

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.

Технология изготовления отливки «Крышка» из чугуна ВЧ50

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)
_____/ Казаков К.С./
(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

Казаков К.С. Технология изготовления
отливки «Крышка» из чугуна ВЧ50.

Челябинск: ЮУрГУ, ПЗ-537, 43 с., 1 ил,
9 табл., библиогр. список - 9 наим.,
3 л. чертежей ф А1, 2 л. плакатов ф. А1

Выпускная квалификационная работа посвящена разработке технологии изготовления отливки «Крышка» из чугуна марки ВЧ50 (ГОСТ 7293-85) методом литья по газифицируемым моделям.

Работа разделена на основные этапы проектирования технологии для литейной детали: назначены припуски на механическую обработку, выбрано оптимальное положение отливки в форме в период заливки и затвердевания, спроектирована и рассчитана литниково-питающая система. Так же, выбраны марка пенополистирола и антипригарного покрытия для модельных блоков данной отливки. Описана технология получения сплава.

Отдельными частями проекта выделены сравнение отечественных и зарубежных технологий и специальная часть – противпригарное покрытие для чугунолитейного литья.

В главе безопасность жизнедеятельности рассмотрены вопросы безопасной работы литейного цеха.

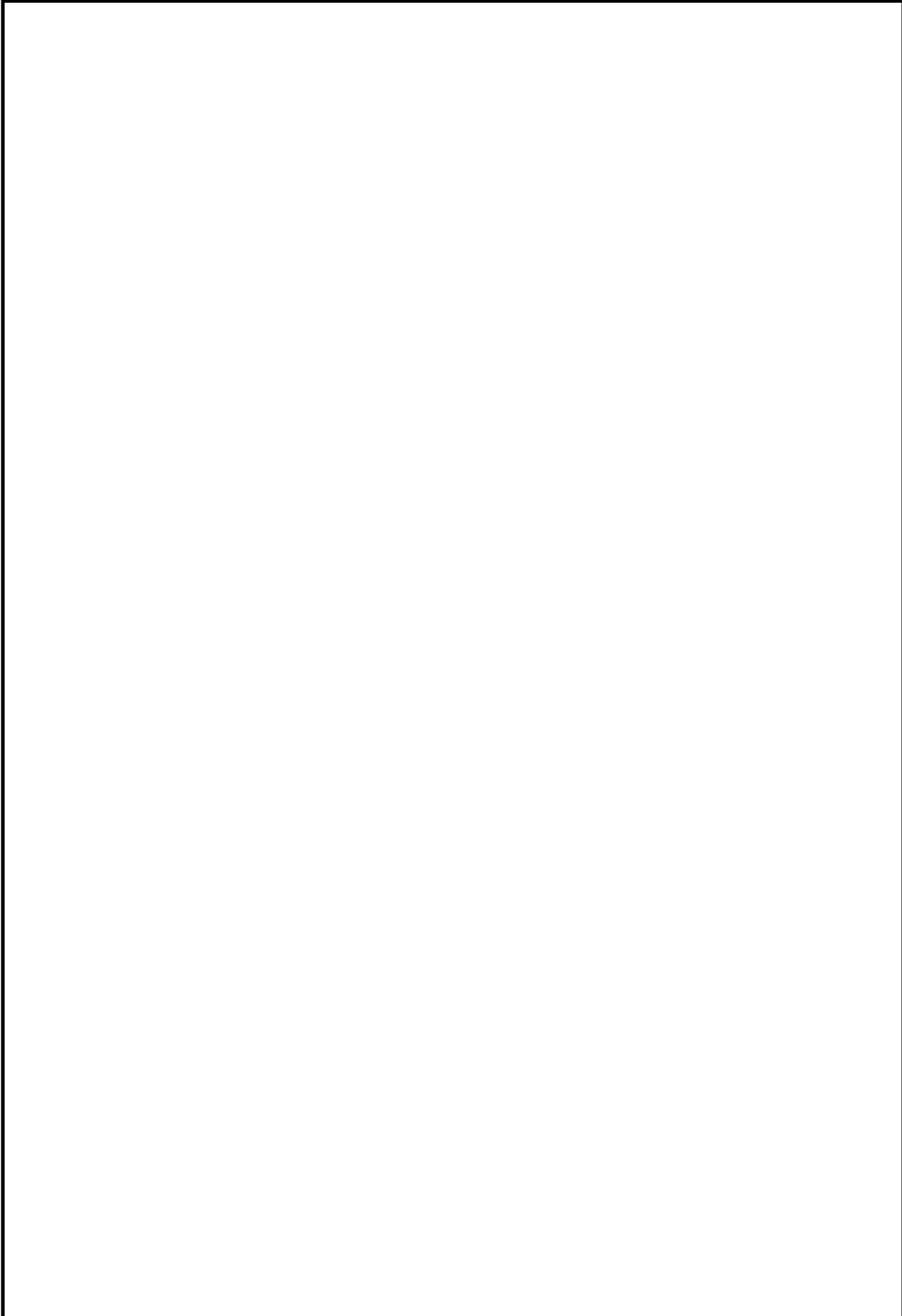
		Работа состоит из пояснительной записки и графической части.					
		22.03.02.2017.858.00.00 ПЗ					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Казаков К. С.			Лит.	Лист	Листов
Провер.		Знаменский Л. Г.			3	1	
Реценз.					ЮУрГУ Кафедра ПМиЛТ		
Н. Контр.		Карпинский А. В.					
Утверд.		Кулаков Б. А.					

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	7
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	11
2.1 Анализ технологичности изготовления отливки.....	11
2.2 Выбор способа изготовления отливки.....	11
2.3 выбор положения отливки в форме.....	12
2.4 Определение припусков на механическую обработку.....	13
2.5 Разработка конструкции и расчет литниковой системы.....	13
2.5.1 Проектирование прибыли.....	14
2.5.2 Расчет литниковой системы.....	14
2.6 Технология производства.....	17
2.6.1 Изготовление газифицируемых моделей.....	17
2.6.2 Процессы вспенивания и активация гранул.....	19
2.6.3 Формирование моделей в пресс-форме.....	19
2.6.4 Сборка моделей в блок.....	20
2.6.5 Определение габаритов опок.....	21

					22.03.02.2017.858.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

2.6.6	Формовка.....	21
2.6.7	Плавильный агрегат и заливка металла.....	23
2.6.8	Финишные операции.....	25
2.6.9	Термическая обработка.....	26
3	ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОТИВОПРИГАРНОГО ПОКРЫТИЯ.....	27
3.1	Выбор состава противопригарного покрытия.....	28
3.2	Экспериментальные исследования.....	30
4	БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	33
4.1	Общая характеристика литейного цеха.....	33
4.2	Анализ производственных и экологических опасностей.....	34
4.3	Вибрация.....	35
4.4	Шум.....	36
4.5	Пожаровзрывобезопасность.....	36
4.6	Отопление и вентиляция.....	37
4.7	Электробезопасность.....	38
4.8	Безопасность производственного оборудования.....	39
4.9	Вредные вещества.....	40
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	42
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	43



					22.03.02.2017.858.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

ВВЕДЕНИЕ

Литье по газифицируемым моделям (ЛГМ) является одним из новейших способов производства отливок. Появилось оно в результате научно–технической революции во второй половине XX века, наряду с такими технологическими процессами, как непрерывное литье, литье под низким давлением и импульсная формовка. Однако наибольший интерес у литейщиков вызвало сообщение о способе литья по моделям, которые не удаляются из формы, а остаются в ней и газифицируются под действием тепловой энергии металла, заливаемого в форму. Такая технология, названная литьем по газифицируемым моделям, решала важнейшую задачу литейного производства – повышение точности отливок до уровня литья по выплавляемым моделям при издержках производства литья в песчано-глинистые формы.

Но прежде чем ЛГМ–процесс стал промышленной технологией, был проделан значительный объем исследовательских и конструкторских работ, в результате которых были созданы специальные модельные материалы и противопопригарные покрытия, технология и оборудование для изготовления моделей, инженерная методика проектирования технологического процесса, оборудование для изготовления форм и т. д.

