

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой.
д. т. н. профессор
/Б. А. Кулаков
«__»_____2019г.

Технология изготовления отливки "Корпус сквозная"

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-22.03.02.2019.537.00.00 ПЗ ВКР

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

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

Автор проекта
студент группы
ПЗ-537
Д.А. Савченко
«__»_____2019г.

АННОТАЦИЯ

Савченко Д.А. Технологический процесс изготовления отливки «Крышка сквозная». – Челябинск: ЮУрГУ, ПЗ-537, 2019, 53 с., 8 ил., библиогр. список – 13 наим., 2 листа чертежей ф. А1, 3 плаката.

В выпускной квалификационной работе рассмотрен технологический процесс изготовления отливки «Крышка сквозная» из чугуна марки СЧ20 по ГОСТ 1412-85.

Разработанная технология включает следующие решения:

- выбор способа изготовления и положения отливки в форме при заливке и затвердевании;
- определение поверхности разъема;
- разработка литниковой системы;
- разработана система контроля технологии и качества отливки.

В специальной части работы проведен анализ кокильных покрытий.

В разделе безопасность жизнедеятельности представлены по обеспечению безопасной работы литейного цеха.

					<i>22.03.02.2019.271.00.00 ПЗ</i>			
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Савченко Д.А.</i>			<i>Технологический процесс изготовления отливки «Крышка сквозная»</i>	<i>Лит.</i>	<i>Листов</i>	<i>Лист</i>
<i>Провер.</i>		<i>Карпинский А.В.</i>				<i>В</i>	<i>53</i>	<i>3</i>
<i>Т.конт.</i>						<i>ЮУрГУ Кафедра ЛП</i>		
<i>Н.конт.</i>								
<i>Утв.</i>								

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ.....	8
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	13
2.1 Характеристика литой детали и условий ее службы.....	13
2.2 Материал отливки и его свойства.....	13
2.3 Выбор способа производства отливки.....	14
2.4 Припуски на механическую обработку.....	15
2.5 Выбор положения отливки в форме.....	16
2.6 Определение поверхности разъема формы.....	16
2.7 Конструирование и расчет прибылей и литниковой системы.....	18
2.8 Технологическое оборудование и оснастка для кокильного литья.....	21
2.9 Определение толщины стенки кокиля.....	23
2.10 Технологический процесс кокильного литья.....	24
2.11 Выплавка металла.....	25
2.12 Возможные дефекты отливок и меры по их предупреждению и устранению.....	30
3 ВИДЫ КОКИЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ.....	32
3.1 Назначение и классификация покрытий.....	32
3.2 Свойства покрытий.....	33
3.2.1 Термофизические свойства.....	33
3.2.2 Термомеханические свойства.....	34
3.2.3 Химические свойства.....	35
3.2.4 Технологические свойства.....	36
3.3 Виды покрытий.....	37
3.3.1 Постоянные тонкослойные покрытия.....	37
3.3.2 Разовые толстослойные покрытия (облицовки).....	37

3.4 Кокильные покрытия для чугунного литья.....	38
4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	42
4.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	43
4.1.1 Вредные вещества.....	44
4.1.2 Микроклимат.....	44
4.1.3 Электробезопасность.....	47
4.2 Безопасность производственных процессов и оборудования.....	48
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	51
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	52

ВВЕДЕНИЕ

Любая машина или изделие состоит из отдельных деталей, выполненных из различных материалов и изготовленных определенными способами (литьем, сваркой, ковкой, штамповкой, механообработкой и др.).

Среди способов изготовления деталей литье занимает ведущее место, несколько уступая в последние годы сварке. Доля литых деталей в конструкции современных машин колеблется в широких пределах от 25 до 80 %, составляя в среднем около 40%.

Литые детали отличаются весьма широким разнообразием по массе (от нескольких грамм до сотен тонн), габаритам (от нескольких миллиметров до нескольких метров).

Их изготавливают из различных сплавов, материалов, в том числе и пластмасс. Методы литья при этом могут использоваться самые разнообразные в зависимости от требований к качеству деталей, серийности их изготовления.

Различают шесть групп сложности отливок, что накладывает определенный отпечаток на изготовление детали. Простые детали могут изготавливаться без стержней, а сложные практически выполняются из стержней (до 40 стержней на отливку).

Конструкция детали разрабатывается конструктором машины, и он в меньшей мере думает о том, каким методом будет изготавливаться деталь и конечно не учитывает особенностей литейной технологии. Поэтому до 80% деталей затем дорабатываются инженерами-технологами, в том числе и литейщиками. Их усилия сводятся к повышению технологичности детали (снижению массы, энергозатрат, снижению брака).

Технический прогресс и появление новейших видов машин и изделий обуславливают разработку прогрессивных способов литья, обеспечивающих выполнение непрерывно возрастающих требований к отливкам. В настоящее время зафиксировано около 60 различных способов литья, которые применяются

					22.03.02.2019.271.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		6

на практике. Каждый способ литья обладает своими достоинствами и недостатками и имеет свои наиболее эффективные области применения.

