газоулавливающими и очистными системами; совершенствование технологических процессов с переходом на экологически безвредные, безотходные технологии; сбор и утилизация отходов литейного производства; содержание территории и санитарно-защитной зоны в надлежащем санитарном состоянии.

Большинство случаев профессиональных заболеваний и отравлений связано с поступлением токсичных газов, паров и аэрозолей в организм человека главным образом через органы дыхания. Вредные вещества могут попадать в организм человека через неповрежденные кожные покровы, причем не только из жидкой среды при контакте с руками, но и в случае высоких концентраций токсических паров и газов в воздухе на рабочих местах. Разновидность вредных веществ в

					<i>22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		47

воздухе производственного помещения является пыль. Она может быть во взвешенном – аэрозоль и осевшем – аэрогель состояниях.

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны и в воздухе населенных мест не должно превышать установленных ПДК (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – ПДК и классы опасности вредных веществ

Наименование веществ	ПДК, мг/м ³	Класс опасности
Оксид углерода	20	4
Оксид азота	5	3
Оксид железа	6	3
Оксид алюминия	6	3
Диоксид серы	10	4
Двуокись кремния	1	1
Известняк	6	3
Карбоксиметилцеллюлоза	8	3

Помимо естественной вентиляции, для эффективного распределения воздуха по всему производственному помещению, применяется механическая вентиляция, которая состоит из приточной вытяжной вентиляционной установки. В общем случае цеховая приточная установка включает в себя: воздухоприемное устройство, пористый фильтр для очистки поступающего воздуха, систему кондиционирования для подогрева и охлаждения воздуха, вентилятор.

Кроме общецеховой предусматривается приточная местная вентиляция – воздушные завесы для защиты производственных помещений от проникновения холодного воздуха при открытии ворот, дверей.

В качестве индивидуальных средств защиты от пыли, при концентрациях, превышающих ПДК, применяют респираторы типа «лепесток».

Безопасность производственного процесса обеспечивается выбором техпроцессов и производственного оборудования, помещений и исходных материалов, способ хранения и транспортирования, правильным размещением оборудования. Распределением функций между рабочими и их обучением, использованием средств индивидуальной защиты.

В плавильном отделении цеха используются дуговые печи. Работы на электродуговых печах постоянного тока производится с соблюдением правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

Безопасность труда обеспечивается правильной эксплуатацией плавильных печей, разливочных ковшей, подъемно-транспортного оборудования, точным соблюдением шихтовки, подготовки печей и ковшей к плавке шихты.

Электробезопасность в литейном цехе обеспечивается конструкцией электроустановок; техническими требованиями и средствами защиты; организационными и техническими мероприятиями, а также контролем по ГОСТ 12.1.019-01 «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты». Повышение электробезопасности также достигается применением систем защитного заземления, зануления, защитного отключения и других средств и методов защиты, в том числе знаков безопасности и предупредительных плакатов и надписей. Применением в системах местного освещения, в ручном электрифицированном инструменте пониженного напряжения. Для защиты электроустановок от перегрузки применяются плавкие предохранители, рубильники располагаются в заземленных контурах. Питающая разводка, проходящая к оборудованию, должна быть закрыта. Повышение электробезопасности достигается также путем применения изолирующих, ограждающих, предохранительных и сигнализирующих средств.

В целях пожарной безопасности в цехе предусмотрены: места для огнетушителей в каждом отделении цеха, пожарные щиты, пожарные краны, ящики с песком, средства связи с пожарной охраной завода, звуковая сигнализация.

В литейном цехе используются различные способы понижения влияния неблагоприятного микроклимата производства на состояние работающих в цехе людей.

Освещение в производственной деятельности, как фактор охраны труда, имеет большое значение. Недостаточное или неправильно устроенное освещение ухудшает зрение работников, вызывает общее утомление, ведет к снижению

					<i>22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		49

производительности труда, к увеличению брака в работе и может явиться одной из основных причиной травматизма. Естественное и искусственное освещение производственных и санитарно-бытовых помещений литейного цеха должно соответствовать нормам СанПин 2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению».

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

Для местного освещения – люминесцентные лампы. Ленточные конвейера по всей длине освещаются лампами накаливания. Аварийное освещение предусмотрено в плавильно-заливочном участке и в местах выпуска металла.

Аварийное освещение предусматривается для безопасного продолжения работы или при внезапном повреждении освещения. Аварийное и охранное освещение литейного цеха должно предусматриваться в соответствии со СанПин 2.1.1.1278-03.

Общие требования безопасности при использовании машин и оборудования, работа которых сопровождается шумом, допустимые уровни звукового давления на рабочих местах устанавливаются в соответствии с ГОСТ 12.1.003-03 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности». В отделениях цеха, где имеются производства с эквивалентными уровнями шума более 85 дБ, должны быть предусмотрены комнаты отдыха с уровнем шума не более 40 дБ.

Для снижения механического шума используют упругие вставки между деталями и частями агрегатов, а также проводим принудительную смазку трущихся частей, что уменьшает уровень шума на 5...7 дБ.

Параметры вибрации на рабочих местах не должны превышать допустимых величин по ГОСТ 12.1.012-2004 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования».

Для снижения вибрации рекомендуется: установка машин, при работе которых возникают незначительные вибрации, увеличение массы фундаментов вибрирующего оборудования, устройство акустических разрывов и акустических

					<i>22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		<i>50</i>

швов вокруг фундаментов вибрирующего оборудования, укладка виброизоляционных материалов под станины машин, виброизоляция – снижение колебаний источника с помощью дополнительных устройств виброизоляторов.