В данной выпускной квалификационной работе разработана технология изготовления отливки «Крышка» из чугуна марки ВЧ50 (ГОСТ 7293-85) литьем по газифицируемым моделям с учетом всех требований на литую деталь.

					22.03.02.2017.858.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Прежде чем ЛГМ-процесс стал промышленной технологией, был проделан значительный объем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, в результате которых были созданы специальные модельные материалы и противопопригарные покрытия, технология и оборудование для изготовления моделей, инженерная методика проектирования технологического процесса, оборудование для изготовления форм и т. д.

Основоположником ЛГМ был американский архитектор Ф. Шроер, который в 1956 г. применил модели из пенополистирола для получения художественной отливки. В 1958 г. он получил патент США на способ Cavityls Castings Mold and Method for Making Same. В том же году архитектор А. Дука в лаборатории Массачусетского технологического института получил первую художественную отливку из бронзы скульптуры «Пегас» массой 150 кг. В 1961 г. английский архитектор Кларк применил данный способ для получения отливки чугунной мачты массой 3500 кг для колокола. Однако промышленное применение ЛГМ-процесса началось только спустя четыре года после его изобретения.

Первая промышленная отливка массой 12 тонн была получена в Германии в 1962 г. Спустя год для фирмы «Ford Motors» (США) были отлиты две заготовки массой 6750 и 2700 кг. К концу 1964 г. в 10 литейных цехах различных фирм США применялся ЛГМ-процесс для производства единичных отливок. Активные работы по внедрению ЛГМ проводились в ФРГ группой специалистов, возглавляемой проф. А. Виттмозером, которая в 1958 г. приобрела права на

					22.03.02.2017.858.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

патент Шроера. В 1965 г. в таких промышленно развитых странах, как США, Англия, ФРГ, Франция и Япония, было произведено более 40 000 тонн отливок, причем только в США данный способ литья для производства отливок из черных сплавов применяли 35 литейных цехов. В 1963 г. на Международной выставке в Дюссельдорфе экспонаты по ЛГМ-процессу были широко представлены различными фирмами. В 1967 г. создается Международная ассоциация литья по газифицируемым моделям, которая объединила 150 фирм с общим выпуском отливок 800 тонн в сутки.

Расширению объемов производства отливок ЛГМ в различных странах способствовало дальнейшее совершенствование технологии и оборудования. Так, фирмы «Castek» (Англия) и «Teksid» (Италия) разработали технологический процесс под фирменным названием Policast. Модели изготавливаются на специальных автоматах производительностью 40 - 50 съёмов в час. Склейка моделей посредством термоклей происходит на вакуумном прессе производительностью 50 циклов в час. Сборка модельных блоков осуществляется на карусельной установке производительностью 120 циклов в час методом сварки при температуре 150 °С. Модельный блок роботом-манипулятором окрашивается методом окунания в баке с противопригарным покрытием. Другой манипулятор устанавливает готовые модельные блоки в опоки и поддерживает их при формовке сухим кварцевым песком. Заливка формы металлом, охлаждение отливки и выбивка формы происходят на автоматической линии. В процессе выбивки манипулятор извлекает блок отливок из опоки и укладывает в специальную тару, которая по мере заполнения транспортируется на участок финишной обработки. Технология Policast и весь комплекс оборудования демонстрировались фирмами на международных выставках в Москве и в Дюссельдорфе.

В литейном цехе фирмы «Peugeot» (Франция) установлена автоматическая линия производительностью 60 форм в час для ЛГМ 4-цилиндрового блока дизельного двигателя. Линия имеет три позиции формовки. На первой позиции

					22.03.02.2017.858.00.00 ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

контейнер засыпается на 1/3 высоты сухим кварцевым песком, который затем приводится в псевдожидкое состояние за счет подачи воздуха под давлением в нижнюю часть контейнера. Блок, состоящий из двух моделей и литниковой системы, манипулятором погружается в кипящий слой песка. На второй позиции контейнер засыпается песком доверху, и форма уплотняется вибрацией. На третьей позиции контейнер досыпается песком, и сверху формы устанавливается груз. Заливка форм производится при помощи автоматической заливочной установки при строгом контроле температуры металла. При заливке форма вакуумируется (без наложения пленки). Перед выбивкой форма продувается воздухом, и выделяющиеся газы поджигаются постоянно горящим газовым факелом.

Фирма «Passavant Werke» (Германия) имеет цех ЛГМ мощностью 7600 тонн в год, в котором производятся отливки нефтяных сепараторов трех типоразмеров массой 90, 190 и 250 кг в количестве 48 тыс. комплектов. При переходе на ЛГМ с песчано - глинистой формовки по извлекаемым моделям количество брака снизилось с 8...10 до 3...5 %.

Фирма «Heppu Bar Metal Co» (Англия) заменила технологический процесс литья в кокиль на ЛГМ для производства отливок из алюминиевых сплавов. Фирма поставляет впускные коллекторы, корпуса водяных насосов и другое литье автомобильным предприятиям. Опыт работы фирмы показал высокую эффективность ЛГМ при получении сложных тонкостенных отливок повышенной точности, при этом стоимость пресс-форм для моделей из пенополистирола соизмерима со стоимостью кокиля.

ЛГМ окончательно утвердилось в серийном и массовом производстве отливок ответственного назначения, потеснив традиционные способы литья, и в первую очередь в песчано-глинистые формы по извлекаемым моделям.

Представители многих зарубежных фирм этот факт объясняют следующими преимуществами ЛГМ:

					22.03.02.2017.858.00.00 ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- уменьшение затрат на оборудование и материалы;
- значительное улучшение условий труда;
- использование недорогой и сравнительно простой оснастки;
- сокращение числа технологических операций и оборудования для финишной обработки отливок;
- возможность комплексной автоматизации всего технологического процесса;
- применение в качестве материала формы сухого кварцевого песка и упрочнение формы вакуумом;
- исключение стержневого оборудования.

В СССР промышленное применение ЛГМ-процесс получил в 1965 г. на Горьковском автомобильном заводе, где была получена первая партия отливок (227 наименований, общая масса около 100 тонн). В первом полугодии 1966 г. на этом же заводе было произведено 600 отливок массой от 18 до 3500 кг (общая масса более 420 тонн).

В России на ОАО «Волжский литейно-механический завод» (ныне - ОАО «Волжский завод точного литья») создан цех, оснащенный высокопроизводительным оборудованием отечественного изготовления для производства отливок из серого и высокопрочного чугуна мощностью 5 тыс. тонн в год. В цехе предусмотрены регенерация отработанного песка и каталитическое дожигание продуктов термодеструкции модели. Работы по завершению процесса внедрения оборудования и технологии проводились на заводе на основании программы Правительства Российской Федерации НИИЛитмаш, МГИУ и ОАО «СММ» (Специальное машиностроение и металлургия).

Позже по технологии ЛГМ на ОАО «Южноуральский арматурно-изоляционный завод» пущен цех по производству изоляторов и арматуры высоковольтных линий электропередачи из высокопрочного чугуна

					22.03.02.2017.858.00.00 ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

мощностью 500 тонн. Также технология ЛГМ освоена на ЗАО «Златоустовский литейный завод «Метапласт», на заводе «СОЭЗ-Автодеталь» для производства отливок из алюминиевых сплавов для ВАЗа, на ООО «АКС» (Санкт - Петербург) для производства отливок из медных и углеродистых сплавов взамен литья по выплавляемым моделям. Отливки из медных сплавов производятся на ООО «Металит» (г. Ижевск) [1].

За последние 40 лет на основе применения газифицируемой модели были разработаны технологические процессы, которые предопределили широкое внедрение ЛГМ в промышленность. ЛГМ-процесс в настоящее время внедряется на многих предприятиях Российской Федерации.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Анализ технологичности изготовления отливки

Анализ чертежа детали показывает, что конструкция ее достаточно технологична для изготовления литьем. Деталь не имеет резких переходов толщин стенок, минимальная толщина 8 мм, а габаритные размеры детали 160 x 56 мм. Отверстия диаметром 14, 20 и 22 мм литьем не изготавливаем.