Литейное производство – одна из древнейших отраслей металлообработки. Основные принципы ряда рассмотренных способов литья (например, литье в обычные песчано-глинистые формы, литье по выплавляемым моделям) известны с древности. Однако большинство способов сформировалось в XX в. Процесс разработки новых способов литья продолжается, и их количество увеличивается.

Основные тенденции развития специальных способов литья сводятся к разработке полностью автоматизированных комплексов технологического оборудования, разработке и внедрению систем автоматизированного проектирования технологии и оснастки, поиску и внедрению новых технологических материалов, обеспечивающих повышение качества отливок, снижение их себестоимости и повышение экологической чистоты технологии.

Формирование свойств отливок начинается уже на стадии приготовления качественного жидкого расплава, поэтому все большее внимание литейщики уделяют применению современных плавильных агрегатов и процессов, позволяющих получать металл необходимого состава и требуемых свойств.

Цель курсового проекта является разработка технологии изготовления отливки «Крышка сквозная» из чугуна СЧ20 ГОСТ 1412-85. Эскиз детали приведен на рисунке 1.

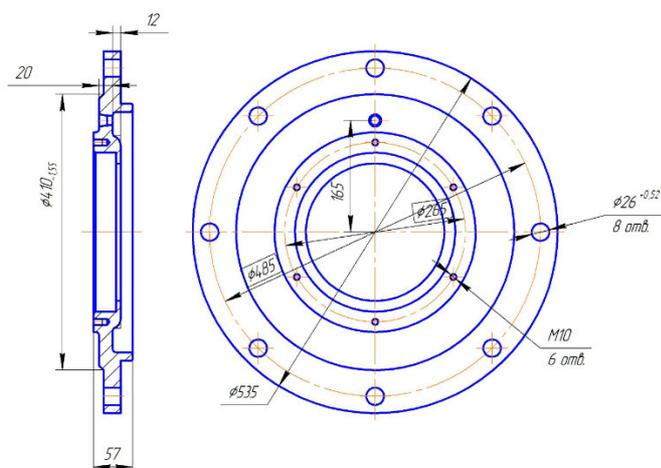


Рисунок 1 – Эскиз детали «Крышка сквозная»

1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ

Мировой рынок отливок из сплавов черных и цветных металлов постоянно находится в динамике. Это обусловлено как развитием потребляющих отраслей (прежде всего, растущим выпуском продукции машиностроения), возрастающими требованиями к качеству продукции, так и постоянным развитием литейных процессов.

Растущий поток технической информации отображает разработку инженерами и учеными новых технологий и материалов. Традиционная статистика производства отливок показывает достаточно четкий тренд мировой литейной отрасли.

После глобального экономического спада в 2009 г. мировое литейное производство достаточно интенсивно наращивало выпуск литья, который в пиковый 2014 г. составил 105,2 млн. т или вырос на 30,9 %. Однако в последующие годы наблюдается определенная стабилизация производства и замедление темпов роста (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Характеристики производства отливок в мире

Одна из основных причин такого процесса, обусловлена выходом на массовый потребительский рынок электрических и иных транспортных средств с неуглеводородными типами двигателей (декарбонизация и депетролиумизация транспорта), что повлекло уменьшение доли литых деталей в автомобилях при замене двигателей внутреннего сгорания (ДВС) на электромоторы.

В тоже время сравнительный анализ географии мирового производства отливок в 2012 и 2016 гг. указывает на ряд характерных тенденций. Во-первых, бесспорным лидером рынка является Китай, который укрепил свои позиции увеличением доли за отчетный период с 42,2 до 45,2 %.

На второе место переместилась Индия (10,9 %), оттеснив на третье место США (9,0 %). Следует отметить, что суммарное производство отливок первой десяткой стран в 2016 г. увеличилось на 3,4 % против уровня 2012 г. и составило 91,6 млн. т. В целом же, в 2016 г. в мире было произведено 104,4 млн. т отливок или на 3,5 % больше, чем в 2012 г. Что касается оценки итогов работы литейщиков в 2017 г., то полагаем, что мировое производство отливок составит 104...105 млн. т.

Таблица 1.1 – Рейтинг мировых производителей отливок в 2012 и 2016 гг.

Рейтинг 2012	Страна	2012		Рейтинг 2016	Страна	2016		2016 к 2012, %
		Производство, млн. т	Доля, %			Производство, млн. т	Доля, %	
1	Китай	42,500	42,15	1	Китай	47,200	45,22	110,1
2	США	12,825	12,72	2	Индия	11,350	10,87	121,5
3	Индия	9,344	9,27	3	США	9,395	9,00	73,3
4	Япония	5,343	5,30	4	Япония	5,203	4,99	97,4
5	Германия	5,214	5,17	5	Германия	5,168	4,95	99,1
6	Россия	4,300	4,26	6	Россия	3,900	3,74	90,7
7	Бразилия	2,860	2,84	7	Республика Корея	2,610	2,50	107,1
8	Республика Корея	2,436	2,42	8	Мексика	2,560	2,45	155,0
9	Италия	1,960	1,94	9	Бразилия	2,103	2,01	73,5
10	Франция	1,800	1,79	10	Италия	2,080	1,99	106,1
	Всего	88,582	87,85		Всего	91,569	87,73	103,4
	Прочие 27 стран	12,253	12,15		Прочие 26 стран	12,810	12,27	104,5
	Итого	100,835	100,00		Итого	104,379	100,00	103,5