В литейном цехе предусмотрена система водоснабжения: хозяйственно-питьевая; производственная; оборотного и вторичного использования. Также в цехе предусмотрены системы водоотведения: бытовая (для отведения от санитарных узлов), производственная (для отведения сточных производственных вод), дождевая [8].

4.2 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 газовыделений в атмосферу в литейном цехе являются: дуговые печи; 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.

Для очистки воздуха отходящего от стержневых автоматов применяется абсорбционно-биохимическая установка фирмы «Промышленные экологические системы».

Абсорбционно-биохимическая очистка воздуха имеет высокую эффективность, проста и надежна в эксплуатации. Преимущество метода – замкнутый технологический цикл, отсутствие сбросов, отходов и низкие эксплуатационные затраты.

Для очистки воздуха также применяются скрубберы фирмы Beardsley&Piper модели MCOI с производительностью от 200 до 425 м³/мин.

					22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		51

Газовоздушная смесь из вентиляционной системы поступает в скруббер и проходит вверх через постель, содержащую высокоэффективную набивку из полипропилена. Газоочистительный раствор течет вниз через набивку, обеспечивающую полное взаимодействие между газами и жидкостью. Газоочистительный раствор абсорбирует газы. Воздух далее проходит через секцию туманоудалителя, который собирает капельки и возвращает их в секцию повторного кругооборота жидкости. Обработанный таким образом уже чистый воздух выпускается в атмосферу [9].

Источниками загрязнения сточных вод являются производственные, бытовые и поверхностные стоки. Основными источниками загрязнения сточных вод литейного цеха являются: мелкодисперсная пыль, песок, частицы шлака, зольные остатки от выгоревшей части формовочной смеси, окалина и др. Сточные воды поступают главным образом от мокрых пылеуловителей. Как правило, сточные воды литейного производства одновременно загрязнены не одним, а рядом вредных веществ.

Попадание теплой воды в открытые водоёмы вызывает снижение уровня кислорода в воде, что неблагоприятно влияет на флору и фауну, а также снижает самоочищающуюся способность водоёмов.

Очистка сточных вод литейного цеха производится в гидроциклоне серии ПВО-MSSF-F700. Гидроциклоны предназначены для механической очистки воды в промышленности и сельском хозяйстве от песка, мути, ржавчины и иных включений.

Поток воды подается в боковое отверстие циклона и течет по спирали по всей длине конусного корпуса фильтра. Благодаря действию центробежной силы, частицы примесей перемещаются к стенкам фильтра и под действием собственного веса сползают вниз, собираясь в нижней камере. Очищенная вода вытекает наружу через верхнее отверстие.

					<i>22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		52

Технические характеристики гидроциклона с автоматической промывкой серии ПВО-ASSF-5-BSAL:

- эффективность – 98 %;
- производительность – 125 м³/ч;
- диаметр входного/выходного отверстия – 160 мм.

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

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. Поэтому с целью экономии ресурсов и снижения расхода исходных материалов, 80 % отходов литейного цеха (из расчета на одну тонну залитого металла) идет на дальнейшую переработку, для введения их в производственный цикл (регенерация отработанных смесей, переплав возврата и т.д.), остальные же 20 % увозится на заводские отвалы.

					<i>22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ</i>	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		53

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе был разработан технологический процесс изготовления отливки «Диск» из стали 20Л по ГОСТ 977-88.

Изготавливать отливку «Диск» было принято решение на формовочной линии фирмы FAT по технологии ХТС.

Разработанный технологический процесс изготовления заданной отливки подтверждает возможность получения ее литьем.

Для хорошего заполнения формы и качественного питания отливки были рассчитаны оптимальные размеры элементов литниково-питающей системы.

В специальной части работы проведен анализ современных дуговых печей для выплавки стали.

Также рассмотрены вопросы безопасности жизнедеятельности.

					<i>22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		54

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Информационный ресурс по литейному производству. – <http://otlivka.info/articles/sostoyanie-i-perspektivy-litejnogo-proizvodstva-rossii/>
2. Могилев, В. К. Справочник литейщика: справочник для профессионального обучения рабочих на производстве / В. К. Могилев, О. И. Лев. – Москва: Машиностроение, 1988. – 272 с.
3. «Марочник стали и сплавов». – http://www.splav-kharkov.com/mat_start.php?name_id=215.
4. ГОСТ Р 53464-2009 Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку (с Изменениями N 1, 2).
5. Теория литейных процессов: учебное пособие / Л. Г. Знаменский, В. К. Дубровин, Б. А. Кулаков, В. И. Швецов. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 1999. – 163 с.
6. Сайт «Российская ассоциация литейщиков. Оборудование фирмы FAT». – <http://www.ruscastings.ru/work/168/170/175/4992>.
7. Ячиков, И.М. Методы расчета технико-экономических характеристик дуговой сталеплавильной печи: учебное пособие / И.М. Ячиков. – Магнитогорск: МГТУ, 2006. – 119 с.
8. Топоров, И. К. Основы безопасности жизнедеятельности / И.К. Топоров. – СПб.: ЛТА, 1994. – 176 с.
9. Безопасность жизнедеятельности / С. В. Белов, А. В. Ильницкая, А. Ф. Козьяков и др.; Под общ. ред. С. В. Белова. – М.: Высшая школа, 1999. – 448 с.

					22.03.02.2019.530.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		55