При проектировании технологии отливки необходимо обеспечить получение плотного металла без усадочных и газовых раковин на поверхности. Конфигурация внутренних полостей, отверстий, обрабатываемых поверхностей и расположение без механической обработки удовлетворяют требованиям технологии ЛГМ–процесса.

					22.03.02.2017.858.00.00 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Технические требования:

- неуказанные литейные радиусы 5 мм и литейные уклоны не более 2° по ГОСТ 3212–92;
- точность отливки 10-0-0-10 ГОСТ Р 53464-2009;
- формовочные уклоны за счет увеличения тела отливки;
- литейная усадка – 1,2 %.

Материал отливки «Крышка» чугун марки ВЧ50 (ГОСТ 7293-85). Масса отливки 2,01 кг.

2.2 Выбор способа изготовления отливки

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

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

Сопоставляя конфигурацию отливки с имеющимися на данный момент способами литья, можно прийти к выводу о возможности изготовления данной отливки литьем по газифицируемым моделям.

При изготовлении отливок данной массы, габаритов и требований к качеству поверхности форма с выжигаемой пенополистироловой моделью

					22.03.02.2017.858.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

является наиболее экономичной, обеспечивая выполнение всех требований технических условий к качеству деталей.

2.3 Выбор положения отливки в форме

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;
- выбранное положение отливки в форме должно обеспечивать принцип направленного затвердевания;
- ответственные обрабатываемые поверхности нужно располагать внизу, что уменьшит брак по засорам и неметаллическим включениям.

Наилучшим положением отливки для соблюдения данных условий является расположение крышки вертикально. Помимо удобства формовки, вертикальное расположение обеспечивает удобный подвод металла, создает условие направленного затвердевания металла и формирование плотной структуры сплава в отливке.

2.4 Определение припусков на механическую обработку

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

Припуски на механическую обработку для отливок из черных и цветных металлов назначаются по ГОСТ Р 53464-2009 [5].

Точность отливки 10-0-0-10 по ГОСТ Р 53464-2009.

Припуски на механическую обработку представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Припуски на механическую обработку

Параметр	Размер		
	Номинальный размер, мм	120	53
Допуск на размер, мм	3,2	2,4	1,8
Класс размерной точности	10	10	10
Шероховатость (Ra)	5,0	10,0	20,0
Припуск на сторону, мм	5	3	1,6

2.5 Разработка конструкции и расчет литниковой системы

Литниково–питающая система (ЛПС) служит для обеспечения заполнения литейной формы металлом с оптимальной скоростью, исключающей образование в отливке недоливов и неметаллических включений, и компенсации объемной усадки в период затвердевания отливки с получением в ней металла заданной плотности. ЛПС должна также удовлетворять требованиям технологичности при изготовлении моделей, форм и отливок. При этом необходимо стремиться к созданию по возможности компактных ЛПС. Излишнее их развитие ведет к

					22.03.02.2017.858.00.00 ПЗ	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

перерасходу металла, завышению затрат труда, низкой эффективности использования оборудования и площадей.

Конкретная литая деталь представляет собой оригинальную конструкцию, что приводит к необходимости создания самостоятельной ЛПС для каждой отливки. Вместе с тем литые детали имеют много общего в размерах стенок, узлов, их сочленений, благодаря чему открываются возможности для типизации конструкций ЛПС и выработки общих методов их расчета.

2.5.1 Проектирование прибыли

Прибыли применяют для получения отливок с плотной структурой металла, характеризующейся отсутствием усадочных раковин и усадочной пористости. Прибыль с отливкой составляет общее литое тело. В процессе затвердевания металл переходит из прибыли в отливку и заполняет образующиеся в ней усадочные пустоты. В результате питания отливка получается плотной, а прибыль с усадочной раковиной.

Для питания отливки «Крышка» функцию прибыли будет выполнять литниково-питающая система. Поэтому отдельно рассчитывать параметры прибыли нет необходимости.

2.5.2 Расчет литниковой системы

Подвод металла к отливке будет осуществляться через литниково-питающую систему типа «центральный стояк», которая успешно используется в литье по выплавляемым моделям (ЛВМ). ЛПС этого типа представляет собой стояк компактного сечения, непосредственно к которому с

					22.03.02.2017.858.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

разных сторон присоединяются небольшие отливки с одним или двумя индивидуальными питателями. Центральный стояк является одновременно и литниковым ходом, и коллективной прибылью, а питатели соответственно выполняют и роль шеек прибылей. Центральное расположение стояка обуславливает естественное замедление его охлаждения и способствует направленному затвердеванию периферийно расположенных отливок [2].

Сечение стояка определяют рациональным размещением отливок. Рекомендуется брать стояки диаметром от 26 до 65 мм (при меньшем – недостаточно прочны, при большем – образуют громоздкие и тяжелые блоки). Принимаем сечение стояка квадратным со стороной $a_c = 50$ мм.

Расчет питателя осуществляется по формуле

$$R_{\text{пит}} = R \cdot R_y \cdot m \cdot \frac{l}{\sqrt{a_c}}$$

где k – коэффициент пропорциональности, для данной отливки с учетом массы $k = 7,5$;

R_y – приведенная толщина теплового узла, мм;

m_0 – масса отливки, кг;

$l_{\text{п}}$ – длина питателя, мм (выбирают от 5 до 12 мм, т.е. минимально достаточной для отрезки отливок от литников);

R_c – приведенная толщина сечения стояка, мм;

В целях обеспечения прочности модельного блока и удобства отделения отливки назначим длину питателя 10 мм.

В качестве теплового узла примем всю отливку. Тогда приведенная толщина теплового узла

					22.03.02.2017.858.00.00 ПЗ	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$R_y = \frac{V_y}{S_y} \quad (2)$$

где V_y – объем теплового узла, мм³;

S_y – поверхность охлаждения теплового узла, мм².

$$R_y = \frac{279160}{50236} \cdot 0,86 = 4,76 \text{ мм.}$$

Приведенная толщина сечения стояка

$$R_c = \frac{F_c}{P_c} \quad (3)$$

где F_c – площадь сечения стояка, мм²;

P_c – периметр сечения стояка, мм.

$$R_c = \frac{200}{12,5} = 16 \text{ мм.}$$

Определим приведенную толщину питателя по выражению (1)

$$R_{\text{пит}} = 1,25 \cdot 4,76 + 2,01 \cdot 16 = 5,25 \text{ мм.}$$

Выразим приведенную толщину питателя через периметр и площадь его сечения

$$R_{\text{пит}} = V_{\text{ит}} ,$$

1

где $F_{\text{пит}}$ – площадь сечения питателя, мм²;

$P_{\text{пит}}$ – периметр сечения питателя, мм.

Тогда

$$R_{\text{пит}} = \sqrt[4]{V_{\text{ит}} \cdot P_{\text{пит}}} = 5,25 \text{ мм.}$$

Следовательно, сторона сечения питателя

В заключении необходимо определить длину и площадь сечения стояка.

С учетом габаритов отливки и опоки примем общую длину стояка с учетом воронки – 850 мм. Площадь квадратного сечения составит 2500 мм².

Сечения элементов литниковой системы представлены на рисунке 1.

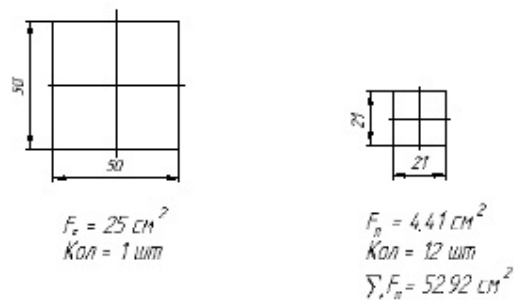


Рисунок 1 – Сечения элементов литниковой системы

С учетом массы литниковой системы общий технологический выход

годного $\sum TV_{\text{г}}$ для отливки «Крышка» рассчитаем по формуле

					22.03.02.2017.858.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

$$\sum T_{BГ} = \frac{m_{\phi}}{m_{лс} + m_{\phi}}, \quad (5)$$

где $m_{лс}$ – масса литниковой системы, кг.

