

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Факультет материаловедения и металлургических технологий
Кафедра пирометаллургических и линейных технологий

РАБОТА ПРОВЕРЕНА
Рецензент

_____ / _____
(должность) /
(подпись) (И.О.Ф.)
«___» _____ 2017 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой

д.т.н., профессор
_____ /Б.А. Кулаков/
«___» _____ 2017 г.

Литейные технологии производства чугунной отливки «Водило»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-22.03.02.2017. .ПЗ ВКР

Консультант

_____ / _____
(должность) /
(подпись) (И.О.Ф.)
«___» _____ 2017 г.

Руководитель работы

_____ / _____
(должность) /
(подпись) (И.О.Ф.)
«___» _____ 2017 г.

Консультант

_____ / _____
(должность) /
(подпись) (И.О.Ф.)
«___» _____ 2017 г.

Автор работы
студент группы П-437

_____ / _____
(должность) /
(подпись) (И.О.Ф.)
«___» _____ 2017 г.

Консультант

_____ / _____
(должность) /
(подпись) (И.О.Ф.)
«___» _____ 2017 г.

Нормоконтролер

_____ / _____
(должность) /
(подпись) (И.О.Ф.)
«___» _____ 2017 г.

Челябинск 2017

АННОТАЦИЯ

Леонтьев Е. И. Литейные технологии производства чугунной отливки «Водило» - Челябинск: ЮУрГУ, МиМТ; 2017, 53 с 10.ил., библиогр. список 4 – наим., прил., 4 листа чертежей ф. А1 , 3 листа спецификации ф. А4.

В проекте рассмотрена технология изготовления отливки «водило». Освещены основные вопросы, связанные с выбором способа изготовления отливки, положения отливки в форме, определена поверхность разъёма формы. С помощью таблиц, в соответствии с ГОСТом, были заданы припуски на механическую обработку, выведены формовочные уклоны и размеры стержневых знаков.

Проведен обзор современного состояния и тенденции развития литейного производства в России.

Рассмотрены современные способы модификации серых чугунов.

Конструкторские решения, принятые в данном проекте, являются наиболее простыми и экономически целесообразными, при одновременно строгом соблюдении всех требований ГОСТ.

				22.03.02.2017.851.00 ПЗ
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Д
Разраб	Леонтьев			Литерра
Проф	Заславская			
Н. Контр.				Листов
Утв				2
Юргу Кафедра ПМИЛТ				

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ.....	5
2 ТЕПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОЛИВКИ.....	11
2.1 Анализ технологичности изготовления оливки.....	11
2.2 Выбор способа изготовления отливки и его обоснование.....	11
2.3 Определение припусков на механическую обработку.....	13
2.4 Определение формовочных уклонов.....	15
2.5 Определение размеров стержневых знаков.....	15
2.6 Выбор типоразмера опок.....	15
2.7 Разработка конструкции и расчет литниковой системы.....	15
2.8 Выбор состава формовочных и стержневых смесей и красок.....	20
2.9 Разработка технологии сборки и заливки форм.....	22
2.10 Охлаждение, обрубка, зачистка отливок.....	25
2.11 Контроль качества отливок.....	25
3 МОДИФИЦИРОВАНИЕ СЕРЫХ ЧУГУНОВ	
3.1 Процесс модификации	26
3.2 «Старение» модифицирующего эффекта.....	27
3.3 Модификаторы серых чугунов	29
3.4 Влияния модификаторов на микроструктуру и механические свойства.....	32
3.5 Способы модификации.....	34
3.6 Применение отходов металлургического производства в качестве модификаторов.....	35
3.7 Выбор модификатора для обработки сплава для отливки «Водило».....	36
4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНEDЕЯТЕЛЬНОСТИ	
4.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	37
4.2 Вредные вещества.....	38

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

22.03.02.2017.851.00 ПЗ

Лист	3
------	---

4.3 Микроклимат.....	40
4.4 Безопасность производственных процессов и оборудования.....	41
4.5 Пожаровзрывобезопасность.....	45
4.6 Шум.....	47
4.7 Вибрация.....	47
4.8 Охрана природной среды.....	48
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	49
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	50

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

22.03.02.2017.851.00 ПЗ

Лист
4

ВВЕДЕНИЕ

Производство чугунных отливок является одним из наиболее распространых способов получения заготовок для целей машиностроения металлургии и других областей промышленности. Коэффициент выхода при данном способе производства составляет от 70 до 95%). Литая звгтовка обладает высокой степень близости к готовому продукту , что позволяет снизить затраты на механическую обработку. Применение соременных способов формообразования позволяет снизить общие затраты на производство форм, а также снизить влияние вредных факторов на окружающую среду .

Обработка модификаторами серых чугунов позволяет получить материал с высокими механическими и эксплуатационными характеристиками отливки.

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

22.03.02.2017.851.00 л3

Лист
5

1 СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА РОССИИ

Литейное производство России является основной заготовительной базой машиностроительного комплекса и занимает лидирующее положение среди заготовительных баз, таких как сварка и кузница. При получении литых заготовок коэффициент использования металла составляет (от 70 до 95%). Технологическая возможность получения сложных по конфигурации и геометрии литых заготовок с внутренними полостями позволит литейному производству и в дальнейшем сохранить свое ведущее положение среди заготовительных производств. Литейное производство является наиболее наукоемким, энергоемким и материалоемким, позволяющее получать высококачественные заготовки из черных и цветных сплавов развесом от нескольких граммов до 180 тонн. Последние достижения в разработке новых технологических процессов, оборудования и материалов позволили повысить прочностные и эксплуатационные характеристики сплавов в отливках на 8...10%, повысить размерную и геометрическую точность, чистоту поверхности, снизить припуски на механическую обработку и улучшить товарный вид.[1]

Учитывая экономическую целесообразность, литые заготовки широко используются в различных отраслях промышленности: автомобильной и тракторной – 57%, тяжелом и энергетическом машиностроении – 10%, дорожном и коммунальном – 9%, химическом и нефтегазовом 14%, электротехническом – 4%, станкостроении и приборостроении – 3%, другие отрасли – 3%.

Объемы производства литых заготовок зависят от выпуска отечественной машиностроительной продукции.

По экспертной оценке в литейном производстве России насчитывается около 1120 предприятий, которые произвели в 2014 г. 4,2 млн. тонн литых заготовок из черных и цветных сплавов, 12 (в том числе малых), производящих литейное оборудование и запасные части, около 50 предприятий (в том числе малых) которые производят сопутствующие материалы для литейного производства, таких

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

22.03.2017.851.00 л3

Лист
6

как краски и покрытия, связующие материалы и стабилизаторы, пески и глины, лигатуры и ферросплавы для модификации и легирования литейных сплавов. В литейном производстве занято около 285 тыс. человек, в том числе 92 рабочих, 3% экономистов и менеджеров, 4,8% инженерных и 0,2% научных работников. Выпуск отливок на одного работающего в 2014 г. составил около 14,39 тонн в год

В настоящее время в России имеется три завода, которые производят литейное оборудование: АО "Сиблитмаш", АО "Амурлитмаш", ООО "Литмашприбор" и малые предприятия: ООО "Униреп-Сервис", ООО "Тебова НУР", ЗАО "Литаформ", АО "КТИАМ". Плавильные печи производят ЗАО "РЭЛТЕК", г. Екатеринбург, АО "Электротерм-93" г. Саратов, АО "Новозыбковский завод электротермического оборудования", ООО "Курай", г. Уфа, ЗАО № 111 "Электротехнология" г. Екатеринбург и др.

Однако они не полностью удовлетворяют потребность литейных цехов и заводов. В России не производится следующее оборудование:

- автоматические и механизированные линии для изготовления безопочных форм из песчано-глинистых и холоднотвердеющих смесей;
- машины для изготовления форм из песчано-глинистых смесей с размером опок от 400x500мм до 1200x1500мм;
- машины для изготовления литейных стержней по горячей и холодной оснастке;
- оборудование для покраски литейных форм;
- смесители периодического и непрерывного действия для приготовления холоднотвердеющих смесей производительностью более 10 т/час;
- 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;
- оборудование для регенерации холоднотвердеющих смесей. Производится неполная гамма машин для литья под высоким давлением.

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

22.03.02.2017.851.00 л3

Лист
7

В связи с этим в ближайшие 5 – 10 лет недостающее оборудование будет закупаться у зарубежных фирм Германии, Италии, США, Японии, Турции, Дании, Англии, Чехии, Франции и др.

Одним из основных направлений развития литейного производства является строительство новых и реконструкция старых 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.

Внедрение перспективных технологий

Плавка и внепечная обработка 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, обеспечивающих стабильно заданный химсостав и температуру нагрева для проведения эффективной внепечной обработки. В последние годы выпуск отливок из высокопрочного чугуна с шаровидной формой графита вырос на 7,5 % (рис.1) за счет снижения производства отливок из серого, ковкого и специального чугунов и стали.

Для плавки чугуна перспективными являются: Индукционные тигельные печи средней частоты емкостью до 10-15 тонн. Такие печи производят отечественные фирмы: ЗАО "РЭЛТЕК", г. Екатеринбург, ОАО "Электротерм-93", г. Саратов, ОАО "Новозыбковский завод электро-термического оборудования", ООО "Курай", г. Уфа, ЗАО НЛП "Электро-технология", г. Екатеринбург и др., а также иностранные фирмы АВР, Юнкер (Германия), "Индуктотерм", "ЭГЕС", Турция, которые нашли наиболее широкое распространение в России.

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

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

22.03.02.2017.851.00 ПЗ

Лист
8

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

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, вакуум-пленочная формовка, литье по газифицируемым моделям и др.

Основными методами динамического уплотнения являются: пескодувно-прессовый, воздушно-импульсные низкого давления, сеатцу-процесс, высокоскоростное дифференциальное прессование и их сочетания.

Формовочные машины в России изготавливает АО "Сиблитмаш", АО "Литмашприбор", в Беларуси - институт "БЕЛНИИЛИТ". Зарубежное формовочное оборудование закупается в фирм: "Диса" (Дания), "ХВС", Кюнкель Вагнер (Германия), "Савели" (Италия) и др.

Для получения качественных отливок в песчано-глинистых формах в России имеются необходимые исходные материалы: пески, бентониты, глины, которые выпускаются ООО "Бентонит Хакасский, Миллеровским", Серпуховским и Воронежским ГОК, ЗАО "Балашейские пески" и др.