22.03.02.2019.271.00.00 ПЗ

Лист

Следует отметить, что за период с 2012 по 2016 г. произошли определенные изменения и в структуре сплавов, применяемых при производстве отливок в мировом измерении. Так, если доля алюминиевых сплавов увеличилась с 13,9 до 17,1 %, то доля чугуна серого уменьшилась с 45,6 до 44,3%, ВЧШГ – с 25 до 24,4 %, а стали с 11,2 до 10,2 % (рисунок 1.2). Таким образом, налицо расширение сферы использования продукции из алюминиевых сплавов в потребляющих отраслях мировой экономики.



Рисунок 1.2 – Металлоструктура литья (%), производимого в мире в 2012 и 2016 гг. [1]

Литейное производство России в XXI веке переживает существенные трудности и сталкивается с новыми вызовами. Для воссоздания и поддержания литейного производства на качественно новом технологическом уровне с учетом концепции «Промышленность 4.0» необходимо не только разработать программу развития машиностроения, но и программы импортозамещения и экспортной поддержки литейных компаний.

Кроме того, для подготовки современных специалистов-металлургов/литейщиков следует стимулировать техническое перевооружение соответствующих кафедр университетов и научных центров.

Динамика объемов производства в России отливок, оборудования и материалов приведена в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Динамика объемов производств в России отливок, оборудования и материалов

Годы	2012	2016	2020
Производство отливок, %	82	90	96
Производство оборудования, %	30	35	45
Производство материалов, %	70	80	85

Отечественное литейное оборудование, в основном производится на следующих предприятиях: АО «Сиблитмаш», АО «Дальэнергомаш» – «Амурлитмаш», ООО «Литмашприбор», ООО «Униреп-сервис», ООО «Тебова – Нур», ООО «Завод АКС», ООО «Толедо». Плавильное оборудование производят: ООО СКБ «Сибэлектротерм», ООО «НПФ Комтер», ООО «Рэлтек», ЗАО «Накал-Промышленные печи», Новозыбковский завод электротехнического оборудования, Саратовский завод «Электротерм-93», ООО «Электротехнология», г. Екатеринбург и ООО «Курай» г. Уфа.

Однако они не полностью удовлетворяют потребность литейных цехов и заводов. Поэтому около 65% литейного оборудования закупается за рубежом, в таких странах как Германия, Италия, Китай, Япония, Турция, Чехия и др.

В настоящее время в России не производится следующее оборудование:

- автоматические и механизированные высокопроизводительные линии для изготовления опочных и безопочных форм из сырых песчано-глинистых и холоднотвердеющих смесей;
- машины для изготовления форм из песчано-глинистых смесей с размером опок от 400×500 мм до 1200×1500 мм;
- машина для изготовления литейных стержней по горячей и холодной оснастке;
- оборудование для покраски литейных форм;
- смесители периодического и непрерывного действия для производства ХТС – смесей производительностью более 10 т/час.
- кокильные машины и машины литья под низким давлением;
- машины центробежного литья;

- индукционные печи средней частоты емкостью более 6 тонн для выплавки чугуна и стали;
- оборудование для регенерации ХТС-смесей;
- оборудование для термической обработки отливок.

Поэтому в намеченный период необходимо будет покупать литейное оборудование и сопутствующие технологии.

Необходимо отметить, что отдельные виды оборудования, которое производится в России, уступают зарубежному по качеству, а в ряде случаев и по стоимости.

Поставление №9 от 14.01.2017 запрещает закупку оборудования, которое не производится в России. Однако одним запрещением не решить вопросы производства высококачественного оборудования. Необходимо определить перечень основных заводов – производителей литейного оборудования и оказать им финансовую помощь для модернизации производства.

В 2016 г. импорт оборудования и запасных частей из всех стран мира составил около 500 млн. долларов США. По сравнению с 2015 г. импорт оборудования сократился на 9 % [1].

					<i>22.03.02.2019.271.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		12

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Характеристика литой детали и условий ее службы

Отливка не испытывает ни динамические, ни статических нагрузок, к материалу не предъявляются большие требования. По конфигурации и по назначению отливка представляет собой фигурное кольцо, выполняющее роль защитной крышки в сборочном механизме. Наружный диаметр отливки – 535 мм, толщина отливки – 57 мм. Деталь «Крышка сквозная» крепится через отверстия диаметром 26 мм, посадочные диаметры отверстий в детали – 203 и 235 мм. Масса детали – 36,5 кг. Класс точности отливки – 0-й.

Выбор марки применяемого материала осуществляется по заданному комплексу механических свойств, специфическим требованиям к литейным свойствам, физическим характеристикам и характеру нагружения и износа материала детали с учетом ее конфигурации и назначения.

«Крышка сквозная» является отливкой простой конфигурации, не испытывающая никаких нагрузок, поэтому указанный материал чугуна марки СЧ20 полностью оправдывает свое применение.