Масса литниковой системы с учетом ее геометрии при плотности сплава 7200 кг/м³ составит 18 кг.

Тогда для отливки «Крышка» с учетом изготовления 12 отливок в форме

$$\sum T_{BГ} = \frac{2,01 \cdot 12}{18 + 2,01 \cdot 12} = 0,5726 \text{ или } 57,26 \%$$

2.6 Технология производства

ЛГМ является универсальным способом производства отливок. Он применяется в единичном, серийном и массовом производстве отливок из цветных и черных сплавов массой от нескольких грамм до десятков тонн. Однако, как и любой другой способ производства отливок, ЛГМ имеет рациональную область применения, которая определяется конструктивной сложностью детали, ее габаритами, видом сплава и требованиями к качеству.

Наибольшая рентабельность применения ЛГМ достигается при производстве отливок в автомобильной, электротехнической промышленности, для сельскохозяйственного и тракторного машиностроения, т.е. именно в тех отраслях промышленности требованиями к геометрической и весовой точности к чистоте поверхности.

2.6.1 Изготовление газифицируемых моделей

					22.03.02.2017.858.00.00 ПЗ	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Экономическая эффективность способа и качество отливок зависят в значительной степени от свойств материала модели. Практика использования и исследования их свойств в процессе термической деструкции при заливке формы показали, что материалы для газифицируемых моделей должны удовлетворять ряду требований:

- хорошо обрабатываться резанием, строганием, шлифованием и т.д.;
- хорошо смачиваться, но не растворяться быстросохнущими клеями и противопопригарными красками; сохранять хорошее сцепление с красками после высыхания;
- обладать стабильными свойствами при хранении;
- обладать минимальной гигроскопичностью;
- хорошо перерабатываться в пресс-формах в плиты, блоки, фасонные изделия при минимальном технологическом цикле;
- не вступать в физико-химическое взаимодействие с поверхностью пресс-формы;
- усадка на всех стадиях технологического процесса изготовления моделей должна быть минимальной, стабильной и мало зависеть от изменений технологических режимов;
- иметь минимальную стоимость;
- количество и токсичность продуктов, выделяющихся на всех стадиях переработки материала от исходного продукта до готовой отливки любыми технологическими способами, должны быть минимальными.

Указанные требования к материалам для газифицируемых моделей являются отражающими главные особенности технологического процесса.

					22.03.02.2017.858.00.00 ПЗ	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Наибольшее применение нашел полистирол. Исходными продуктами для получения полистирола являются этилен (C_2H_2) и бензол (C_6H_6). Жидкий стирол (C_6H_5CH)_n подвергают термической полимеризации с одновременным вводом в него низкокипящих компонентов (пентана и др.), что приводит к получению гранул полистирола.

Для изготовления моделей в данном курсовом проекте используется полистирол ПСВ-Л-1С (ТУ 6-05-041-354-72). Некоторые его характеристики:

- содержание порообразователя – не более 5,0 %;
- насыпная масса вспененных частиц – не более 20 г/л;
- скорость газификации при термическом ударе (900 °С) – не менее $9,5 \cdot 10^{-3}$ см/с;
- скорость плавления при термическом ударе (900 °С) – не менее 1,6 см/с;
- слипаемость частиц по классам 0, 1, 2, 3 – 0 – 1.

2.6.2 Процессы вспенивания и активация гранул

В технологическом процессе изготовления литейных газифицируемых моделей из гранул пенополистирола сначала производят их предварительное вспенивание для получения их насыпной плотности в пределах 16...25 кг/м³. Этого достигают путем обработки исходных гранул полистирола в автоклавах паром при 100...120 °С в течении 180...480 с.

В процессе предварительного вспенивания происходит нагрев гранул пенополистирола, при этом легкокипящий изопентан испаряется при 28...30 °С и создает внутри гранул давление. При 80 °С полистирол размягчается и под действием паров растягивается, гранула приобретает ячеистое строение с размерами ячейки 80...150 мкм и перегородками между ними толщиной 1...2 мкм. При этом насыпная масса гранул уменьшается, а внутри ячеек при охлаждении гранул образуется вакуум. Под действием внешнего давления

					22.03.02.2017.858.00.00 ПЗ	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

воздуха размер гранул может уменьшаться, что будет сказываться на прочности моделей. Поэтому предварительно вспененные гранулы выдерживают на воздухе для насыщения их воздухом (активации) в течении 80...100 часов, что стабилизирует их размеры и способность к дальнейшему вспениванию.

2.6.3 Формирование моделей в пресс-форме

Готовые подвспененные гранулы задувают в пресс-форму, на рабочую поверхность которой предварительно наносят разделительный слой, например, состава: мыло хозяйственное – 25 г, тальк – 25 г, вода – 1 л. Пресс-формы чаще всего изготавливают из алюминиевых сплавов.

Для заполнения пресс-форм гранулами используют задувочные установки, устанавливаемые на рабочих местах. Рабочая емкость установки заполняется гранулами. В крышке установки закреплена трубка так, что ее отверстие точно совпадает с задувочным отверстием емкости. В момент задува гранул в пресс-форму по трубке задается воздух под давлением 0,3...0,4 МПа; образуется грануло-воздушный поток. Гранулы заполняют рабочую полость пресс-формы, а воздух выходит через венты в ее стенках.

Заполненную пресс-форму необходимо нагреть до 100...110 °С . Для этого пресс-форму обрабатывают паром в автоклавах при температуре 105...120 °С и давлении 0,12...0,16 МПа. Время тепловой обработки определяют из расчета 120...180 с на каждые 0,01 м толщины стенки модели.

					22.03.02.2017.858.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

2.6.4 Сборка моделей в блок

Извлеченную из пресс-формы модель подвергают визуальному контролю на качество поверхности, наличие неспаев, недооформленных мест. При наличии дефектов уточняют технические режимы подвспенивания гранул и вспенивания в пресс-форме.

Полученные модели отливки и модели ЛПС собирают в блок. Их сборку осуществляют пайкой с помощью паяльника, нагретого до 150...300 °С, или склейкой клеями БФ-2, ПВА и др.

Неровности, стыки, трещины на блоке шпатлюют пастой состава: стеарин – 10...15 %, олифа – 23...28 % и декстрин – 57...42 %. После шпатлевки на модельный блок наносят противопопригарную краску ППУ-1 или ППУ-2. Хранить разведенную краску допускается в условиях отрицательных температур. Заморозка и разморозка не оказывают негативного влияния на технологические свойства покрытия. Упакована краска в полиэтиленовые пакеты весом от 10 до 50 кг, поставляется в виде порошка.

Окраска блоков моделей осуществляется методом окунания либо, при сложных конфигурациях отливок, индивидуальным окрашиванием. Затем блоки подвергают сушке в специальной камере при температуре 40...60 °С в течение 7...9 часов [3].

2.6.5 Определение габаритов опок

При литье по газифицируемым моделям используют вакуумные опоки. Опоки представляют собой сварные короба, предназначенные для формовки пенополистирольных модельных блоков огнеупорным наполнителем. Боковые и нижние стенки имеют вакуум-проводы, изолированные от внутреннего пространства опоки нержавеющей металлической сеткой. Установка модельного блока производится вручную. Расстояние от боковой стенки должно быть не менее 50 мм, а от нижней стенки – не менее 70 мм.

Размеры рабочего пространства опок определяются на начальной стадии проектирования и зависят от конфигурации модельного блока. Для перемещения грузоподъемным механизмом предусмотрены специальные цапфы. Опока может комплектоваться колесными парами для передвижения по рельсам.

Устанавливаем окончательные размеры опок: 1000x1000x1100 мм.