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

Серьезной проблемой литейного производства остается экология, так как при производстве 1 тонны отливок из черных и цветных сплавов выделяется около 50 кг пыли, 250 кг окиси углерода, 1,5...2,0 кг окиси серы, 1 кг углеводородов. Не менее важной проблемой является утилизация твердых отходов литейного производства, из которых 90 % составляют отработанные формовочные и стержневые смеси, которые относятся к 4-й категории опасности. В связи с этим сегодня с экологической и экономической точки зрения обязательно необходима регенерация отработанных смесей на местах их образования. Регенерационные

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

22.03.02.2017.851.00 ПЗ

Лист
9

установки для восстановления смесей, особенно ХТС, покупаются за рубежом, которые поставляются вместе со смесеприготовительными и формовочными установками фирмами АйМФ, ДИСА, Кюнкель-Вагнер и др. Имеется и отечественное регенерационное оборудование, комплекс которого выпускает ОАО «КТИАМ», г.Челябинск.

Одной из основных задач является создание научной базы развития литейной технологии. За последние годы резко сократилось число научных работников, и в настоящее время составляет 0,2 % от всех работающих в литейном производстве. В 1990 г число научных работников составляло 8,5 %. Практически все отраслевые научно-исследовательские институты и отделы литейного профиля распались, частично или полностью ликвидированы после приватизации. Прикладные научные исследования не проводятся, которые так необходимы при реконструкции литейных производств и разработке новых технологических процессов. Связь науки с производством нарушилась.

Краткий анализ состояния литейного производства России и освоения перспективных технологических процессов, оборудования и материалов показывает, что в последние годы повышается качество отливок из черных и цветных сплавов, проводится реконструкция старых и строительство новых литейных цехов с освоением перспективных технологических процессов, решаются вопросы улучшения экологической ситуации в литейном производстве. В реконструируемых цехах около 70 % устанавливаемого оборудования – современное оборудование зарубежных фирм. В современных условиях отсутствия централизованного управления промышленностью большое значение в консолидации научно-технического потенциала ученых, инженеров и работников предприятий, координации их деятельности играют общественные организации, в том числе и Российская ассоциация литейщиков (РАЛ). В структуре РАЛ 48 региональных отделений, 14 научно-технических комитетов, которые возглавляют известные ученые и специалисты в области литейного производства. РАЛ имеет свой печатный орган – журнал «Литейщик России», который издается и

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

22.03.2017.851.00 л3

Лист
10

распространяется через агентства "Роспечать", "АПР", "Урал-пресс", внесен в список литературы ВАК РФ, рекомендуемый для публикаций материалов, представляемых к защите докторских и кандидатских диссертаций.

РАЛ имеет свой сайт ruscastings.ru, который является лучшим в Европе по литейному производству.

Надеемся, что совместными усилиями ученых, инженерно-технических и производственных работников предприятий, НИИ и ВУЗов нам удастся освоить в производстве новые технические решения, позволяющие резко повысить качество литых заготовок и обеспечить их конкурентоспособность на мировом рынке.

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

22.03.02.2017.851.00 ПЗ

Лист
11

2 ТЕХПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ «Водило»

2.1 Анализ технологичности изготовления отливки

Деталь работает в условиях фрикционного износа и не испытывает значительных механических нагрузок, имеет достаточно сложную конфигурацию. Деталь не подвержена абразивному износу, поэтому изготавливается из чугуна марки СЧ20 ГОСТ 1412- 85. Кимический состав СЧ20 приведен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Химический состав в % материала СЧ20 ГОСТ 1412 - 85

C	Si	Mn	S	P
3,3 … 3,5	1,4 … 2,4	0,7 … 1	до 0,15	до 0,2

Анализ чертежа детали показывает, что ее конструкция достаточно технологична для изготовления литьем. Деталь имеет непростую конфигурацию с резкими переходами толщин стенок. Внутренние полости оформляются стержнями двумя стержнями. Отверстия диаметром 42 мм целесообразно выполнить механической обработкой. В целом конструкция детали удовлетворяет требованиям технологии литейного производства.

Анализируя технические условия, приходим к выводу, что все они выполнимы при изготовлении отливок из СЧ20.

2.2 Выбор способа изготовления отливки и его обоснование

Анализ технологичности отливки "Водило" позволяет сделать выводы о возможности изготовления ее в песчано-глинистую форму. При изготовлении отливок данной массы и габаритов песчано-глинистая форма является наиболее экономичной, обеспечивая выполнение всех требований технических условий к качеству деталей. Поскольку отливка относится к категории машиностроительного литья, уровень точности, достигаемый при литье в землю, будет вполне достаточным.

По условиям технического задания производство данной отливки является серийным (3000 отливок в год). Для такого характера производства рекомендуется применение наиболее современных способов формообразования. В качестве такого процесса выбираем изготовление песчано-глинистых форм по SEATSU-процессу

(уплотнение воздушным потоком с последующей под прессовкой). Этот способ обеспечивает высокое качество литейных форм, их высокую размерную точность.

Выбор положения отливки в форме в период заливки

От положения отливки в форме в период затвердевания зависит качество и плотность металла отливки, возможность появления дефектов, количество стержней, необходимых для оформления внутренних полостей отливки.

При выборе положения данной отливки в форме во время заливки и затвердевания решающими являются следующие рекомендации:

- тела вращения лучше заливать вертикально (ось вращения тела должна быть перпендикулярна плоскости разъема формы);
- для отливок – тел вращения металл нужно подводить по возможности по касательной к поверхности, не допуская встречных потоков в форме;
- положение отливки в форме должно обеспечить минимальное количество стержней;
- выбранное положение отливки в форме должно обеспечивать принцип направленного затвердевания;
- положение отливки в форме должно быть таким, чтобы литниковая система оформлялась наиболее просто, желательно по плоскости разъема формы;
- ответственные обрабатываемые поверхности нужно располагать внизу, что уменьшит их брак по засорам и неметаллическим включениям.

Наилучшим положением отливки для соблюдения данных условий является расположение осью детали вертикально, что позволит обеспечить принцип направленного затвердевания, наиболее равномерную и спокойную заливку формы, использование всего двух стержней формы, легко оформить литниковую систему, расположить почти все обрабатываемые поверхности согласно рекомендациям. Только одна поверхность располагается вверху

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

22.03.2017.851.00 л3

Лист
13

2.2 Определение поверхности разъема формы

Выбранная поверхность разъема формы должна обеспечивать удобство формовки и сборки литейной формы с точки зрения простоты процесса и экономии времени, минимальное влияние смещения полуформ на качество отливки. При выборе поверхности разъема руководствуются общепринятыми рекомендациями:

- для повышения точности отливки следует располагать её в одной, лучше нижней полуформе;
- при выбранной поверхности разъема модель должна свободно извлекаться из формы;
- необходимо использовать все меры для уменьшения количества стержней;
- поверхность разъема должна быть по возможности плоской;
- фиксирование стержней должно осуществляться в нижней полуформе.

В качестве поверхности разъема формы выбираем плоскость, проходящую через нижнюю поверхность верхнего цилиндра диаметром 321мм., перпендикулярно оси симметрии. Такой вариант наиболее полно удовлетворяет вышеуказанным рекомендациям. Он обеспечивает свободное извлечения моделей из форм, использование двух стержней, получение одной плоской поверхности разъема формы и модели, позволяет изготавливать отливку в двух полуформах. Это существенное упрощение процесса производства в условиях серийного выпуска продукции. Помимо этого, при такой поверхности разъема легко оформляется литниковая система.

2.3 Определение припусков на механическую обработку

Для определения припуска на механическую обработку на каждую поверхность, первоначально необходимо определить общий допуск на соответствующий размер, который включает в себя основной допуск (допуск размера), определяемый из таблицы 1.5 (табл. 1 ГОСТ Р 53464-2009), и дополнительный допуск формы и расположения в зависимости от степени

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

22.03.02.2017.851.00 л3

Лист
14

коробления из табл.(табл. 2 ГОСТ Р 53464-2009), а также допуск неровностей в зависимости от степени точности поверхности из табл. (табл. 3 ГОСТ Р 53464-2009).

Степень точности поверхности задаем, исходя из способа изготовления литейных. С учетом средней сложности отливки, изготавливаемой в серийном производстве, степень точности поверхности составляет 13. Таким образом, точность отливки 11т-8-13-11 ГОСТ Р 53464-2009.

В зависимости от степени точности поверхности определяем также ряд припуска на механическую обработку по т(табл. Е.1 приложения Е ГОСТ Р 53464-2009). Для чугунной отливки со степенью точности поверхности 13 принимаем ряд припуска на механическую обработку 7.

Для данной отливки отношение наименьшего размера элемента к наибольшему составляет 0,06. Учитывая, что отливка из стали изготавливается в разовую форму и подвергается термообработке, степень коробления составляет 8.

Степень точности поверхности задаем, исходя из способа изготовления литейных форм (литье в песчано-глинистые сырье формы из смесей с влажностью от 2,8 до 3,5 % и прочностью от 120 до 160 кПа со средним уровнем уплотнения до твердости не ниже 80 единиц), наибольшего габаритного размера отливки (200 мм), и типа сплава (термообрабатываемые чугуны). С учетом средней сложности отливки, изготавливаемой в условиях массового производства, степень точности поверхности составляет –13. Таким образом, точность отливки 11т-8-13-11 ГОСТ Р 53464 2009. Припуски на механическую обработку приведены в таблице 2.

Формовочные уклоны определяются по ГОСТ 3212-92. Они назначаются с учетом высоты формообразующей поверхности, способа литья, который применяется для изготовления данной детали и материала модельного комплекта.

Отливка изготавливается в песчано-глинистой форме. Модели выполняются из алюминиевого сплава АК-12 (ГОСТ 1583-93).

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

22.03.02.2017.851.00 ПЗ

Лист
15

Формовочные уклоны, в соответствии с ГОСТ 3212-92, для отливки "Водило", в зависимости от высоты формообразующей поверхности, составят от 35' до 1°10'. Припуски на механическую обработку приведены в таблице 2.2

Таблица 2.2 – Припуски на механическую обработку

Класс размерной точности	11т					
Номинальный размер, мм	Ø321	120	Ø300	Ø280	42	Ø130
общий допуск на размер, мм	5+2+0,8 5,6	4+0,64+0,8 4	5+1,6+0,8 5,6	5+1,6+0,8 5,6	3,2+0,64+0,8 3,2	4+0,8+0,8 4,4
Шероховатость (Ra)	20	2,5	20	20	5	20
Вид окончательной мех. обработки	черновая	чистовая	черновая	черновая	чистовая	черновая
Степень точности поверхности	13	13	13	13	13	13
Ряд припусков на обработку	7	7	7	7	7	7
Припуск на сторону	3,9	5,1	3,9	3,9	4,1	3,2

2.4 Определение размеров стержневых знаков

Размеры стержневых знаков определяются по ГОСТ 3212-92. В производстве данной отливки применяется два стержня горизонтального расположения. Согласно ГОСТ 3212-92 для горизонтального стержня высотой 65 мм и средним размером в сечении 150 мм длина знака составит 33 мм поскольку знаков более двух, зазоры между стержнем и формой для металлического комплекта оснастки - 0,8 мм. Аналогично для второго стержня длина знака 40 мм. Уклоны на знаках согласно ГОСТ 3212-92 составляют 9°.