2.2 Материал отливки и его свойства

Материал отливки имеет следующие механические свойства:

- временное сопротивление разрыву $\sigma_B=200$ МПа;
- твердость $HV \cdot 10^{-1}=143 \dots 255$ МПа;
- термообработка не предусмотрена;
- линейная усадка 1,2 %.

Чугун СЧ20 с содержанием углерода 3,3...3,5 %, марганца 0,7...1,0 %, кремния 1,4...2,4 % позволяет получить не применяя термической обработки требуемые механические свойства.

					<i>22.03.02.2019.271.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		13

Поэтому для предложенной детали выбираем чугун марки СЧ20 (ГОСТ 1412–85), химический состав которой приведен выше [2].

2.3 Выбор способа производства отливки

Кокильное литье применяют для получения отливок из различных сплавов: алюминиевых, магниевых, медных, а также из чугуна и стали.

Преимущества кокильного литья перед литьем в разовые песчано-глинистые формы:

- применение многоразовых форм, способных выдержать до 10000 съёмов;
- сокращение или полное исключение применения в процессе формовочных и стержневых смесей, а, следовательно, и повышение экологичности процесса производства;
- высокая скорость кристаллизации обеспечивающая повышение на 15...30 % механических свойств сплава, герметичности отливки, снижение пористости;
- согласно ГОСТ Р53464-2009 точность получаемых отливок соответствует классам 5т-10т, а чистота поверхности – уровню шероховатости $Rz = 10...63$ мкм;
- уменьшение припусков на механическую обработку в 2...3 раза;
- повышение коэффициента использования металла;
- высокая скорость процесса позволяет увеличить выпуск в 3...6 раз;
- оборудование для кокильного литья обеспечивает комплексную механизацию процесса получения отливок

Применение кокильного литья сопровождается рядом существенных трудностей:

- высокая стоимость металлических форм и технологического оборудования, число отливок в серии должно быть не менее 1000...2000 шт. для экономической обоснованности применения кокиля;

- ограничения по конфигурации отливки, так как при кокильном литье форма перед извлечением отливки не разрушается, элементы отливки должны беспрепятственно извлекаться из металлической формы при ее разъеме после завершения цикла.
- материал кокиля и металлические стержни неподатливы и непроницаемы для газов, что способствует образованию в отливках трещин и газовых раковин.

Поскольку отливка «Крышка» имеет простую форму, достаточную толщину стенки – 20 мм и высокую серийность 5000 штук в год, то ее изготовления литьем в кокиль имеет технологическую и экономическую целесообразность.

Конфигурация внутренних полостей, отверстий, обрабатываемых поверхностей и расположение баз механической обработки удовлетворяют требованиям технологии литейного производства литьем в кокиль [3].

Технические требования:

- 1) литейные уклоны по ГОСТ3212-92;
- 2) неуказанные литейные радиусы 10 мм;
- 3) неуказанные предельные отклонения размеров детали по третьему классу точности;
- 4) точность отливки 10-8-9-9 по ГОСТ Р53464-2009;
- 5) литейная усадка – 1%.

2.4 Припуски на механическую обработку

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

Точность отливки «Крышка сквозная» 10-8-9-9 по ГОСТ Р53464-2009:

- 10 – класс размерной точности;
- 8 – степень коробления;

					<i>22.03.02.2019.271.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		15

9 – степень точности поверхности;

9 – класс точности массы.

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

2.5 Выбор положения отливки в форме

Конструирование литейной формы начинается с выбора положения отливки в форме при заливке и с определения плоскости разъема формы. Оно включает в себя также обоснование конструкции и размеров всех элементов формы, рассмотрение вопросов конструирования литейной оснастки (кокиля).

При выборе положения отливки в форме при заливке необходимо обеспечить соблюдение ряда условий, позволяющих получать качественную отливку при минимальных расходах на ее изготовление [4].

Положение отливки в форме при заливке и затвердевании определяет весь технологический процесс.

В данном случае отливка должна располагаться в форме горизонтально. В этом случае обеспечивается выполнение следующих условий:

- наиболее простое оформление литниковой системы (система обеспечивает подвод сплава к полости формы по кратчайшему пути);
- получение конфигурации отливки без применения стержней.

Возможные варианты расположения отливки в форме представлены на рисунке 2.1.

2.6 Определение поверхности разъема формы

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

					<i>22.03.02.2019.271.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		16

При изготовлении данной отливки кокиль имеет одну плоскую поверхность разъема. Отливка в данном случае располагается в обеих полуформах. Выбранный разъем обеспечивает следующие технологические решения:

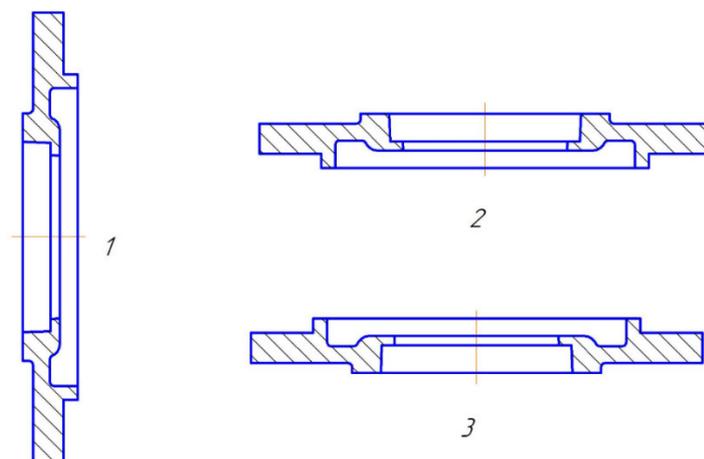


Рисунок 2.1 – Возможные варианты расположения отливки в форме

- минимальное количество разъемов, обеспечивающих удобство выема отливки из кокиля, сборки кокиля;
- простая конструкция кокиля.