2.6.6 Формовка

Формовка является одним из важнейших факторов для получения точных отливок высокого качества. В качестве материала используют кварцевые или циркониевые пески. В данном курсовом проекте используется формовочный кварцевый песок с Кичигинского месторождения (Увельский район, Челябинская область). Основные его характеристики: высокое содержание диоксида кремния – более 98%; низкое содержание глинистой составляющей – до 1,5%; однородность и стабильный размер зерна – свыше 0,28 мм. Основной фракционный состав песка – 0,315...0,4 мм.

Алгоритм формовки:

					22.03.02.2017.858.00.00 ПЗ	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- засыпка песчаной подушки на дно опоки;
- уплотнение песчаной подушки;
- установка модели или куста;
- послойная засыпка и уплотнение.

Для уплотнения песка вокруг модели в вакуумной опоке используются вибростолы. Чтобы избежать недостаточного уплотнения и добиться качественного заполнения внутренних полостей модели необходимо использовать вибростолы с трехмерной вибрацией. Такие столы позволяют избежать возникновения различных дефектов, а также снизить вероятность образования на поверхности отливки пригара. Вибростолы оснащаются 3 парами вибродвигателей по два на каждую ось перемещения, а также пультом управления, который позволяет управлять временем и силой вибрации в зависимости от сложности отливки и положением модели в опоке.

Используем в качестве вибростола модель ВС–1200. Основные параметры: грузоподъемность – 4 тонны; размеры вибростола – 1200x1200x750 мм; максимальные размеры опоки – 1000x1000x1500 мм.

ЛГМ процесс подразумевает вакуумирование опоки перед заливкой металла. Опоки при помощи армированного шланга через гребенку подключаются к вакуумной системе, которая состоит из водоциркуляционного вакуумного насоса, ресивера, пылеуловителя, трубопроводов, сепаратора, обратных клапанов, системы управления и контроля. Вакуум в системе создается в процессе работы вакуумного насоса. Для работы насоса необходима вода, которая поступает из сепаратора и создает герметичную прослойку между корпусом насоса и импеллером.

В процессе заливки металла пенополистирольная модель сгорает, а газы, отведенные вакуумной системой, пропускаются через пылеуловитель мокрого типа. В пылеуловителе продукты деструкции пенополистирола осаживаются и

					22.03.02.2017.858.00.00 ПЗ	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

очищенный воздух поступает в насос. Очистка отведенных газов необходима для предотвращения зарастания импеллера насоса, кроме того значительно улучшается экологическая обстановка на производстве. Вакуумный ресивер, входящий в состав вакуумной системы, позволяет сохранять вакуум в опоке при выключенном насосе на протяжении 1...5 минут в зависимости от состояния пленки.

2.6.7 Плавильный агрегат и заливка металла

В качестве плавильного агрегата выбираем индукционную плавильную установку типа ИСТ-0,4/0,5, которая предназначена для индукционной плавки, перегрева и выдержки черных и цветных металлов.

Характеристики ИСТ–0,4/0,5:

- емкость печи – 500 кг;
- частота тока питающей сети – 50 Гц;
- максимальная температура нагрева печи – 1700 °С ;
- мощность преобразователя – 400 кВт;
- подъем печи – гидравлический;

Стоит отметить основные преимущества индукционных тигельных печей:

- передача энергии с помощью электромагнитного поля исключает загрязнение металла материалом электрода;
- незначительный угар легирующих элементов;

					22.03.02.2017.858.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

- естественное перемешивание жидкого металла под действием электромагнитных сил способствует выравниванию температуры и химического состава металла и ускоряет протекание металлургических процессов;
- процесс легко поддается регулированию температурного режима;
- индукционная печь отличается небольшими габаритами;
- значительно ниже уровень шума, меньше выделяется дыма, меньше тепловое излучение.

Состав шихтовых материалов приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Состав шихтовых материалов

Наименование материала	%
Лом чугуна 15А ГОСТ 2787-86	60,0
Возврат ВЧ50	19,0
Чугун передельный ПЛ1 кл. А ка. 2 ГОСТ 805-95	20,0
Ферромарганец ФМн78 ГОСТ 4755-91	0,2
Ферросилиций ФС65 ГОСТ 1415-93	0,8
ИТОГО:	100

Важнейшим требованием к химическому составу жидкого металла при получении высокопрочного чугуна с шаровидным графитом является низкое содержание серы – до 0,03%. При этом снижение содержания серы способствует уменьшению расхода дорогостоящих модификаторов.

При наведении основного шлака рекомендуется вводить известь (6 кг/т металла) для снижения избыточного количества серы на 0,001%. Содержание в чугуне демодификаторов Pb, Bi, Sn, Sb, As, Ti даже в незначительных количествах препятствует сфероидизации графита. С учетом этого требуется тщательный отбор шихтовых материалов. Не допускается использование лома неизвестного происхождения.

Шаровидная форма графита в чугуне достигается использованием модификаторов, содержащих магний, церий и иттрий. Модификаторы на основе магния в свою очередь разделяют на металлический магний и

					22.03.02.2017.858.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

магнийсодержащие лигатуры. Металлический магний имеет плотность в 4 раза меньшую, чем расплавленный чугун, поэтому при простом введении его в металл он всплывает и сгорает ослепительно ярким пламенем. При принудительном погружении его в расплав чугуна при температуре 1400 °С магний испаряется, и давление его паров может достигать 0,7 МПа. Пары магния, выходя из расплава, вызывают интенсивное перемешивание и выбросы металла. Над поверхностью расплава пары магния сгорают. Обычно в металле остается не более 1/10 количества введенного в него магния.

Для улучшения усвоения магния расплавом используется магнийсодержащие лигатуры: магний–кремний–железо, магний–никель, магний–медь, магний–никель–медь и др.

В данном курсовом проекте используется лигатура Mg–Ni–Сe. Температура чугуна при модифицировании должна быть 1480...1530 °С. Это объясняется тем, что на испарение магния, введенного в расплав, требуется значительное количество теплоты (при введении каждого 1% Mg температура чугуна снижается на 80...90 °С).

Перед заливкой металла ковш предварительно нагревают до 700...1000 °С с помощью газовых горелок. Температура заливки форм – 1340...1380 °С.

Химический состав ВЧ50 по ГОСТ 7293-85 указан в таблице 3.

Таблица 3 – Химический состав в % материала ВЧ50 ГОСТ 7293-85

C	Si	Mn	S	P	Cr
2,7...3,7	0,8...2,9	0,3...0,7	до 0,02	до 0,10	до 0,15

2.6.8 Финишные операции

					22.03.02.2017.858.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Выбивку отливок из форм производят после окончания процессов кристаллизации расплава и формирования отливок в форме. Продолжительность охлаждения отливок зависит от их массы и толщины стенок. Для сокращения времени охлаждения используют принудительное охлаждение отливок водой или сжатым воздухом.

Выбивку отливок производят на механических выбивных решетках. Они представляют собой решетчатую раму, опирающуюся на амортизаторы и приводимую в колебательное движение приводными механизмами.

После выбивки из форм отливки подвергают предварительному контролю, в ходе которого выявляют явные дефекты, такие, как незалив, нарушение геометрических форм и др. Годные отливки обрубуют, а затем очищают в очистном отделении литейного цеха.

Процесс обрубки заключается в отделении от отливок элементов литниково–питающей системы, которые отрезаются с помощью ленточных пил, газовой резкой или дисковыми пилами.

Для удаления остатков огнеупорного материала с поверхности отливок и улучшения ее качества, обрубленные отливки подвергают очистке галтовкой в барабанах периодического и непрерывного действия.

После очистки отливки передают на участок контроля. Основным документом, в соответствии с которым производят контроль, является чертеж отливки, а также стандарты предприятий, которые регламентируют изготовление литых деталей. Проверяют состояние поверхности и внешний вид отливки, размеры, механические свойства, химический состав и структуру металла, наличие внутренних дефектов. Для контроля используют как разрушающие (испытание прочности, твердости, ударной вязкости и др.), так и неразрушающие (магнитную и цветную дефектоскопию, люминесцентный контроль) методы [4].