2.5 Выбор типоразмера опок

Размеры используемых опок назначаются, исходя из габаритных размеров детали и рекомендаций по толщине формовочной смеси на различных участках форм. Расстояние от верха модели до верха опоки 50 мм, от низа модели до низа опоки 60 мм, от модели до стенки опоки 30 мм, между моделями 40 мм, между

моделью и шлакоуловителем 30 мм. Габариты опок для производства данной отливки – 650x520x250/250.

2.6 Разработка конструкции и расчет литниковой системы

Наиболее простым и экономичным способом подвода металла в полость является подвод металла по разъему. Применительно к данной отливке и выбранному положению ее при заливке подвод металла по разъему способствует созданию условий для направленного затвердевания отливки.

Для определения размеров каналов литниковых систем воспользуемся методикой расчета при заливке форм из чайnikого ковша.

Оптимальную продолжительность заливки формы определим по формуле:

$$\tau_{\text{опт}} = S_1 \sqrt[3]{\delta G} \quad (1)$$

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

S_1 – 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 в форме, кг

Вычислим массу жидкого металла:

$$G = G_{\text{отл}} + G_{\text{л.с.}}$$

где $G_{\text{отл}}$ – масса отливки, , $G_{\text{л.с.}}$ – масса литниковой системы.

$$G_{\text{отл}} = V_{\text{отл}} * \rho_{\text{Ме}} = 3040 * 6,8 = 21000 \text{ г}$$

Массу литниковой системы примем 7% от массы отливки.

$$G = 21 + 21 * 0.07 * 21 = 22,5 \text{ кг}$$

Вычислим оптимальное время заливки по формуле (1):

$$\tau_{\text{опт}} = 1,8 \cdot \sqrt[3]{20 \cdot 22.5} = 14 \text{ с.}$$

Определим среднюю скорость подъема уровня металла в форме в процессе заливки $V_{\text{ср}}$ по формуле:

$$V_{\text{ср}} = \frac{C}{\tau_{\text{опт}}} \leq V_{\text{доп}} \quad (2)$$

где C – высота отливки над питателями;

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

22.03.02.2017.851.00 ПЗ

Лист
17

$V_{\text{доп}}$ – минимально допустимая скорость подъема уровня металла в форме
(для $\delta = 20$ мм, $V_{\text{доп}} = 20 \dots 10$ мм/с)

Высота отливки с прибылью С = 290мм.

По формуле (2) :

$$V_{\text{ср}} = \frac{130}{14} = 9,28 \text{ мм/с.}$$

Полученное значение $V_{\text{ср}}$ не удовлетворяет допустимому интервалу скорости $V_{\text{доп}}$,

Принимаем $V_{\text{ср}} = 14$ мм/с

$$\tau_{\text{опт}} = 9 \text{ с}$$

Следующий этап – расчёт узкого места.

Суммарная площадь самого узкого сечения литниковой системы находится по формуле:

$$F_{\text{уз.ф}} = \frac{G}{\tau_{\text{опт}} \rho \mu_{\phi} \sqrt{2gH_{\text{ср}}}}; \quad (3)$$

где $F_{\text{уз.ф}}$ – суммарная площадь узкого сечения литниковой системы на одну отливку, м²

μ_{ϕ} – общий гидравлический коэффициент сопротивления формы, для сырых форм с большим сопротивлением 0,32;

$H_{\text{ср}}$ – средний металlostатический напор в форме, вычисляется по формуле:

$$H_{\text{ср}} = H - \frac{P^2}{2C} \quad (4)$$

где H – высота от воронки до питателей, 200мм; Р- высота отливки над питателями, 40мм; С – высота отливки по положению в форме, 150 мм.

$$H_{\text{ср}} = 229 - 0 = 229 \text{ мм}$$

Рассчитаем самое узкое сечение литниковой системы по формуле (3):

$$F_{\text{уз.ф}} = \frac{22,5}{9 \cdot 6800 \cdot 0,35 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,229}} = 5 \cdot 10^{-4} = 5 \text{ см}^2.$$

В производстве мелких (до 100кг) отливок из чугуна применяют сужающиеся (заполненные) литниковые системы. Для сужающихся литниковых систем $F_{\text{уз.ф}}$

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

22.03.02.2017.851.00 ПЗ

Лист
18

является суммарным сечением питателей для отливки. При подводе металла к отливке через один питатель его площадь равна площади узкого места. Так как в форме будет располагаться две отливки на каждую по 2 питателя, то суммарная площадь питателей будет равна $F_{уз.ф}$.

Для заполненных литниковых систем при производстве мелких чугунных отливок: $\sum F_{пит} : \sum F_{шл} : \sum F_{ст} = 1:1,1:1,2$.

где $\sum F_{пит}$ – суммарная площадь питателей;

$\sum F_{шл}$ – площадь шлакоуловителя;

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

Соотношение (7) должно выполняться для всей формы. Тогда площадь шлакоуловителя и стояка:

$$\sum F_{шл} = 1,1 \cdot 5 = 5,5 \text{ см}^2; F_{шл} = 5,5 \cdot 1 = 5,5 \text{ см}^2;$$

$$\sum F_{ст} = 1,2 \cdot 5 = 6 \text{ см}^2; F_{ст} = 6 \cdot 1 = 6 \text{ см}^2.$$

Зададимся сечениями питателей, шлакоуловителя и стояка.

Выберем нормальный тип высокий в сечении трапециевидной формы.

Площадь трапеции найдем по формуле $F = 1,23a^2$, отсюда:

$$a = \sqrt{1,23} = \sqrt{\frac{2,5}{1,23}} = 1,42 \text{ см}$$

Тогда $b = 0,7 \cdot a = 1,42 \text{ см}$;

$h = a = 2,07 \text{ см}$.

Эскиз сечения питателя представлен на рисунке 2.1.

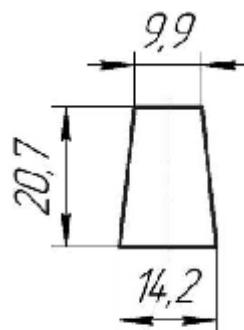


Рисунок 2.1 – Эскиз сечения питателя

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

22.03.02.2017.851.00 л3

Лист
19

$F_{шл} = 5,5 \text{ см}^2$. Сечение шлакоуловителя представляет трапецию и его площадь определяется по той же формуле, что и для питателя $F_{шл} = 2,35a^2$, тогда

$$a = \sqrt{\frac{F_{шл}}{2,35}} = \sqrt{\frac{5,5}{2,35}} = 1,53 \text{ см}$$

тогда $b = 0,8a = 1,24\text{см}$;

$$h = a \cdot 2,6 = 4,0\text{см}.$$

Эскиз сечения шлакоуловителя представлен на рисунке 2.2.

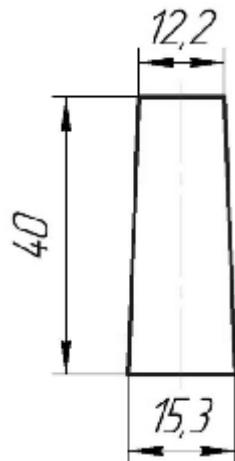


Рисунок 2.2 – Эскиз сечения шлакоуловителя

Площадь сечения стояка определим по формуле:

$$F_{ст} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{ст}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 6}{\pi}} = 2,76 \text{ см.}$$

Эскиз сечения стояка представлен на рис. 2.3.

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

22.03.02.2017.851.00 ПЗ

Лист
20

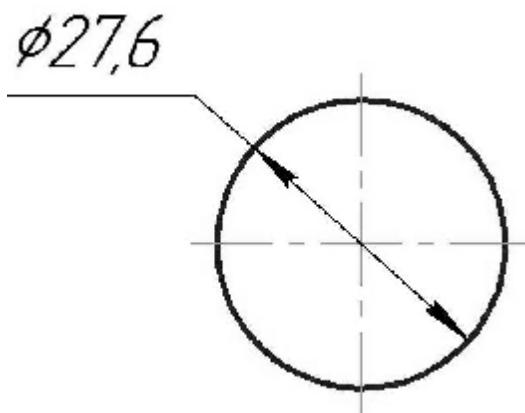


Рисунок 2.3 – Эскиз сечения стояка

2.7 Выбор состава формовочных и стержневых смесей и красок

Изготовление данной отливки происходит в песчано-глинистой форме, форма изготавливается по SEATSU-процессу. Для чугунных отливок при использовании подобных методов формообразования рекомендует следующий состав формовочной смеси :

- оборотная смесь 92.. .95% масс;
- песок 2K₂O₂3 ГОСТ 2138-91 5... 8% масс;
- бентонитовая глина ГОСТ 28177-89 1,2.. .2,0% масс;
- крахмалитовая добавка 0,05.. .0,1% масс.

Свойства формовочной смеси:

- прочность при сжатии 0,16...0,21 МПа;
- влагосодержание: 3,1.. .3,3%;
- газопроницаемость, не менее: 100 ед.;
- общее содержание мелочи: 11.. .13%;
- содержание активного бентонита: 7,0...8,0%.

Практика производства формовочных смесей на основе бентонитовых глин показывает, что есть два способа введения глины в формовочную смесь: в виде порошка и в виде водной суспензии. Причем, исходя из технологических

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

22.03.02.2017.851.00 л3

Лист
21

особенностей SEATSU - процесса, применение бентонитовых суспензий весьма затруднено: данная формовочная смесь характеризуется высокими прочностными характеристиками, что связано с использованием высококонцентрированных бентонитовых суспензий, однако суспензии таких бентонитов уже при содержании 10...12 мас. % твердой фазы образуют высоковязкие структуры, что не позволяет перекачивать их по трубам. Поэтому в рамках данного технологического процесса будет использоваться введение бентонита в виде порошка.

Для такого способа приготовления формовочной смеси целесообразно использовать турбинный смеситель SAM-3 фирмы GEORG FISCHER-DISA. Принцип его работы заключается в следующем: в емкости смесителя вращается турбина, к которой прикреплен приводимый во вращение индивидуальным электродвигателем венец в виде набора звездочек с четырьмя зубьями. Технические характеристики смесителя SAM-3:

- производительность – 30 т/час;
- объем однократной загрузки – 750 кг;
- время смешения – 90 с;
- мощность привода: ротора – 45 кВт.

Порядок подачи компонентов в смеситель:

- оборотная смесь;
- песок кварцевый;
- бентонит;
- крахмалит.