Выбранное положение отливки в кокиле и поверхность разъема показаны на рисунке 2.2.

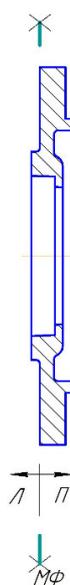


Рисунок 2.2 – Положение отливки в форме

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

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

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

Литейная усадка для данной отливки составляет 1 %.

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

Для изготовления данной отливки не требуются стержни.

2.7 Конструирование и расчет прибылей и литниковой системы

Прибыль необходима для получения плотного металла без усадочных дефектов. Прибыль необходима для компенсации объемной усадки в период затвердевания сплава. Поскольку отливка «Крышка сквозная» изготавливается из серого чугуна применение прибылей не требуется, необходимо применение выпоров.

Объем теплового узла (объем всей отливки) находим по формуле [5].

Литниковая система состоит из литниковой воронки, стояка, шлакоуловителя и питатель. Питатель непосредственно примыкают к полости формы, они

					22.03.02.2019.271.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		18

выполнены так, чтобы литниковую систему можно было легче отделить, не повредив отливку. Для определения размеров каналов литниковой системы воспользуемся методикой расчета при заливке форм из поворотного ковша. Оптимальную продолжительность заливки форм определим по формуле:

$$\tau_{\text{опт}} = S \cdot \sqrt[3]{\delta \cdot G}, \quad (2.1)$$

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

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

δ – преобладающая толщина стенки отливки, мм;

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

Подставляя в формулу (2.1) значения коэффициента $S=2$ (для отливок из чугуна), преобладающая толщина стенки отливки $\delta=11$ мм, $G=40$ кг получим:

$$\tau_{\text{опт}} = 2 \cdot \sqrt[3]{11 \cdot 40} = 15,21 \text{ с.}$$

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

$$V_{\text{ср}} = \frac{C}{\tau_{\text{опт}}} \geq V_{\text{доп}}, \quad (2.2)$$

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

C – высота отливки по положению в форме, мм;

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

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

Подставляя в формулу (2.2) значения высоты отливки $C=535$ мм, $\tau_{\text{опт}}=15,21$ с, получим:

$$V_{\text{ср}}=535/15,21= 35,17 \text{ мм/с.}$$

Полученное значение V_{cp} превышает допустимое значению 20...10 мм/с для отливок из чугуна с толщиной стенки 10...40 мм.

Для чугунного литья любой массы применяется сужающаяся литниковая система, узким сечением является стояк.

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

$$F_{уз} = \frac{G}{\mu_{\phi} \cdot \tau_{опт} \cdot \rho \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_{cp}}}, \quad (2.3)$$

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

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

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

μ_{ϕ} – общий гидравлический коэффициент сопротивления формы;

ρ – плотность заливаемого расплава, кг/м³;

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

Средний металлостатический напор в форме определяется по формуле:

$$H_{cp} = H - \frac{P^2}{2 \cdot C}, \quad (2.4)$$

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

P – высота отливки над питателем, мм;

C – высота отливки по положению в форме, мм.

$$H_{cp} = 705 - 588^2/2 \times 535 = 381,87 \text{ мм} = 0,38 \text{ м.}$$

Подставляя в формулу (2.3) значения $G=40,0$ кг; $\mu_{\phi}=0,42$; $\tau_{опт}=15,21$ с; $\rho=7000$ кг/м³; $g=9,81$ м/с²; $H_{cp}=0,38$ м определим суммарную площадь узкого сечения литниковой системы для одной отливки:

$$F_{уз} = \frac{40}{0,42 \cdot 7000 \cdot 15,21 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,38}} = 0,000327 \text{ м}^2 = 3,27 \text{ см}^2.$$

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

$$F_{уз} = \Sigma F_{п} .$$

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

$$\Sigma F_{п} : \Sigma F_{шл} : \Sigma F_{ст} = 1 : 1,1 : 1,2, \quad (2.5)$$

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

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

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

Металл к одной отливке будем подводить через один стояк, один шлакоуловитель и один питатель.

$$\Sigma F_{шл} = F_{шл} = 1,1 \times F_{п} = 1,1 \times 3,27 = 3,59 \text{ см}^2;$$

$$\Sigma F_{ст} = F_{ст} = 1,2 \times F_{п} = 1,2 \times 3,27 = 3,92 \text{ см}^2.$$

Для лучшего приема жидкого металла, поступающего из ковша, вверху стояка предусмотрим изготовление литниковой воронки.