					22.03.02.2017.858.00.00 ПЗ	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.6.9 Термическая обработка

В качестве термической обработки выбираем нормализацию. Нормализация отливок позволит снять внутренние напряжения и осуществляется по следующему режиму: нагрев до 925...950 °С, выдержка при этих температурах 3 часа, охлаждение на воздухе. В результате нормализации предел прочности чугуна при растяжении увеличивается на 20–40 %, а твердость возрастает почти в 1,5 раза.

3 СОСТАВ И СВОЙСТВА КРАСКИ ДЛЯ ЛГМ

Требования, предъявляемые к противопопригарным покрытиям для литья по газифицируемым моделям отличаются от требований, предъявляемых к противопопригарным покрытиям, используемым в традиционных методах литья. Эти особенности связаны, прежде всего, с тем, что покрытия наносятся на поверхность пенополистирольных моделей, а не на поверхность литейной формы, как при литье в песчано-глинистые формы, кокиль и т.д.

Кроме основного требования к покрытию – предохранить поверхность отливки от пригара, при литье по газифицируемым моделям к покрытию также предъявляется требование по упрочнению модели и модельного блока в целом. Это упрощает их транспортировку от места изготовления к месту формовки и предотвращает поломку блоков моделей во время формовки.

Важная роль отводится свойствам противопопригарных покрытий при удалении газообразных продуктов деструкции пенополистирола из зоны их образования, которое происходит через слой противопопригарного покрытия.

Большинство традиционно применяемых в литейном производстве противопопригарных покрытий оказались непригодными для ЛГМ по причине несмачиваемости поверхности модели, низкой газопроницаемости, высокой газотворности составляющих покрытия при заливке формы металлом, а также взаимодействия с материалом модели.

Противопригарные покрытия на спиртовой основе для литья по газифицируемым моделям вполне отвечают предъявленным требованиям, являются быстросохнущими и обеспечивают получение отливок из различных сплавов с высокой степенью чистоты поверхности. Однако при использовании их в производственных условиях возникают экологические проблемы. Поэтому

					22.03.02.2017.858.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

возникла потребность в разработке покрытия для литья по газифицируемым моделям на водной основе.

Известны покрытия на основе водных растворов декстрина, бентонита и лигносульфоната технического, а также покрытия, где в качестве стабилизатора красочной суспензии использовали раствор натрийкарбоксиметилцеллюлозы, а основным связующим являются различные смолы [6].

В настоящее время находят применение противопопригарные покрытия для моделей ЛГМ следующих марок: ППУ-1, АПВД-2, Polytop FS 1, Polytop FS 3, а также быстросохнущие краски на водной основе [7], которые имеют в своем составе этиловый спирт и смолу СФЖ-309, отличающиеся повышенной газотворностью и экологической опасностью.

При этом на большинстве предприятий ЛГМ до недавнего времени широко использовали импортные модельные краски. Передовиком в этом отношении являлась фирма «FOSECO». Однако в связи с антироссийскими санкциями Евросоюза поставка таких материалов прекращена, что ведет к закрытию целого ряда предприятий. В этом отношении очевидна необходимость импортозамещения в отношении модельных красок для литья по газифицируемым моделям.

В связи с этим технологической задачей, решаемой в ходе исследований, являлась разработка составов красок из отечественных материалов, которые обеспечили бы улучшение качества изготовления ЛГМ сложнопрофильных крупногабаритных чугунных отливок ответственного назначения за счет увеличения смачивающей и кроющей способности, повышения адгезии к полистирольной модели, увеличения газопроницаемости, термочности и противопопригарных свойств покрытия при его минимальной газотворности, ускоренном химическом отверждении и экологичности.

3.1 Выбор состава противопопригарного покрытия

					22.03.02.2017.858.00.00 ПЗ	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для решения поставленной задачи представлялось целесообразным использовать помимо «традиционных» добавок (крахмал (загуститель), бентонит (стабилизатор), лигносульфонат технический (связующее и поверхностно-активное вещество), смачиватель ОП-7) следующие прогрессивные материалы: водный раствор алюмоборфосфатного концентрата (АБФК), периклаз порошкообразный, наноструктурированный алмазный порошок, возвратная шихта электродного производства.

При выборе материалов исходили из следующих предпосылок:

- использование водного раствора алюмоборфосфатного концентрата в качестве связующего обеспечивает требуемые реологические свойства состава краски и его адгезию к полистирольной модели;
- введение в состав краски порошкообразного периклаза диктуется необходимостью ускоренного химического затвердевания суспензии на блоке моделей;
- применение в качестве наполнителя возвратной шихты электродного производства обеспечивает повышенные термочность и противопожарную способность краски, а также дополнительный модифицирующий эффект для отливок из чугуна.
- введение в состав покрытия наноструктурированного алмазного порошка, частицы которого являются центрами кристаллизации, способствуют получению мелкозернистой структуры поверхностного слоя стальных и чугунных отливок и, тем самым, повышению их поверхностной твердости и прочности.

Наноструктурированный алмазный порошок состоит из тугоплавких ультрадисперсных частиц. Ультрадисперсный алмаз, или наноалмаз – это углеродная структура, имеющая кристаллическую решетку типа алмаза и размеры от 1...10 нм. При этом наиболее предпочтительно

					22.03.02.2017.858.00.00 ПЗ	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

использовать алмазный порошок, полученный ударно-волновым синтезом. В результате синтеза в сильнонеравновесных условиях получают уникальные нанокристаллические структуры. Применяемый в составе покрытия материал имеет средний размер частиц 125...135 нм, доля частиц размером менее 100 нм составляет порядка 20 %, что позволяет отнести используемый материал к наноструктурированному.

Состав противопригарного покрытия указан в таблице 4.

Таблица 4 – Состав противопригарного покрытия

Наименование материала	%
Водный раствор алюмоборфосфатного концентрата (АБФК)	60,0...70,0
Периклаз порошкообразный	1,5...2,0
Наноструктурированный алмазный порошок	1,3...2,0
Вещество вспомогательное (смачиватель) ОП-7	0,05...0,10
Возвратная шихта электродного производства	остальное

При этом, периклаз порошкообразный, наноструктурированный алмазный порошок и возвратную шихту электродного производства предварительно смешивают и осуществляют физическую активацию путем воздействия на указанные ингредиенты тихим разрядом напряженностью 500...900 В/м в течение 90...120 с. Воздействие тихого разряда в процессе подготовки состава покрытия повышает его адгезию к гладким поверхностям сложнопрофильных полистирольных моделей. Далее активированную смесь засыпают в водный раствор алюмоборфосфатного концентрата, вводят вещество вспомогательное (смачиватель) ОП-7, перемешивают до состояния однородной суспензии и наносят ее на блок полистирольных моделей, формируя на них противопригарное покрытие.

					22.03.02.2017.858.00.00 ПЗ	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.2 Экспериментальные исследования

Сравнительные показатели свойств противопопригарных покрытий представлены в таблице 5. В качестве базового рассматривался состав покрытия ППУ-1 (ТУ 4191-001-151102120-2012).

Таблица 5 – Свойства противопопригарных модельных красок

Наименование свойств	Базовый вариант	Разработанный состав
1. Вязкость по ВЗ-6, с	16	18
2. Седиментационная устойчивость, %	85	96
3. Краевой угол смачивания, град.	86	26
4. Работа адгезии покрытия к полистирольной модели, мДж/м ²	98	148
5. Остаточная влажность, %	3,8	1,3
6. Газотворность покрытия, см ³ /г	5,5	2,6
7. Газопроницаемость покрытия, ед	8,5	53
8. Огнеупорность, °С	1720	1780

Определение противопопригарных свойств модельных красок проводилось на исследовательской партии отливок с наработкой 4 тонны чугунных отливок.