Порядок приготовления: сухие компоненты (оборотная смесь и песок кварцевый) перемешать в течение 20...30 с, затем засыпается бентонит, потом подается вода. Общая продолжительность перемешивания - не менее 90 с.

При недостаточной прочности смеси увеличить время перемешивания. При недостаточной газопроницаемости - увеличить освежение песком. При избыточной прочности уменьшить содержание глины в суспензии.

Для изготовления стержней выбран ВЕТА-SET процесс. Связующим для него

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

22.03.2017.851.00 л3

лист
22

является щелочной резольный полифенолят, отвердителем - метилформиат. Для этого процесса характерна хорошее качество литой поверхности, малое термическое расширение смеси, благоприятная экологическая обстановка на рабочих участках, отсутствие азота и серы в связующем. Состав стержневой смеси приведен в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Состав стержневой смеси по ВЕТА-SET процессу

Компоненты смеси	Количество
Песок 1К ₃ O ₃ 025 ГОСТ 2138-91	100 % масс.
Щелочной полифенолят	2,0... 1,8 масс. % сверх 100
Отвердитель метилформиат	35 масс. % от массы

Свойства стержневой смеси:

- прочность при растяжении через 1 час – 0,6...0,8 МПа;
- прочность при растяжении через 4 часа – 1,2... 1,4 МПа;
- прочность при растяжении через 24 часа – 1,5... 1,8 МПа;
- газотворность – менее 15 см³/г;
- осыпаемость через 24 часа – менее 0,1%;
- живучесть – 5 – 6 мин;

При формовке неизбежна адгезия (прилипание) формовочной смеси к оснастке, которая приводит к износу оснастки и разрушению поверхности форм. Уменьшение адгезии достигается при применении разделительных смазок. Для песчано-глинистых смесей «по-сырому» рекомендует следующий состав разделительной смазки, приведенный в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Состав разделительной смазки

Компонент	Содержание, в %
Машинное масло	85 ...90
Графит серебристый (ГОСТ 5279-74)	10 ...15

С целью предупреждения пригара на необрабатываемых поверхностях детали следует применять противопригарное покрытие стержней. Для окраски стержней используем водное покрытие Zirkopal на основе циркониевого силиката фирмы Uralchimplast Huttenes-Albertus.

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

22.03.2017.851.00 л3

лист
23

2.8 Разработка технологии сборки и заливки форм

Формы изготавливаются по SEIATSU-процессу на автоматической линии фирмы HWS (Германия) с формовочной машиной HSP-1D проходного типа производительностью (паспортной) 60 форм в час. Форма изготавливается в двух опоках 650x500x250/250 мм. Все основные операции на данном агрегате (очистка и смазка модельной плиты, формообразование, съем полуформы, сборка форм) автоматизированы.

Стержни изготавливаются по BETA-SET процессу на стержневом автомате фирмы LAEMPE модель LFB-25 с автоматической заменой модельной оснастки.

Технология плавки чугуна в индукционных тигельных печах промышленной частоты.

Плавку чугуна ведут в Индукционной плавильной печи типа ИЧТ2,5/1C4. Технические характеристики печи типа ИЧТ-2,5/1 С4 приведены в таблице 2.4

Таблица 2.4 – Технические характеристики индукционной плавильной печи типа ИЧТ-2,5/1 С4

Наименование параметра	Значение
Мощность, установленная, кВт	1000
Мощность потребляемая, кВт	990
Емкость номинальная, т	2,5
Частота тока, Гц	50
Число фаз питающей сети	1
Номинальное напряжение, В: питающей сети на индукторе	6000 или 10000 1000
Температура перегрева металла, ° С: номинальная максимальная	1400 1550
Производительность по расплавлению и перегреву, т/ч	2,0

Продолжение Таблицы 2.4 – Технические характеристики индукционной плавильной печи типа ИЧТ-2,5/1 С4

Масса металлоконструкций электропечи, т	12,1
Масса электропечи (комплекса), т	26,0
Расход охлаждающей воды, м/ч	9,5

Плавку чугуна в тигельной печи следует вести с болотом. Масса «болота» должна составлять не менее 25...30% массы номинальной садки металла в тигле печи.

Плавка начинается с загрузки составляющих шихты при наличии «болота» или расплавленного пускового слитка и отключенной печи в следующей последовательности: на зеркало расплавленного металла загружают карбюризатор в количестве 60...70% от рассчитанного, затем стальной лом или стальную стружку, лом чугунный или чугунную стружку и в последнюю очередь отходы собственного производства. Все загруженные шихтовые материалы должны быть сухими. Перед загрузкой в печь кусковую металлическую шихту рекомендуется подогревать до 350...650 °C, а стружку до 150...250 °C. Кусковую шихту необходимо загружать осторожно, чтобы не повредить футеровку тигля; не следует бросать тяжелые куски с большой высоты.

Расплавление шихты необходимо вести форсированно, но не превышая предельно допустимого значения. После полного расплавления шихты и удаления шлака вводят в печь оставшуюся часть карбюризатора и необходимое с учетом угла количества ферросплавов и, если нужно, догружают печь возвратом собственного производства.

Металл в печи перегревается до заданной температуры, скачивается шлак в шлаковню, и измеряется температура термопарой погружения. Отбираются пробы на экспресс-анализ для определения химического состава, пробы на отбел и твердость. После получения результатов анализа проб производится (при необходимости) корректировка химического состава и температуры.

В случае доводки химического состава по углероду температура металла

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

22.03.2017.851.00 ПЗ

Лист
25

должна быть не ниже 1450 °С.

По окончании корректировки отбирают пробы для повторных исследований. После получения удовлетворительных результатов доводят температуру металла до 1450 °С. Выпуск металла из печи производится в хорошо приготовленные и разогретые ковши. Температура металла в ковше перед заливкой 1380-1320 °С.

После заливки формы охлаждаются на охладительной ветви формовочной линии в течение 30...40 мин, далее отливки выбиваются из форм на вибрационной решетке. После выбивки отливки проходят обрубку от литниково-питающей системы в ручную кувалдой или огневой резкой, контроль дефектов и термообработку. Желательно, чтобы на отливке перед термообработкой оставался небольшой слой формовочной смеси. Таким образом, она будет частично препятствовать окислительному действию атмосферы термической печи на поверхность отливки. Далее проводят отчистку отливок от пригаря, остатков формовочной и стержневой смеси с наружных и внутренних поверхностей отливок в дробеметном барабане мод. 42233 («Амурлитмаш»).

2.9 Охлаждение, обрубка, зачистка отливок

После затвердевания отливку выдерживают в форме для охлаждения до температуры выбивки. Чем выше температура выбивки, тем короче технологический цикл изготовления отливки и больше производительность формовоочно-заливочного участка. На воздухе отливки охлаждаются быстрее, чем в форме..

Длительная выдержка, в форме с целью охлаждения до низкой температуры нецелесообразна с экономической точки зрения, так как удлиняет технологический цикл, изготовления отливки. Поэтому выбивку следует производить при максимально допустимой высокой температуре. чугунные отливки рекомендуют охлаждать в форме, – до 400...500 °С.

Выбивку выполняют на механических выбивных решетках.

Окончательной операцией является зачистка, ее выполняют шлифовальными

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

22.03.02.2017.851.00 ПЗ

Лист
26

машинками. Используют подвесные обдирочно-шлифовальные станки. Зачистку поверхности проводят для проведения визуального определения дефектов отливки.

2.10 Контроль качества отливок

При изготовлении отливок производится большой комплекс работ по технологическому контролю на всех стадиях получения отливки. Контролю подвергаются исходные формовочные и шихтовые материалы, свойства формовочных и стержневых смесей, химсостав сплава, температура металла на выпуске из плавильной печи при заливке металла.

Качество отливок должно соответствовать требованиям технических условий. После обрубки и очистки отливки подаются для проверки на участок ОТК. Там проверяются размеры по чертежу отливки при помощи линейки, штангенциркуля, геометрия отливки проверяется при помощи шаблонов. Производится визуальный осмотр отливки для выявления поверхностных дефектов. После этого отливка взвешивается и отправляется на склад готовой продукции.

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

22.03.02.2017.851.00 ПЗ

Лист
27

3 МОДИФИЦИРОВАНИЕ СЕРЫХ ЧУГУНОВ

3.1 Процесс модификации

Модификация чугунов имеет большое значение в литейном производстве при получении качественных отливок. Для достижения требуемых механических свойств жидкий чугун должен иметь точной химически состав и содержать подходящую подложку, стимулирующую процесс образования требуемой формы графита при кристаллизации.

Модификация – метод регулирования процесса кристаллизации основанный на введении небольших количеств добавок для измельчения зерна. В настоящее время применение этого способа в литейных цехах является общепринятым.

Главной задачей при модификации чугунов является увеличение числа эффективных зародышей для кристаллизации графитной составляющей. Эффективное инокулирующее модификация, создавая дополнительные активные центры зарождения и роста графитной эвтектики позволяет предотвратить образование цементита даже в тонкостенных отливках из чугунов с пластинчатой формой графита.

По классификации П.А. Рединдера модификаторы делятся на добавки вносящие в расплав дисперсные твердые частицы и поверхностно-активные добавки. К первой группе в первую очередь следует отнести оксиды (а также нитриды, карбиды, сульфиды и свободный графит) [13]. Во вторую группу модификаторов входит Si.

Механизм действия модификаторов весьма разнообразен и заключается либо в образовании поверхностной пленки на вынужденных зародышах (модификация I рода), что уменьшает скорость их роста, увеличивает переохлаждение ΔT и количество зародышей и измельчает, а также изменяет форму растущего графита, либо в образовании дополнительных вынужденных зародышей (модификация II рода), что увеличивает их количество и

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

22.03.02.2017.851.00 л3

Лист
28

измельчает графит, несмотря на уменьшение ΔT , а значит, и увеличение их критического размера, либо в образовании карбидов, легко распадающихся во время или после затвердевания (так называемый «карбидный эффект» или «самоотжиг»), что ведет к образованию шаровидного графита (ШГ). Модифицирование введет к качественному изменению в процессе кристаллизации, при этом химический состав практически не изменяется.

Наиболее широко в качестве модификатора распространены лигатуры на основе ферросилиция. При этом модифицирующая способность чистого кремния дает меньший эффект, если в расплаве ни присутствуют элементы образующие тугоплавкие оксиды (Al, Ca, Zr, Ba)

Существует несколько теорий объясняющих процесс модифицирования.

В одной из наиболее старых теорий ведущая роль отводится подобию кристаллической решетки графита и некоторых включений, в первую очередь SiO_2 . В этом случае чугун предназначенный для модифицирования был богат кислородом, благодаря чему создаются благоприятные условия для образования оксидных зародышей.

Согласно другой теории Si сдвигает эвтектическую точку чугуна. Вследствие этого в локальных объемах металла, где растворился модификатор достигается заэвтектический состав чугуна. В этих объемах происходит выделение первичного графита, служащий зародышами для роста эвтектического графита.