Элементы литниковой системы представлен на чертеже детали с элементами литниковой системы.

2.8 Технологическое оборудование и оснастка для кокильного литья

Основной технологической оснасткой при литье в металлические формы является кокиль. Экономическая и технологическая целесообразность получения качественной отливки зависит от конструкции кокиля. Конструкции кокилей весьма разнообразны, что обусловлено разнообразием отливок и сплавов, серийностью производства, уровнем механизации технологического процесса, материалами, используемыми при изготовлении кокилей, и др.

Прежде всего, кокили можно классифицировать в зависимости от плоскости разъема. Различают кокили неразъемные, или вытряхные, кокили с горизонтальной плоскостью разъема, кокили с вертикальной плоскостью разъема и кокили с

комбинированной плоскостью разъема, имеющие несколько по-разному ориентированных плоскостей разъема.

По уровню механизации обслуживания процесса различают кокили с ручным обслуживанием и кокили с механизированным обслуживанием на кокильных машинах.

При проектировании кокиля нужно решить следующие взаимосвязанные задачи:

- определить положение отливки в кокиле и необходимые плоскости разъема с учетом размещения отливки, литниковой системы и прибылей;
- определить оптимальные толщины стенок кокиля и металлических стержней;
- предусмотреть меры по предупреждению коробления кокиля;
- предусмотреть оптимальную конструкцию и вид стержней, способы их установки и фиксации в кокиле;
- определить уровень и места подвода сплава к отливке, выбрать тип литниковой системы и выполнить ее расчет;
- выбрать типы прибылей и выполнить расчет их размеров;
- разработать меры по предупреждению прорыва жидкого металла из кокиля в процессе его заливки;
- спроектировать систему вентиляции кокиля;
- предусмотреть, если это необходимо, устройство для запираения кокиля;
- предложить конструкцию центрирования частей кокиля;
- разработать, если это необходимо, конструкцию устройства для выталкивания отливок из формы и удаления металлических стержней;
- создать конструкцию крепления кокиля на кокильной машине;
- выбрать материалы для изготовления формообразующих и вспомогательных деталей кокиля.

Материал, из которого изготовлен кокиль, при прочих равных условиях определяет его стойкость и в конечном итоге технические и экономические показатели применения кокильного литья.

					<i>22.03.02.2019.271.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		22

Кокили для мелких и средних отливок с воздушным и водовоздушным охлаждением рекомендуется изготавливать из серого или высокопрочного чугуна, для отливки Крышка выбираем кокиль из чугуна марки ВЧ40.

Материал металлической формы газонепроницаем. Поэтому для обеспечения отвода газов из полости формы в процессе ее заливки сплавом должна быть предусмотрена эффективная искусственная вентиляционная система, т. е. система газоотводящих каналов. Удаление газов из полости формы непосредственно связано с суммарной площадью вентиляционных каналов и скоростью заполнения рабочих полостей формы сплавом. Площадь вентиляционных каналов должна удовлетворять условию [6]:

$$F_{\text{ВК}} \geq 1,25 \cdot F_{\text{уз}},$$

$$F_{\text{ВК}} \geq 1,25 \cdot 3,27 = 4,1 \text{ см}^2.$$

Вентиляционные каналы выполняют в виде рисок-насечек или тонких щелей. Они наносятся по плоскостям разъема кокиля, а также в знаках стержней и отверстиях толкателей.

2.9 Определение толщины стенки кокиля

Толщину рабочей стенки отливки определим по методу, предложенному В.С. Серебро, который разработан на основании теоретического анализа напряженно-деформированного состояния рабочих стенок кокилей. В этом методе толщина стенки кокиля определяется по соответствующим графикам в зависимости от параметров отливки. Для сложных отливок цилиндрического типа имеющих внутреннюю полость параметром, определяющим толщину рабочей стенки кокиля, является критерий X_1/R_1 , где X_1 – половина толщины стеки полый отливки, R_1 – наружный радиус отливки. $X_1 = 57$ мм; $R_1 = 268$ мм.

Определим критерий X_1/R_1 для отливки «Крышка сквозная»:

$$X_1/R_1 = 25/268 = 0,093.$$

Таким образом, по графику представленному на рисунке 2.3, критерий толщины рабочей стенки кокиля $X_2/2R_1$ равен 0,2.

					22.03.02.2019.271.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		23

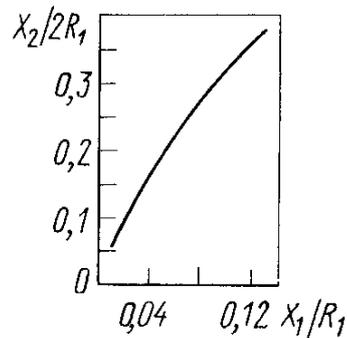


Рисунок 2.3 – График критерия толщины рабочей стенки кокиля $X_2/2R_1$

Толщина стенки кокиля равна:

$$X_2 = 268 \cdot 0,2 = 53,6 \text{ мм.}$$

Принимаем толщину рабочей стенки кокиля 55 мм.