					22.03.02.2017.858.00.00 ПЗ	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Краску наносили обливом. Температура заливки чугуна 1370...1420 °С. Отливки перед испытаниями подвергались термообработке в соответствии с техническими требованиями на отливку и дробеметной очистке. Далее проводился визуальный осмотр экспериментальной отливки на наличие дефектов (наличие пригара, раковин) а также проверялась точность геометрии. По каждому составу определялась доля бездефектных отливок от их общего количества. Результаты исследований представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Свойства опытных отливок

Наименование показателя	Базовый вариант	Разработанный состав
1. Доля отливок без пригара, %	85	98
2. Доля отливок без газовых раковин, %	88	97
3. Доля отливок, имеющих соответствие геометрических размеров классу точности по ГОСТ Р 53464-2009, %	90	99

Опираясь на результаты исследований можно с уверенностью утверждать, что предлагаемая краска является экологически безопасной, водной, химически отверждаемой, термостойкой. Ее использование обеспечивает существенное снижение брака (по газовым раковинам, неточности геометрии, пригару и др.) чугунных отливок ответственного назначения и улучшение экологической обстановки в цехе. Учитывая повышенные технологические свойства, краска рекомендуется к применению на отечественных и зарубежных предприятиях литья по газифицируемым моделям.

4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

					22.03.02.2017.858.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

4.1 Общая характеристика литейного цеха

В цехе учтены производственные, транспортные, экономические и другие требования. Следует иметь в виду создание благоприятной гигиенической обстановки и устранение опасностей для всех категорий работающих в цехе. Место расположения площадки должно обеспечивать возможность соблюдения санитарных норм по предельным концентрациям вредных выбросов в атмосферу, водоемы и наиболее целесообразное расселение рабочих, и доставку их до места работы. Цех и отдельно стоящие производственные сооружения по отношению к жилым районам расположены с подветренной стороны к ветрам преобладающего направления. Места для отвалов и отходов, выделяющих в атмосферу дым, газы, запахи, расположены с подветренной стороны по отношению к площадке предприятия. Между цехом и жилыми районами создана санитарно-защитная зона, ширина которой зависит от количества вредностей, выбрасываемых цехом в воздушный бассейн.

Для безопасности передвижения по территории цеха большое внимание уделено организации грузопотоков. Здание одноэтажное. Каркас здания металлический, сейсмостойчивый (до 8 баллов). Колонны коробчатого типа, перекрытия: профнастил, пенобетон, мягкая кровля.

В плавильном отделении предусмотрены механизмы открывания и закрывания фрамуг, обеспечивающие естественную вентиляцию. Естественное освещение достигается за счет остекления наружных продольных стен. Установка фонарей обеспечивает искусственное освещения.

Полы в литейном цехе должны обладать высокой прочностью, износостойкостью к воздействию агрессивных сред, расплавленных металлов, раскаленных деталей. С учетом вышесказанного в отделениях литейного цеха применяют типы полов, удовлетворяющие требованиям: диэлектричности,

безыскровости, беспыльности, бесшовности, теплоусвоения, повышенной химической стойкости. Таким образом, в плавильном, формовочном, выбивном, обрубном отделениях, а также в закромах формовочных материалов литейного цеха предусмотрены стальные перфорированные плиты, толщиной 1,5...3 мм, а на участке заливки плиты из жаростойкого бетона. Для складов шихты применяют стальные рифленые плиты толщиной 8 мм.

При укладке шихтовых, формовочных материалов, применяемых в цехе, учтены способы хранения и предельная высота хранения. Ширина проезда 3 м. В помещениях, используются такие способы перемещения грузов, которые наилучшим образом отвечают требованиям данного производства.

Для складирования грузов отводятся специальные места. Главные входы и въезды на территорию цеха предусмотрены со стороны основных подходов и подъездов рабочих. От входов на территорию устраивают пешеходные дороги к цеху. Вдоль цеха предусмотрены автомобильные дороги и тротуары. Все дороги в летнее время поливают водой, а в зимнее очищают от снега и льда.

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

Зелень служит барьером, защищающим от пыли, дыма, газов, шума, ветров; она ослабляет отрицательное влияние высокой температуры летом и освежает воздух. Между санитарно-защитной зоной и жилым районом предусмотрена полоса древесно-кустарниковых насаждений шириной 20 м. Все площадки, лестницы, канавы ограждаются перилами, высотой 1,2 м со сплошной обшивкой понизу на высоту 0,2 м. Лестницы имеют уклон 40° [8].

4.2 Анализ производственных и экологических опасностей

					22.03.02.2017.858.00.00 ПЗ	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Отталкиваясь от определения опасного производственного фактора, выделены основные ОПФ в цехе: движущиеся машины и механизмы, различные подъемно-транспортные устройства, повышенная температура поверхностей оборудования, пыль дезинтеграции и конденсации, выделение различных составов паров, тепловой поток, избыточное выделение теплоты, повышенный уровень шума, вибрации, электромагнитных излучений, повышенное значение напряжение напряжения в электрических цепях.

В литейном цехе предусмотрены следующие мероприятия по технике безопасности и промышленной санитарии:

- установлена группа циклонов (дешевизна и простота устройства и эксплуатации, относительно небольшого сопротивления и высокой производительности);
- установлены линии механической регенерации формовочной смеси;
- использование смесей, либо не содержащих, либо включающих минимальное количество токсичных компонентов;
- широкое использование систем регенерации формовочных песков с целью их многократного применения в составах формовочных смесей;
- изолирование производственных участков и отделений с вредными технологическими процессами;
- установка тепловых завес для сохранения в цехе тепла в зимнее время;
- установка звуковых сигналов на мостовых кранах.

4.3 Вибрация

Фактическая величина вибрации на рабочих местах поддерживается ниже допустимого уровня за счет проведения технических мероприятий двух направлений: воздействие на источник вибрации и снижение вибрации на пути ее возникновения. Гигиенические нормы вибрации приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Гигиенические нормы вибрации по ГОСТ 12.1.012-90

Вид вибрации	Допустимый уровень виброскоростей (дБ) в активных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц						
	2	4	8	16	31,5	63	125
Транспортно - технологическая	117	108	102	101	101	101	–
Локальная	–	–	115	109	109	109	109

4.4 Шум

Защита от вредного воздействия шума достигается рациональной планировкой и размещением оборудования в цехе. Рабочие используют средства индивидуальной защиты – наушники. В помещении с высоким уровнем шума применяются объемные звукопоглотители, подвешиваемые к потолку.

Интенсивный шум на производстве способствует снижению внимания, быстроты реакции и увеличения числа ошибок при выполнении работ. Нормируемые параметры шума на рабочих местах определены ГОСТ 12.1.003-93 и представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Допустимые уровни звука в литейном цехе

Рабочие места	Уровни звукового давления дБ в октавных полосах, Гц									Уровни звука, дБ
	31	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Помещения управления, рабочие комнаты	93	79	70	68	58	55	52	50	49	60

Постоянные рабочие места	110	99	92	86	83	80	78	76	74	85
--------------------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

4.5 Пожаровзрывобезопасность

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

Обеспечение пожарной безопасности промышленных предприятий достигается соблюдением требований регламентированных СНиП 2.09.02-85 и СНиП 2.01.02-85.

При проектировании производственных зданий в обязательном порядке предусматриваются пути эвакуации выхода людей во время пожара. В соответствии с требованиями СНиП 2.01.02-85 эвакуационные пути должны обеспечивать эвакуацию всех людей, находящихся в здании цеха в течении необходимого времени эвакуации. Для тушения пожара используют огнетушители, пожарные краны, песок, пожарные багры, ведра и оборудованные щиты.

Основным преимуществом предотвращения взрывов является строгое соблюдение нормативных параметров технологических процессов, что исключает возможность образования взрывоопасных систем.

Взрывопредупреждение достигается предотвращением появления источника взрыва (открытого пламени, электрического разряда, искры и так далее). Для этого соблюдается регламент огневых работ, режим нагрева оборудования, использовать инструмент не образующий искры, взрывозащитное оборудование.