Следующая теория рассматривает раскисляющее действие добавок как основную причину изменения кристаллизации чугунов.

В целом введение в расплав модификаторов не только модифицирует металл, но также и раскисляет, десульфурирует, дегазирует и микролегирует. Кроме того, графитизирующее модифицирование, как правило, снижает склонность чугуна к усадке при его кристаллизации.

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

22.03.02.2017.851.00 ПЗ

Лист
29

3.2 «Старение» модифицирующего эффекта

Под старением понимается постепенное снижение модифицирующего эффекта при длительной выдержке модифицированного металла. Карбиды, формирующиеся при длительной выдержке перед заливкой формы приводят к ухудшению структуры чугуна . Причиной «старения» является укрупнение и рост полученных в результате модифицирования включений, называемое также эффектом Оствальда–Рипайнинга.

«Старения» протекает очень быстро и начинается сразу же после проведения модифицирования. Скорость «старения» модифицирующего эффекта напрямую связана со скоростью диффузии элементов-модifikаторов в жидком металле.

Рисунки 3.1 и 3.2 иллюстрируют явление «старения».

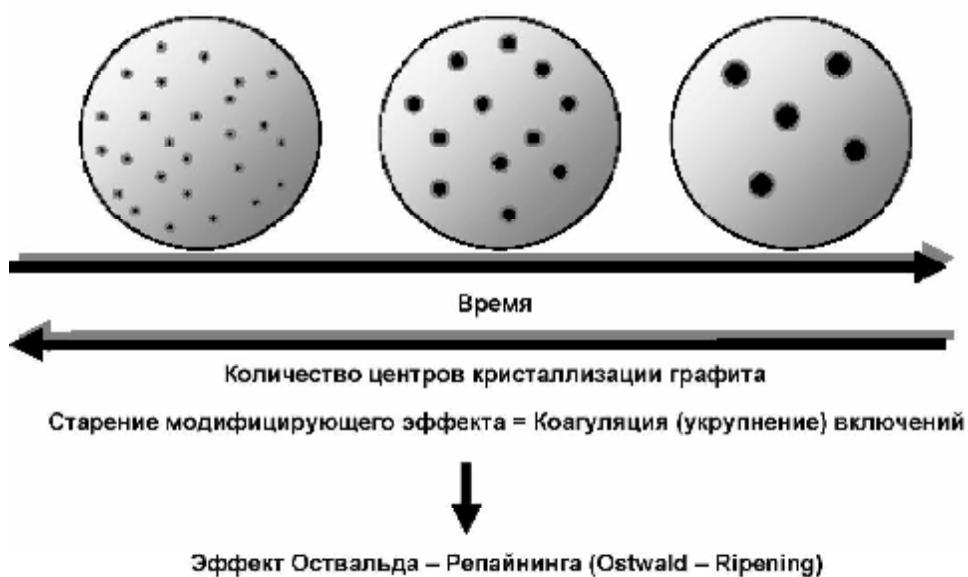


Рисунок 3. 1 – Старение модифицирующего эффекта

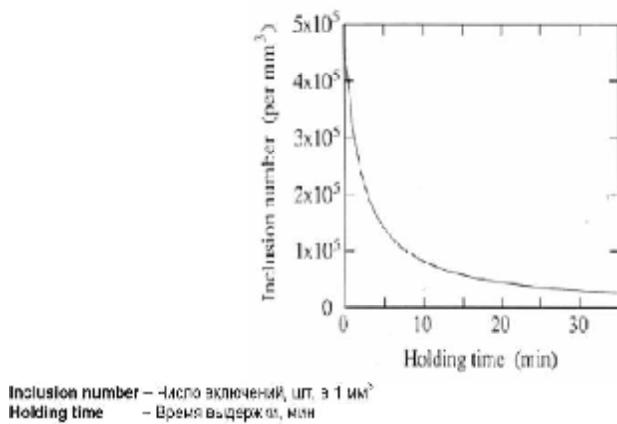


Рисунок 3.2 – Расчетное уменьшение количества центров кристаллизации графита как функция от времени выдержки сплава после проведения модификации

3.3 Модификаторы серых чугунов

Современных модификаторов очень много. Только графитизирующих присадок насчитывается около 150. Основная часть графитизирующих и сфериодизирующих модификаторов изготавливается на железокремниевой, никелевой, медной и других основах.

В производстве отливок из серого чугуна (СЧ) применяются, главным образом, графитизирующие модификаторы для устранения отбела и измельчения графита, а иногда для получения вермикулярного графита. Химический некоторым графитизирующим модификаторам приведен в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Состав комплексных модификаторов для графитизирующей обработки чугуна

Марка	Химический состав, мас.%					
	Si	Ba	Al	Mg	PЗМ	Прочие
ФС75Ба1	70...80	0,5...2,0	До3	-	-	-
ФС75Ба4	70...80	2,0...7,0	До3	-	-	-
ФС65Ба1	60...70	0,1...2,0	До3	-	-	-
ФС65Ба4	60...70	2,0...5,0	До3	-	-	-
ФСМг1 АЗФ	60...65	-	До 1,2	0,5...1,5	0,5...3	0,5...2 Ca 1,5...2 Ca
Инокулой 63	75	4...6	1...1,5	-	-	9...12 Мп
Суперсид	70...77	-	0,5	-	-	0,6...1,0 Sr

Продолжение таблицы 3.1 – Состав комплексных модификаторов для графитизирующей обработки чугуна

Ноклад 2	45...77	-	1,3...1,8	-	-	0,75...1,25 Ca 0,25...1,0 Zr
Ноклад 87	45...49	-	0,5...1,2	-	5...6	0,2...0,7 Ca
Ноклад 18M	65...70	-	0,8...1,5	1,25...1,75	0,05...0,15	0,2...0,5 Ca

Ферросицилий

С помощью ФС в расплав вводится кремний, который оказывает сильное влияние на объемную долю графита в чугуне. В отдельном виде ферросилиций в настоящее время практически не применяется. Для дальнейшего повышения свойств чугуна было разработано много модификаторов и способов модифицирования, предусматривающих применение ферросилиция с добавками других веществ – смесей ФС с РЗМ, кальцием, барием, магнием, натрием и калием. Часто щелочные и щелочноземельные металлы применялись в виде карбонатных, соединений (пotaш, сода, известняк и др.). В настоящее время промышленным способом изготавливают широкий класс модификаторов для инокулирующей обработки серых и высокопрочных чугунов, полученных преимущественно на основе ферросилиция. В таблице 3.2 приведены модификаторы для серого чугуна фирмы Foseco .

Таблица 3.2 – Модификаторы на основе ФС производимые фирмой Foseco

INOCULIN 25	65 % Si , Ca ,Al Zr , Mg
INOCULIN 80	75 % Si , Ca ,Al Zr

Силикобарий

Сплавы ферросилиция с барием (ТУ 14-5-160- 84) являются эффективными графитизирующими модификаторами. Вместе с тем, не существует четких рекомендаций по оптимальному содержанию Ва в составе модификаторов. Отмечается более сильный графитизирующий эффект, позволяющий в 1,5-2,0 раза снизить расход модификатора, и значительная устойчивость

графитизирующего воздействия при выдержке расплава, что имеет важное значение в практике работы литейных цехов.

При сравнении действия ферросилиция ФС75 с ферросиликобарием различных составов установили, что применение 0,35 мас.% ФС65Ба 4 позволяет снизить отбел по клину до 0,8 мм. Такие результаты не достигаются даже при добавлении 0,6 мас. % ФС75. На практике при получении поршневых колец и блока цилиндров удалось снизить, при равном графитизирующем эффекте, расход модификатора с 2 до 1,3...1,5 кг для ковша емкостью 1,2 т. Причем ФС65Ба 4 обеспечивает большую временную «живучесть» эффекта модификации до 12...15 мин, а после обработки ФС75 – до 6...10 мин.

Отечественная и зарубежная практика модификации свидетельствует о том, что оптимальное содержание бария не превышает 2...5 мас. % ввиду значительного ухудшения растворимости модификатора при дальнейшем увеличении содержания Ba в нем.

Представляет интерес повышение растворимости и эффективности модификации чугунов с пластинчатым графитом за счет небольших концентраций магния (до 1...2 мас.%) и 0,5...1,5 мас.% РЗМ. Такой модификатор (АЗФ) эффективен при обработке ваграночных чугунов

Углеродосодержащие модификаторы

Для производства в зарубежной и отечественной практике используются также смесевые углеродосодержащие модификаторы. Несмотря на то, что углеродосодержащие присадки могут быть идеальными подложками при кристаллизации графита, их использование требует тщательного подбора оптиимального гранулометрического состава смеси (0,3...2 мм), в которую входят графит, карбид кремния и силикокальций. Применение смесевых модификаторов обеспечивает длительный модифицирующий эффект, однако при этом температура жидкого чугуна должна быть высокой (более 1673 К). Их преимущество, по сравнению с комплексными модификаторами на железокремниевой основе, проявляется в результате меньшего прироста общего

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

22.03.02.2017.851.00 л3

Лист
33

содержания кремния в сплаве и повышения содержания углерода после обработки, что важно, например, при производстве поршневых колец.

Ферросиликомарганцевые модификаторы

Они хорошо растворимы без образования шлака при поздней обработке расплава. Для этой цели на струю металла при заливке форм подают мелкоизмельченный (фракция 0,2...0,7 мм) модификатор на основе ФС65 – ФС75 с 5...9 мас.% Mn .

Экзотермические модификаторы. Представляют собой брикет, состоящий из алюминиевой стружки (30%) и железной окалины (70%). При введении брикетов в ковш они вспыхивают и оказывают модифицирующее действие на серый чугун. При экзотермическом модифицировании доэвтектических чугунов с содержанием кремния 1,45...1,65% при температуре 1300...1350°C удается увеличить предел прочности чугуна на разрыв от 50 до 100 МПа при снижении величины отбела в 3-4 раза по сравнению с чугуном, модифицированным ФС.

Ультрадисперсные модификаторы

Помимо этого в литейном производстве находят свое применение ультрадисперсные модификаторы (УДМ). В частности УДМ применяют для модификации серых чугунов .[6]

УДМ целесообразно применять комплексно, совмещая инокулирующую способность модификатора с процессом микролегирования металлической матрицы. При таком подходе применение УДМ открывает широкие перспективы для разработки новых технологических процессов получения отливок, а также позволяет повысить качество выпускаемого литья.

3.4 Влияние модификаторов на микроструктуру и механические свойства

В результате модификации в расплаве формируется достаточное количество неметаллических включений (потенциальных центров кристаллизации графита), на которых растворенный в чугуне углерод осаждается в виде графита, а не в виде карбидов (цементита).