2.10 Технологический процесс кокильного литья

Технологический цикл изготовления отливок при кокильном литье состоит из следующих операций:

- подготовка формы к заливке металла;
- заливка формы металлом и охлаждение отливки в форме;
- разъем формы и удаление металлических стержней;
- удаление отливки из формы;
- удаление песчаных стержней из отливки, если они есть;
- отделка отливки.

Подготовка кокилей к заливке металла включает в себя очистку рабочей полости и контроль формы, нанесение кокильного покрытия (периодически), подогрев или охлаждение формы по результатам замера ее температуры и сборку формы с установкой песчаных стержней. С поверхностей формы удаляют загрязнения, остатки отработанного покрытия и ржавчины. Периодически (примерно через 50 заливок) проводят контрольные измерения размеров полости формы. Если не предусмотрена система стабилизации температуры кокиля, осуществляется ее измерение и нагрев или охлаждение кокиля до заданной согласно технологии температуры.

Рабочая поверхность кокилей для чугунных отливок покрывается облицовкой, а затем краской. В качестве облицовки применяется, свежая паста, состоящая из 1 объемной части олифы и 2 частей ламповой сажи, которая один раз в смену натирается на рабочую поверхность кокиля, предварительно подогретого до 100...120°. Перед каждой заливкой производится закапчивание поверхности ацетиленовым пламенем или поверхность при помощи пульверизатора покрывается краской, состоящей из 50 г ламповой сажи; 100 гр жидкого стекла; 50 г огнеупорной глины и 0,5 марганцовокислого калия на литр воды.

Температура кокиля перед заливкой сплава зависит от рода сплава, конфигурации и преобладающей толщины стенки отливки. С увеличением начальной температуры кокиля уменьшаются остаточные напряжения и повышается заполняемость форм сплавом. Однако при сильном перегреве кокиля интенсифицируются процессы обезуглероживания, коррозии и роста зерна, что снижает стойкость кокиля. При этом происходит также укрупнение кристаллического зерна и снижение механических свойств отливок. Рекомендуемые значения температуры кокилей перед заливкой приведены в таблице 2.1.

Нагрев кокилей перед первой заливкой осуществляют с помощью электрических нагревателей или газовых горелок. В современных литейных машинах предусматривают системы термостабилизации: через полости в стенках формы и стержней пропускается специальная силиконовая жидкость, температура которой поддерживается постоянной с помощью термостата [7].

Таблица 2.1 – Температура кокилей перед их заливкой сплавом

Сплав	Толщина стенки отливки	Температура кокиля перед заливкой, °С
чугун	до 40 мм	300
	более 40 мм	150

2.11 Выплавка металла

Для плавки чугуна наибольшее распространение получили плавильные агрегаты, использующие электронагрев – индукционные и дуговые печи.

Индукционные печи средней частоты (ИПСЧ) обладают несомненными техническими и экономическими преимуществами, обусловленными эффектом внутреннего нагрева шихты вихревыми токами и потерями на перемагничивание ферромагнетиков в сильных электромагнитных полях повышенной частоты. Индукционный метод обеспечивает выделение теплоты непосредственно в металле без теплопередачи излучением или конвекцией, сопровождаемых значительными потерями, поэтому индукционные печи имеют значительно более высокий технологический КПД, чем агрегаты, работающие на топливе.

По сравнению с индукционными печами промышленной частоты (ИППЧ) плавка чугуна на средней частоте также имеет преимущества, состоящие в следующем:

- 1) расход электроэнергии вдвое меньше, чем в ИППЧ, работающих в непрерывном цикле плавки с частичным сливом металла и периодической дозагрузки шихты;
- 2) садочный режим плавки, т.е. без использования переходящего от плавки к плавке остатка жидкого металла («болота») позволяет исключить предварительную сушку шихты и связанные с ней затраты, кроме этого, сократить расходы на футеровку, т.к. долговечность футеровки при садочном режиме плавки возрастает, и, наконец, исключить непроизводительные затраты труда, электроэнергии и материалов, связанные с невозможностью отключения ИППЧ на время перерывов в работе литейного производства;
- 3) возможность работы в режиме стабилизации активной мощности на всем цикле плавки, начиная с «холодного» состояния шихты, при котором передача активной мощности на средних частотах происходит за счет ферромагнитных свойств шихты, и заканчивая расплавом металла, когда активная мощность подводится за счет протекания вихревых токов в узком слое ванны расплава, что позволяет повысить эффективность использования установленной мощности электрооборудования при высоких показателях качества потребляемой электроэнергии.

В индукционных печах возможно получение чугуна разнообразного состава,

					<i>22.03.02.2019.271.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		26

при этом использование в качестве шихты отходов кузнечного, прокатного листоштамповочного, токарно-фрезерного переделов существенно снижает производственные затраты при получении чугуна требуемых марок.

Для получения серого чугуна необходимо точно управлять химическим составом по многим элементам и, прежде всего, по углероду, сере, марганцу, хрому, фосфору и др., поскольку в ИПСЧ плавка ведется с так называемым "холодным" шлаком, практически не участвующим в химических реакциях, управление химическим составом сплава по ходу плавки производится добавлением легирующих материалов и точным управлением температурой расплава. Сочетание этих возможностей позволяет реализовать технологию получения отливок, в которых значительно снижены внутренние напряжения и существенно повышены прочностные характеристики [8].