					22.03.02.2017.858.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

В производственном процессе литейного цеха используют разнообразные сосуды, работающие под давлением: баллоны для перевозки и хранения сжатых, сжиженных и растворенных газов, цистерны и бочки для перевозки сжиженных газов под давлением, цистерны для перевозки и хранения газа, жидкостей и сыпучих материалов без давления, но опорожняемых под давлением. Неправильная эксплуатация сосуда, работающего под давлением, может привести к взрыву. Порядок работы с сосудами под давлением регламентирован «Правилами устройства и безопасности эксплуатации сосудов под давлением».

4.6 Отопления и вентиляция

Теплоносителем для системы отопления в производственных помещениях является горячая вода с температурой 150 °С.

Для предупреждения повышенной запыленности и загазованности воздуха рабочей зоны и окружающей среды, а также опасности отравления, применяют:

- местные отсосы и общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию рабочих и складских помещений, обеспечивающие состояние воздушной среды помещений и рабочих зон согласно ГОСТ 12.1.005-98 (2001);
- технические средства улавливания и очистки удаляемого вентиляцией загрязненного воздуха от химических вредных веществ.

Помимо естественной вентиляции, осуществляемой под действием разности температур наружного и внутреннего воздуха и ветра, организованной за счет установки светоаэрационных фонарей под углом 90° к направлению ветров, вентиляцию обеспечивают приточные и вытяжные вентиляционные системы, выполненные в соответствии с СНиП 2.04.05-91 (2000, с изм. 3 2002). Воздух, который удаляется системами вентиляции, очищается перед выбросом в атмосферу с помощью скрубберов, циклонов и электрофильтров.

					22.03.02.2017.858.00.00 ПЗ	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4.7 Электробезопасность

Электрические устройства цеха выполняются в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.019-79 (2001).

Электроустановки с открытыми токоведущими частями надежно ограждены и расположены в местах недоступных для рабочего персонала. Также цех является помещением повышенной электронасыщенности, поэтому проверку изоляции производят не реже одного раза в месяц. Аварийные кнопки «Стоп» окрашены в яркий красный цвет, отчетливо выделяются на фоне механизмов.

Для предупреждения поражения электрическим током выполняются следующие операции:

- надежное заземление металлических частей электрооборудования и электроаппаратуры, которые могут оказаться под напряжением;
- надежная изоляция наружной электропроводки от механических и термических повреждений;
- блокировка, обеспечивающая отключение электротока при загрузке и разгрузке электрических печей с открытыми нагревательными элементами сопротивления;
- термоэлектроизоляция ручек плавильного инструмента;
- выполнение «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭ)» и «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок (ПТБ)», утвержденных Госэнергонадзором.

4.8 Безопасность производственного оборудования

					22.03.02.2017.858.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

Безопасность оборудования в литейном цехе достигается за счет использования различных устройств безопасности, в соответствии с ГОСТ 12.4.011-89 и ГОСТ 12.4.125-85. Согласно указанным документам средства защиты от воздействия разделяют на предохранительные, тормозные, автоматического контроля и сигнализации, дистанционного управления и знаки безопасности.

Для обеспечения безопасности рабочего персонала и предупреждения травматизма выполняются следующие меры:

- станины машин, корпуса электродвигателей и другие металлические части, которые могут быть под напряжением, заземлены;
- перед включением проверяется заземление оборудования;
- металлический инструмент, применяемый при обслуживании литейной установки, имеет электроизолированные ручки;
- перед началом работы рабочий должен проверить исправность оборудования и убедиться в его работоспособности, а также систем управления;
- температура наружных поверхностей не выше 45 °С;
- для предупреждения вредного воздействия шума предусмотрена облицовка внутренних поверхностей помещений звукопоглощающими материалами на участках разделки, и очистки шихтовых материалов, противошумные наушники и вкладыши.

4.9 Вредные вещества

К опасным и вредным производственным факторам в цехе относятся пыль, выделяющиеся газы и пары в соответствии с ГОСТ 12.0.002-03 и ГОСТ 12.0.003-03. Источниками выделения пыли и газа являются плавильные агрегаты, оборудование для вспенивания полистирола, участки формовки, выбивки и очистки отливок.

Основную часть пыли составляет диоксид кремния – примерно 10%. Пыль может оказывать на организм человека фиброгенное раздражающее и токсическое действие. Степень опасности пыли зависит от формы, размеров частиц, их твердости, электростатичности.

Основным вредным газом является окись углерода, источником выделения которого служит: участок окраски и сушки моделей, индукционная печь, залитые формы в процессе их остывания.

К газам, загрязняющим воздух литейного цеха, относятся:

- оксид азота (класс опасности 4);
- оксид углерода (класс опасности 4);
- диоксид серы (класс опасности 3);
- углекислый газ (класс опасности 4);

Горючие газы и пары, газодисперсные системы являются потенциальными источниками пожаровзрывоопасности. В помещениях цеха, где возможно выделение в атмосферу горючих газов и паров, установлены сигнализаторы взрывоопасных концентраций и аварийная вытяжная вентиляция.

Контроль содержания вредных веществ 2-4 классов в воздухе цеха проводится по графику. Для устранения вредного воздействия выделяющихся при производстве веществ на рабочих, население и окружающую среду предусмотрена очистка технологических выбросов.

					22.03.02.2017.858.00.00 ПЗ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны и воздухе населенных мест не должно превышать установленных ПДК (таблица 9).

Таблица 9 – ПДК вредных веществ, сопутствующих литейному производству

Наименование веществ	ПДК, мг/м ³	ПДК, мг/м ³ по факту в цехе
	Максимально разовые содержания в рабочей зоне	
Окислы азота	5	3
Кремнесодержащие пыли (SiO ₂ > 70%)	1	0,5
Известняк	6	4
Окись углерода	20	15
Оксиды марганца	0,3	0,1

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработана технология изготовления отливки «Крышка» из чугуна марки ВЧ50 для литья по газифицируемым моделям. В специальной части рассмотрены основные проблемы современных противопригарных покрытий и приведен состав краски с улучшенными показателями.

В разделе «Безопасность жизнедеятельности» рассмотрены вопросы, связанные с условиями труда в литейном цехе, факторами производственных опасностей, требованиями безопасности, рабочим местам, производственным помещениям и оборудованию.

Приложением к выпускной квалификационной работе является графическая часть, разработанная на основе нормативно – технической документации и расчетов, приведенных в пояснительной записке.

					22.03.02.2017.858.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шуляк, В. С. Литье по газифицируемым моделям / В. С. Шуляк. – СПб.: НПО «Профессионал», 2007. – 408 с.

2. Литье по выплавляемым моделям / В. Н. Иванов, С. А. Казеннов, Б. С. Курчман и др.; под общ. ред. Я. И. Шкленника. – 3-изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1984. – 408 с.

3. Кулаков, Б. А. Специальные способы литья. Литье в разовые формы: учебное пособие / Б. А. Кулаков, Л. Г. Знаменский, О. В. Ивочкина. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009. – 171 с.

4. Матвеевко, И. В. Оборудование литейных цехов: Учебное пособие. Ч. 2/ И. В. Матвеевко. – М.: МГИУ, 2009. – 308 с.

5. Технологические процессы литья: учебное пособие / В. К. Дубровин, А. В. Карпинский, О. М. Заславская. – Челябинск: - Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 194 с.

6. Литейные формовочные материалы. Формовочные, стержневые смеси и покрытия: справочник / А.Н. Болдин, Н.И. Давыдов, С.С. Жуковский и др. – М.: Машиностроение, 2006. – 507 с.

7. Давыдов, Н.И. Литейные противопопригарные покрытия: справочник / Н.И. Давыдов. – М.: Машиностроение, 2009. – 240 с.

8. Горбунов, С.Е. Безопасность жизнедеятельности: конспект лекций / С.Е. Горбунов – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 1993. – 95 с.

9. Иванов, Б. С. Охрана труда в литейном и термическом производстве: Учебник для учащихся средних специальных учебных заведений по специальности «Литейное производство» и «Металловедение и термическая обработка металлов»/ Б. С. Иванов. – М.: Машиностроение, 1990. – 224 с.

					22.03.02.2017.858.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43