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

22.03.02.2017.851.00 ПЗ

Лист
34

Примеры микроструктуры немодифицированных и модифицированных чугунов приведены на Рисунке 3.3

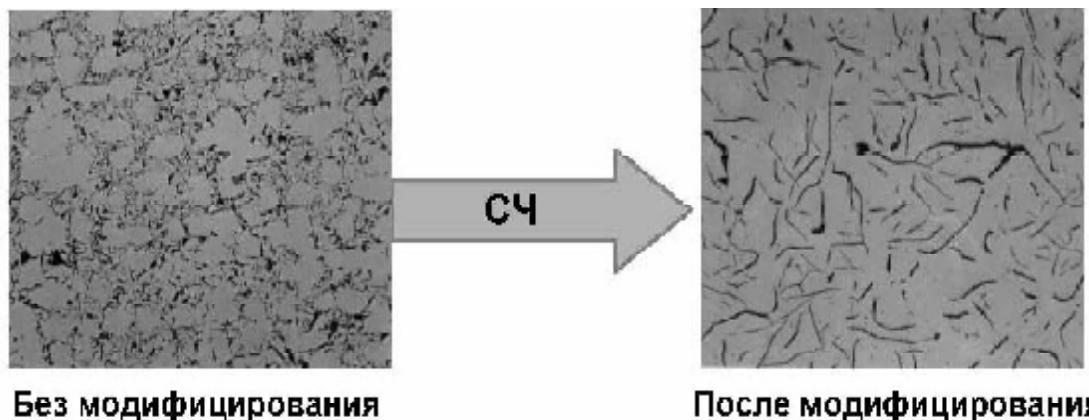


Рисунок 3.3 Образцы микроструктур немодифицированного и модифицированного серого чугуна.

В работе [11] исследовалось влияние модификаторов различного состава на изменение механических свойств серого чугуна.

В таблице 3.3 указан химический состав применяемых модификаторов, мас. %

Таблица 3.3 – химический состав модификаторов [11]

Модификатор	Si	Al	Ca	Mn	Sr	P	Ti	Ce	Fe
ФС 65	74,6	1,3	–		–	–	–	–	Остальное
РЗ модификатор	41,1	0,35	0,96	0,33	0,08	0,44	0,08	9,08	Остальное
Sr модификатор	46,59	0,36	0,014	0,41	0,99	0,028	–	–	Остальное

В данной работе установлено , что введением модификаторов содержащих редкоземельные металлы достигается наибольшее увеличение прочности и твердости чугуна .Из анализа микроструктуры и механических свойств следует что наибольшее улучшение свойств чугуна достигается введением комплексных модификаторов. Результаты испытаний на механических свойств приведены в таблице 3.4. Примеры микроструктур представлены на рисунке 3.5.

Таблица 3.4 – механические свойства модифицированных чугунов [13]

Модификатор	Предел прочности на разрыв ,МПа	Твердость ,НВ
100 % РЗ	319	220

20 % ФС 75 +80 % РЗ	270	226
40 % ФС 75+60 % РЗ	276	222
60 % ФС 75+40 % РЗ	268	229
80%ФС75+20 % РЗ	267	232
100 % ФС 75	264	235
80 %ФС 75+20 % Sr	281	225
60 % ФС 75+40 % Sr	278	224
40 % ФС 75+60 % Sr	285	228
20 % ФС 75+80 % Sr	280	229
100 % Sr	295	223

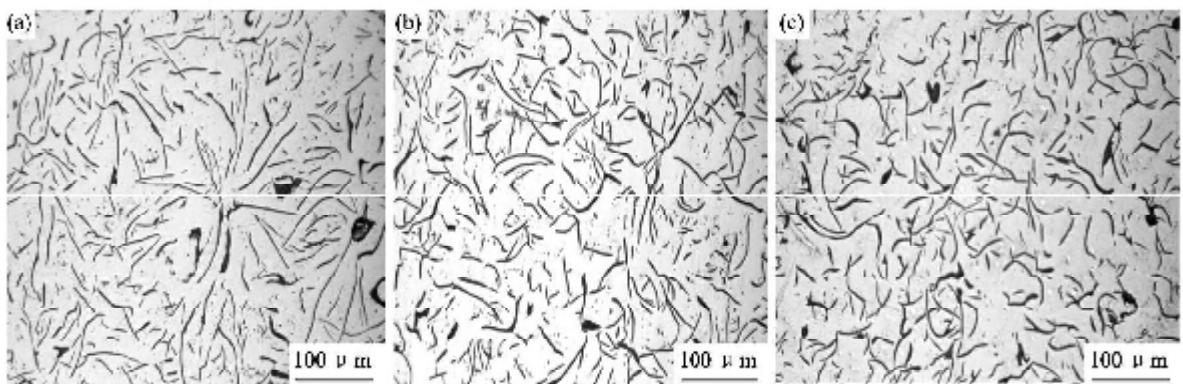


Рисунок 3.5 – Эффект чистого и комплексных модификаторов на структуру графита а) ФС75; (б) Sr; (с) 80 %Sr +20 % ФС75.

Также авторы обнаружили , наименьшему фрикционному износу подвержен чугун, обработанный комплексным модификатором с составом с Повышение механических свойств в первую очередь связано с более однородной структурой металлической матрицы и повышенным содержанием графита.

3.5 Способы модификации

Существует два основных способа модификации :

- модификация в ковше
- позднее модификация

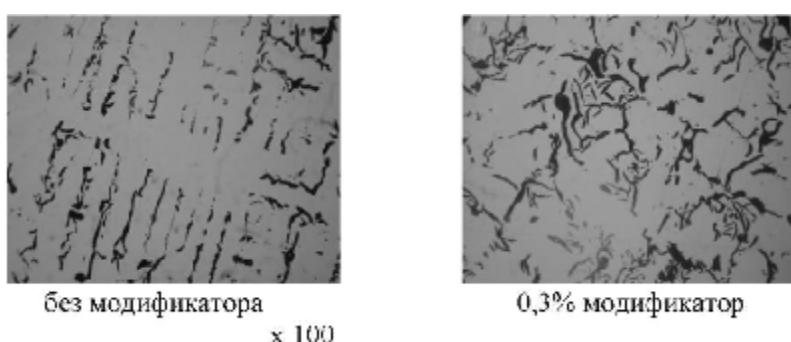
Ввод модификаторов при позднем модифицировании может осуществляться как на сирию металла при разливке так и непосредственно в литейной форме. Требуемая величина навески графитизирующего модификатора в значительной мере зависит от того, где и когда производится его ввод в расплав. При обработке в передаточном ковше расход модификатора может достигать до 1.0 % мас., в то время как при обработке в струе расход может составлять всего 0.1 % мас. и менее, обеспечивая при этом более эффективное модифицирование. Это связано с тем, что при поздней обработке в струе металла на протекание процессов укрупнения включений и «старение» модифицирующего эффекта остается гораздо меньше времени

3.6 Применение отходов металлургического производства в качестве модификаторов

Для массового производства отливок из серого чугуна в качестве модификаторов целесообразно использование отходов металлургического производства, что позволит снизить стоимость применяемых модификаторов. Таким образом также возможно частично решить проблему переработки побочных продуктов металлургического производства.

В литературе существуют работы посвященные данному вопросу.

Агейкин показал , что обработка чугуна марки СЧ20 отходами содержащими 60 % CaO Снижает отбел и увеличивает прочность чугуна , при одновременном снижении твердости . Введение отходов кроме того увеличило длину включений графита. Сравнения микроструктур приведено на рисунке 3.6



Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

22.03.02.2017.851.00 л3

Лист
37

Рисунок 3.6 – Сравнение микроструктур немодифицированного и не модифицированного чугуна

В.А. Федьков изучил модификацию чугунов отходами титаномагниевого производства. Результаты чугуна марки СЧ 18 приведены в таблице 3.4

3.7 Выбор модификатора для обработки сплава для отливки «Водило»

Деталь «Водило» является частью планетарного редуктора и в процессе эксплуатации испытывает интенсивный фрикционный износ. С этой точки зрения рассмотрим различные способы модификации и микролегирования, направленные на повышение антифрикционных свойств серого чугуна.

Серый чугун обладает специфическими антифрикционными свойствами, связанными с наличием в его структуре пластинчатого графита. Графит при трении частично выкрашивается и играет роль твердой смазки. Поэтому даже при сухом трении пара работает без интенсивного износа при достаточно высоких скоростях и нагрузках.

Таблица 3.4 – Влияние хлоридных отходов (ХЛ) и полиметаллических порошков (ПМ) на свойства серого чугуна СЧ18

Присадка модификатора, %	Содержание газов			Содержание S, %	Плотность, г/см ³	Жидкотекучесть, мм	Механические свойства			
	[O] ₂ , %	[N] ₂ , %	[H], см ³ /100 г				σ _в , МПа	σ _ц , МПа	НВ	Стрела прогиба, f, мм
0	0,0032	0,0095	3,97	0,0086	7,0330	830	185	365	205	2,6
0,8-1,2 ПМ	0,0021	0,0090	3,0	0,0600	7,1140	1250	245	485	225	3,8
1,8-2,2 ХЛ	0,016	0,0088	2,5	0,055	7,1151	1280	255	495	224	3,9

Износстойкость серого чугуна зависит от микроструктуры. С увеличением дисперсности продуктов распада переохлажденного аустенита износстойкость чугуна возрастает.

На темп износа влияет и распределение графита, которое характеризуется средним расстоянием между пластинками графита. С увеличением параметра a относительный износ уменьшается.

Включения фосфидной эвтектики, более твердые, чем перлит, заметно повышают износостойкость и антиизадирные свойства чугуна. Это влияние проявляется при содержании фосфора более 0,25 мас.%.

Максимальная износостойкость серого чугуна достигается, если фосфористый чугун содержит хром ($\text{Cr}/\text{P} > 1,5$) или ванадий ($\text{V}/\text{P} > 0,8$) которые ликвидируют фосфидную эвтектику и повышают ее микротвердость.[5]

С учетом условий работы литой детали «Водило» и проведенного анализа действия различных модификаторов наиболее подходящим является состав модификатора 20 % ФС 75+80 % Sr. рассмотренной в работе [12].

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

22.03.02.2017.851.00 ПЗ

Лист
39

4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕНДЕЯТЕЛЬНОСТИ

4.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-2000 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». В перевооружаемом литейном цехе можно выделить опасные и вредные производственные факторы.

Вредные производственные факторы:

физические факторы:

- микроклимат производственных помещений;
- электромагнитные поля и излучение: электростатические поля, постоянные магнитные поля (в т.ч. и геомагнитное), электрические и магнитные поля промышленной частоты (50 Гц);
- производственный шум;
- вибрация (локальная, общая);
- аэрозоли (пыли) преимущественно фиброгенного действия;
- освещение – естественное (отсутствие или недостаточность), искусственное (недостаточная освещенность, прямая и отраженная слепящая блескость, пульсация освещенности).

химические факторы, получаемые химическим синтезом, и для контроля которых используют методы химического анализа.

В зависимости от количественной характеристики и продолжительности действия отдельные вредные производственные факторы могут стать опасными.

При проведении технологического процесса в цехе на всех стадиях обработки материалов имеет место появление опасных производственных факторов. Основными из них являются: повышенное значение напряжения в электрических цепях, электромагнитные излучения, наличие движущихся машин и механизмов, подвижные части производственного оборудованию.

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

22.03.02.2017.851.00 л3

Лист
40

После анализа всех производственных факторов в перевооружаемом литейном цехе большое внимание будет уделено применению специальных защитных ограждений и кожухов, системе вентиляции и средствам индивидуальной защиты.

4.2 Вредные вещества

Вредные вещества – это наличие группы веществ химического фактора и/или наличие пылевой нагрузки – аэрозолей преимущественно фиброгенного действия.

Значительные выделения пыли наблюдаются при выбивке отливок на формовочных линиях Л420Т; в процессе приготовления формовочной и стержневых смесей с помощью смесителей модели S1118 и стержневых машин.

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-2000 «ССБТ». Основные понятия, термины и определения» в литейном цехе к опасным и вредным факторам относится пыль, выделяющиеся газы и пары. Источниками пыли и газовыделения в литейном цехе являются оборудование для приготовления смесей, участки формовки, выбивки и очистки отливок, плавильные и сушильные печи.

Большинство случаев профессиональных заболеваний и отравлений связано с поступлением токсичных газов, паров и аэрозолей в организм человека главным образом через органы дыхания.. Разновидность вредных веществ в воздухе производственного помещения является пыль. Она может быть во взвешенном – аэрозоль и осевшем – аэрогель состоянии. Вредность пыли выражена в её способности вызывать профессиональные заболевания лёгких: силикоз, бронхит, астму. Особенно неблагоприятное действие пыли усугубляет тяжёлый физический труд и неудовлетворительный микроклимат.

На поверхности дыхательных путей откладывается свыше 90% (масс) всей пыли, попадающей в органы дыхания с воздухом.

К газам иарам, загрязняющим воздух литейного цеха относятся:

В таблице 4.1 представлен дисперсный состав пыли.

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

22.03.02.2017.851.00 ПЗ

Лист
41

Таблица 4.1 – Дисперсный состав пыли

Размер частиц, мкм	$\leq 0,7$	0,7–7	7–80	>80
Содержание, % масс	42	35	16	7

Значительную часть пыли составляет диоксид кремния – около 10%. Структурной основой большинства кристаллических модификаций являются тетраэдры SiO_4 связанные друг с другом через атомы кислорода. Типичное заболевание, возникающее под действием кремне содержащих пылей – силикоз. Наиболее опасен прогрессирующий фиброз лёгочной ткани (пылевой пневмосклероз).

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны и в воздухе населённых мест не должно превышать установленных ПДК.

В таблице 4.2 приведён ПДК вредных веществ, сопутствующих литейному производству

Таблица 4.2 – ПДК вредных веществ, сопутствующих литейному производству

Наименование веществ	ПДК мг/м ³ , максимально разовые	
	в рабочей зоне	в зоне отдыха
Кремнесодержащие пыли	1	0,5
Окислы азота	5	0,085
Углерода окись	20	3
Магнезит	10	0,5
Известняк	6	0,5
Краска противогарная	1000	-
Оксиды марганца	0,3	0,001
Диоксид серы	10	0,05
Двуокись углерода	20000	-
ГСМ	100	-

Все помещения литейного цеха должны быть оборудованы системами отопления, вентиляции или кондиционирования воздуха в соответствии со

СНиП 41-01-2003«Отопление, вентиляция и кондиционирование» и ГОСТ 12.4.021-75 (1996) «ССБТ. Системы вентиляционные. Общие требования».

Вышеназванные системы совместно с комплексом осуществляемых технологических мероприятий должны исключать скопление в воздухе производственных помещений литейного цеха пыли, ядовитых паров и газов в концентрациях, превышающих предельно допустимые величины и поддерживать в допустимых диапазонах температуру, относительную влажность и скорость движения воздуха. Приточные вентиляционные камеры должны группироваться и размещаться, как правило, вне производственных площадей (на антресолях, во вставках между пролётами и т.п.).

Для локализации вредных производственных факторов (газов, пыли, влаги) у источников их образования необходимо предусматривать отсосы, закрытые приемники, вытяжные зонты, защитно-обеспыливающие кожухи, панели и т.п.

Производственные участки, агрегаты и оборудование, такие как плавильные, заливочные, выбивки форм и стержней, обрабочечно-очистные, подлежат в обязательном порядке оснащению укрытиями с местной вытяжной вентиляцией.

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

Контроль содержания вредных веществ 3 – 4 класса в воздухе цеха проводится по графику в соответствии с п.4. пп.4.2.5 ГОСТ 12.1.005-88 (2000) по графику – не реже 1 раза в квартал. Для устранения вредного воздействия вредных веществ на рабочих, население и окружающую среду предусмотрена система очистки технологических выбросов.

4.3 Микроклимат

Оценка микроклимата проводится на основе измерений его параметров (температура, влажность воздуха, скорость его движения, тепловое излучение) на всех местах пребывания работника в течение смены и сопоставления с нормативами согласно СанПиН 2.2.4.548-96 и ГОСТ 12.1.005-88, которые устанавливаются с учетом интенсивности энергозатрат работающих, времени выполнения работы, периодов года. Правила и нормы микроклимата

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

22.03.02.2017.851.00 л3

Лист
43

предназначены для предотвращения неблагоприятного воздействия микроклимата рабочих мест, производственных помещений на самочувствие, функциональное состояние, работоспособность и здоровье человека.

Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха цеха, совместно с комплексом осуществляемых технологических мероприятий должны исключать скопление в воздухе производственных помещений литейного цеха пыли, ядовитых паров и газов в концентрациях, превышающих предельно допустимые величины и поддерживать в допустимых диапазонах, температуру, относительную влажность и скорость движения воздуха. В переходный период, когда верхние проёмы открыты не полностью или совсем закрыты, теплоизбытки могут быть большими. Но если в цехе выделяются вредные вещества, необходимо соблюдать следующие требования: содержание вредных веществ в рабочей зоне не должно превышать ПДК; содержание этих веществ в приточном воздухе не должно превышать 0,3 ПДК.

4.4 Безопасность производственных процессов и оборудования

При работе на дробеметной камере по ГОСТ 12.4.010-05 ССБТ «Средства индивидуальной защиты. Технические условия», необходимо пользоваться индивидуальными средствами защиты лица, наголовным щитом с прозрачным экраном. Также категорически запрещается работать без специальных защитных очков с небьющимися стеклами, так как возможен вылет отдельных дробинок, работать в легкой обуви (тапочки, сандали, босоножки).

При работе на установке подогрева шихты категорически запрещается нахождение посторонних лиц вблизи установки, а также в зоне работы мостовых кранов склада шихтовых материалов. Шихтовщики и рабочие, обслуживающие установки подогрева шихты, должны работать в спецодежде, предусмотренными отраслевыми нормами, обязательным условием считается работа в защитных касках.

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

22.03.02.2017.851.00 л3

Лист
44

Все агрегаты смесеприготовительного отделения должны быть связаны с пультом управления сигнализацией.

Загрузка в бегуны компонентов смеси должна проводиться из бункеров-дозаторов автоматически или механически без утечек и просыпей.

При работе на формовочной линии формовщику положено:

- строго выполнять установленную технологию и правила безопасного выполнения работ;
- не допускать загромождения рабочего места, своевременно производить его уборку;
- в случае обнаружения неисправностей приспособлений, инструмента, формовочной машины поставить в известность начальника смены, предварительно остановив неисправное оборудование.

Запрещается:

- работать в обход предусмотренных ограждений защиты;
- нахождение людей в секторах работы агрегатов после включения формовочной машины;
- категорически запрещается приступать к работе на неисправном оборудовании, обо всех неисправностях немедленно сообщать начальнику смены;
- прикасаться к движущимся частям во время работы оборудования;
- привозникновении аварийной ситуации необходимо прекратить работу, отключить оборудование и немедленно поставить в известность начальника смены;
- при несчастном случае, рабочий смены обязан прекратить работу, поставить в известность начальника смены и обратиться за помощью в медпункт.

Подача в оборудование формовочной смеси должна проводиться через бункер.

Безопасность производственного процесса обеспечивается выбором техпроцессов и производственного оборудования, помещений и исходных материалов, способ хранения и транспортирования, правильным размещением

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

22.03.2017.851.00 ПЗ

Лист
45

оборудования. Распределением функций между рабочими и их обучением, использованием средств индивидуальной защиты.

Электробезопасность в проектируемом литейном цехе должна обеспечиваться конструкцией электроустановок; техническими требованиями и средствами защиты; организационными и техническими мероприятиями, а также контролем по ГОСТ 12.1.019 – 79 (2009) «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.

Исходя из оборудования расположенного в цехе наибольшую опасность поражения электрическим током людей является плавильное отделение, меньшую опасность представляет формовочный участок.

Для защиты электроустановок от перегрузки применяются плавкие предохранители, рубильники располагаются в заземлённых контурах. Питающая разводка, проходящая к оборудованию, должна быть закрыта.

Повышение электробезопасности достигается также путём применения изолирующих, ограждающих, предохранительных и сигнализирующих средств.

Для индивидуальной защиты работников цеха должны применяться монтёрские инструменты, резиновые перчатки, галоши, резиновые коврики и другие вспомогательные приспособления – ОСТ 12.1.019 – 79 (2009) «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

4.5 Пожаровзрывобезопасность

Пожарная безопасность объекта должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

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

22.03.02.2017.851.00 л3

лист
46

В соответствии с НПБ 105-03. «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности». Здание, где расположен термический участок, по взрывопожарной и пожарной опасности относиться к категории «Г» (см. таблица 29).

В соответствие ГОСТ 12.1.010-76 (1999). ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования. Вероятность возникновения взрыва на любом взрывоопасном участке предприятия в течение года не должна превышать 10^{-6} .

В зданиях должны быть предусмотрены конструктивные, объемно-планировочные и инженерно-технические решения, обеспечивающие в случае пожара:

- возможность эвакуации людей независимо от их возраста и физического состояния наружу на прилегающую к зданию территорию (далее - наружу) до наступления угрозы их жизни и здоровью вследствие воздействия опасных факторов пожара;
- возможность спасения людей;
- возможность доступа личного состава пожарных подразделений и подачи средств пожаротушения к очагу пожара, а также проведения мероприятий по спасению людей и материальных ценностей;
- нераспространение пожара на рядом расположенные здания, в том числе при обрушении горящего здания;
- ограничение прямого и косвенного материального ущерба, включая содержимое здания и само здание, при экономически обоснованном соотношении величины ущерба и расходов на противопожарные мероприятия, пожарную охрану и ее техническое оснащение.

Требования пожарной безопасности, устанавливающие правила поведения людей, порядок организации производства и (или) содержания территорий, зданий, сооружений, помещений организаций и других объектов в целях обеспечения пожарной безопасности должны соответствовать ППР-2013.

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

22.03.02.2017.851.00 л3

Лист
47

Монтаж и эксплуатацию электроустановок и электротехнических изделий необходимо осуществлять в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности, в том числе Правил устройства электроустановок (ПУЭ), Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей, Правил безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

Электроустановки и бытовые электроприборы в помещениях, в которых по окончании рабочего времени отсутствует дежурный персонал, должны быть обесточены. Под напряжением должны оставаться дежурное освещение, установки пожаротушения и противопожарного водоснабжения, пожарная и охранно-пожарная сигнализация. Другие электроустановки и электротехнические изделия могут оставаться под напряжением, если это обусловлено их функциональным назначением и (или) предусмотрено требованиями инструкции по эксплуатации.

- При эксплуатации действующих электроустановок запрещается:
- использовать приемники электрической энергии в условиях, не соответствующих требованиям инструкций предприятий-изготовителей, или имеющие неисправности, которые в соответствии с инструкцией по эксплуатации могут привести к пожару, а также эксплуатировать электропровода и кабели с поврежденной или потерявшей защитные свойства изоляцией;
 - пользоваться поврежденными розетками, рубильниками, другими электроустановочными изделиями—обертывать электролампы и светильники бумагой, тканью и другими горючими материалами, а также эксплуатировать светильники со снятыми колпаками (рассеивателями), предусмотренными конструкцией светильника;
 - применять нестандартные (самодельные) электронагревательные приборы, использовать некалибранные плавкие вставки или другие самодельные аппараты защиты от перегрузки и короткого замыкания;
 - размещать (складировать) у электрощитов, электродвигателей и пусковой аппаратуры горючие (в том числе легковоспламеняющиеся) вещества и материалы.

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

22.03.02.2017.851.00 л3

Лист
48

- объемные самосветящиеся знаки пожарной безопасности с автономным питанием и от электросети, используемые на путях эвакуации (в том числе световые указатели «Эвакуационный (запасный) выход», «Дверь эвакуационного выхода»), должны постоянно находиться в исправном и включенном состоянии. В зрительных, демонстрационных, выставочных и других залах они могут включаться только на время: проведения мероприятий с пребыванием людей.
- Запрещается эксплуатация электронагревательных приборов при отсутствии или неисправности терморегуляторов, предусмотренных конструкцией.
- Отверстия в местах пересечения электрических проводов и кабелей (проложенных впервые или взамен существующих) с противопожарными препятствиями в зданиях и сооружениях должны быть заделаны огнестойким материалом до включения электросети под напряжение.
- При эксплуатации электрических сетей зданий и сооружений с периодичностью не реже одного раза в три года должен проводиться замер сопротивления изоляции токоведущих частей силового и осветительного оборудования, результаты замера оформляются соответствующим актом (протоколом).

Стены термического участка должны быть окрашены огнестойкой краской. Пол должен быть огнестойким. Полы в проездах, проходах, на участке складирования деталей должны иметь твердое и прочное покрытие.

К первичным средствам пожаротушения для тушения загораний и небольших очагов пожара относятся: огнетушители (переносные и передвижные), пожарные щиты, пожарные краны, асbestosовые одеяла.

В термических цехах на каждые 400...800 м² должны быть предусмотрены первичные средства пожаротушения. Огнетушители должны быть опломбированы, иметь учетные номера и бирки, марковочные надписи на корпусе, окрашены в красный сигнальный цвет и размещены на высоте не более 1,5 м от уровня пола.

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

22.03.02.2017.851.00 ПЗ

Лист
49

Производственное освещение

Производственного освещения – необходимо для обеспечения нормальных зрительных условий для выполнения соответствующего вида работ в производственном помещении.

Источником нерационального освещения могут быть:

- недостаточное искусственное освещение;
- отсутствие или недостаток естественного света;
- повышенная яркость.

Освещение в производственной деятельности, как фактор охраны труда, имеет большое значение. Недостаточное или неправильно устроенное освещение ухудшает зрение работников, вызывает общее утомление, ведёт к снижению 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 СНиП 23-05-95 (2011) «Естественное и искусственное освещение».

Освещенность на участке на уровне пола должна быть не менее 20 лк при освещенности лампами накаливания. Освещенность шкал измерительных приборов должна быть не менее 200 лк при освещенности лампами накаливания. На случай внезапного прекращения энергии в термических цехах должно быть предусмотрено аварийное освещение, обеспечивающее освещенность не менее 5% освещенности, нормируемой при общем освещении, но не менее 2 лк на полу основных проходов для выхода людей и 10 лк на рабочих местах, технологических участках, где невозможно немедленное прекращение работы.

4.6 Шум

Нормирование шума ведется в соответствии с нормативными документами ГОСТ 12.1.003-83. (1999) «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности», СН 2.2.4/2.1.8.562-96. «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных

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

22.03.02.2017.851.00 ПЗ

Лист
50

зданий и на территории жилой застройки». В которых определены основные характеристики производственных шумов и соответствующие им нормы шума на рабочих местах.

- Источниками шума в процессе выполнения работы являются:
- электрические печи;
 - шлифовальные станки;
 - отрезные станки.

4.7 Вибрация

Параметры вибрации на рабочих местах не должны превышать допустимых величин по ГОСТ 12.1.012 – 83 (2004) «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования». Гигиенические нормы вибрации, допустимые к воздействию на работника при длительности рабочей смены в 8 часов приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Гигиенические нормы вибрационного воздействия

При общей вибрации в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									
2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
На постоянных рабочих местах в производственных помещениях									
1,3	0,45	0,22	0,2	0,2	0,2	–	–	–	–
108	99	93	92	92	92	–	–	–	–
В помещениях, где нет машин, генерирующих вибрацию (склады, столовые и тд.)									
0,5	0,18	0,089	0,079	0,079	0,079	–	–	–	–
91	82	76	75	75	75	–	–	–	–

4.8 Охрана природной среды

Охрана природной среды должна обеспечиваться в соответствии с ФЗ №7 от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ "Об охране окружающей природной среды".

Согласно закону "Об охране окружающей среды" при размещении, технико-экономическом обосновании проекта, проектировании, строительстве, реконструкции, вводе в эксплуатацию предприятий, сооружений в промышлен-

ности, сельском хозяйстве, на транспорте, в энергетике, водном, коммунально-бытовом хозяйстве, при прокладке линий электропередачи, связи, трубопроводов, каналов, иных объектов, оказывающих прямое или косвенное влияние на состояние окружающей природной среды, необходимо: выполнять требования экологической безопасности и охраны здоровья населения; предусматривать мероприятия по охране природы, рациональному использованию и воспроизводству природных ресурсов, оздоровлению окружающей природной среды.

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

22.03.02.2017.851.00 ПЗ

Лист
52

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В проекте разработана технология изготовления отливки «водило». Работа содержит краткие сведения о выборе положения отливки в форме, выборе поверхности разъёма, выбраны припуски на механическую обработку обрабатываемых поверхностей. Разработана конструкция и расположение стержней, конструкция литниковой системы. Подобрана формовочная и стержневая смесь, выбран способ изготовления отливки. Выбраны машины и агрегаты необходимые при организации литьевого производства отливки «Водило».

Проведен обзор различных способов модифицирования серых чугунов.

Рассмотрены перспективы развития литьевого производства России.

Чертеж детали с нанесенными элементами литьевой формы выполненный в соответствии с требованиями ГОСТ 3.1125-88, прилагается.

Приведены вопросы безопасности жизнедеятельности.

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

22.03.02.2017.851.00 ПЗ

Лист
53

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Труды XII съезда литейщиков России / НГТУ им. Р. Е. Алексеева. Н. Новгород, 2015. – 520 с.
2. Дубровин, В.К. Технологические процессы литья: учебное пособие / В.К. Дубровин, А.В. Карпинский, О.М. Заславская. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013.– 194 с.
3. Технология литейного производства: учебник / Б. С. Чуркин [и др.]. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2000. – 662 с.
4. Справочник по чугунному литью / Под ред. д-ра техн. наук Н. Г. Гиршовича. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1978. – 758 .с.
5. Производство чугунных отливок: Учебник / под ред. В.М. Колокольцева и Ри Хосена – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ» , 2009. – 521с.
6. Wendong Xue, Yan Li. Pretreatments of gray cast iron with different inoculants/ Wendong Xue, Yan Li //Journal of Alloys and Compounds. issue 689, 25 december 2016, p. 408–415.
7. Ф.И. Рудницкий. Модифицирование чугунов ультрадисперсными добавками / Литье и Металлургия , Номер: 1 (86) ,2017 – С. 11–15.
8. Aravind Vadiraj. Effect of misch metal inoculation on microstructure, mechanical and wear properties of hypoeutectic gray cast irons/ Том 30, номер 10, декабрь 2009, – С. 4488–4492.
9. Агейкин А.В. Модифицирование серого чугуна / Агейкин А.В // Сибирский федеральный университет – С. 135–136.
- 10.Федьков В. А. Модифицирование чугунов отходами титаномагниевого производства/В. А. Федьков, А. В. Федьков, Э.И. Меняйло, В.И. Минакова//Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні – №1, –2011. С. 85–87
- 11.REN Fengzhang, Effect of inoculating addition on machinability of gray cast iron /REN Fengzhang (任凤章), LI Fengjun (李锋军), LIU Weiming (刘伟明), MA

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

22.03.02.2017.851.00 /73

Лист
54

Zhanhong (马战红), TIAN Baohong (田保红) // JOURNAL OF RARE EARTHS,
– Vol. 27, – No. 2, –Apr. 2009. – p. 294-298.

- 12.ОЛСЕН, .С.О. Модифицирование серых и высокопрочных чугунов.
Сравнение центров кристаллизации графита и некоторые практические
рекомендации по модифицированию/ ОЛСЕН .С.О., СКАЛАНД Т., ХАРТУНГ
К./Литейщик россии – Номер: 2 –2011. – С. 29-34.
- 13.Ветишак, А. Теоретические основы литейной технологии / А. Ветишак. –
Киев: Вища школа, 1981. - 318 с.

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

22.03.02.2017.851.00 л3

Лист
55