По этой методике на стадии легирования расплава, при повышении температуры до 1450 °С добавляется углерод, что позволяет достичь его содержания в расплаве 3,5...3,9 %. Затем расплав догревается до температуры 1530...1550 °С и выдерживается при этой температуре 10...30 минут. На стадии выдержки происходит процесс науглероживания расплава, скорость которого зависит от интенсивности электромагнитного перемешивания и способа организации циркуляционных потоков внутри ванны расплава. Кроме этого, на стадии выдержки происходит очистка от неметаллических включений и дегазация расплава, а также протекает процесс "созревания" металла. При использовании этой методики в производстве отливок не только повышается прочность, но и уменьшается их сжатие, не превышающее 0,3 %, что в конечном итоге приводит к снижению напряжения в отливках, а это позволяет избежать энергозатратной операции их отжига. Подобное производство отливок со сниженным напряжением невозможно организовать без использования индукционных печей.

Прочность и все другие свойства сплавов, в конечном счете, определяются их чистотой от примесей, формой, размером и распределением зерен, т.е. структурой. При этом в понятие структуры включается как микроструктура, так и

					<i>22.03.02.2019.271.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		27

макроструктура – наличие в металле газовых и усадочных раковин, пористости, трещин, неметаллических включений и т.д. Таким образом, задача повышения качества металла сводится к получению соответствующей структуры, свободной от каких-либо дефектов. Измельчение зерна кристаллической структуры достигается повышением скорости зарождения центров кристаллизации, которая регулируется вводом модификаторов. Эффективность действия модификаторов возрастает при максимально равномерном распределении в объеме металла, и чем больше энергия извне будет внесена в расплав для перемешивания, тем выше эффект модифицирования. В индукционных печах имеется возможность управления процессами электромагнитного перемешивания, изменением частоты возбуждения тока в обмотках индуктора, организацией пульсирующего и бегущего электромагнитного поля в ванне расплава металла и управления удельным силовым давлением, а также перераспределением мощности по высоте индуктора.

Для получения СЧ20 применяется моно-процесс: индукционная тигельная печь средней частоты MFT Ge 3000 фирмы ОТТО JUNKER [9].

Среднечастотная тигельная печная установка состоит из следующего:

- 1) плавильной печи (корпус печи с катушкой, наклонную раму печи, гидравлическую силовую установку, защиту ямы, панель оператора, вытяжной колпак);
- 2) системы электроснабжения (выпрямительный трансформатор, преобразователь частоты, модуль конденсаторов, силовые кабели);
- 3) системы управления процессом (систему взвешивания, шкаф управления оператора, процессор плавки JOKS, систему контроля тигля);
- 4) вспомогательного оборудования (система водяного охлаждения с воздушным охладителем, система пылеулавливания, загрузочное оборудование, система составления шихты, система выталкивания тигля).

Схема плавильной печи приведена на рисунке 2.4.

Технические характеристики печи MFT Ge3000:

					22.03.02.2019.271.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		28

- 1) мощность – 3000 кВт;
- 2) производительность max – 6 т/ч;
- 3) номинальная емкость – 3 т.

Используется нейтральная футеровка. Эта футеровка характеризуется большим содержанием амфотерных окислов (Al_2O_3 , ZrO_2 , Cr_2O_3). Для изготовления ее применяют: корунд, стабилизированную двуокись циркония, хромит, шпинели состава $MgO-Al_2O_3$ и $MgO-CrO_3$, хромомагнезитовые и магнезитохромитовые огнеупоры типа термостойких периклазошпинелевидных, циркониевые, фэрстеритовые, высокоглиноземистые огнеупоры, а также тугоплавкие безокисные соединения (карбиды, нитриды, силициды, бориды и др.). Температура плавления указанных высокоогнеупорных материалов колеблется от 2000 до 3000 °С. Они отличаются, как правило, высокой термостойкостью, сравнительно низким коэффициентом термического расширения и большой шлакоустойчивостью как к основным, так и к кислым шлакам.

В печах большое значение имеет термостойкость огнеупорных материалов, т. е. сохранение прочности при температурных колебаниях, возникающих при нагревании и охлаждении.

Шихта загружается в печь при помощи загрузочной бадьи. На дно печи сначала укладывается мелкая шихта, а более крупная шихта – сверху.

Температура заливки зависит от вида сплава, массы и габарита отливки, толщины ее стенок. Причем температура расплава при выпуске из плавильной печи должна быть на 30...100 °С выше температуры его заливки в форму. При этом надо учитывать, что чем выше металлоемкость ковша, тем ниже скорость снижения температуры расплава в ковше во времени.

Перед заливкой металла ковш предварительно подогревают до 700...1000 °С с помощью газовых горелок.

Температура расплава при выпуске из печи – 1430...1450 °С. Температура заливки форм – 1320...1340 °С.

Температура заливки металла контролируется оптическими пирометрами.

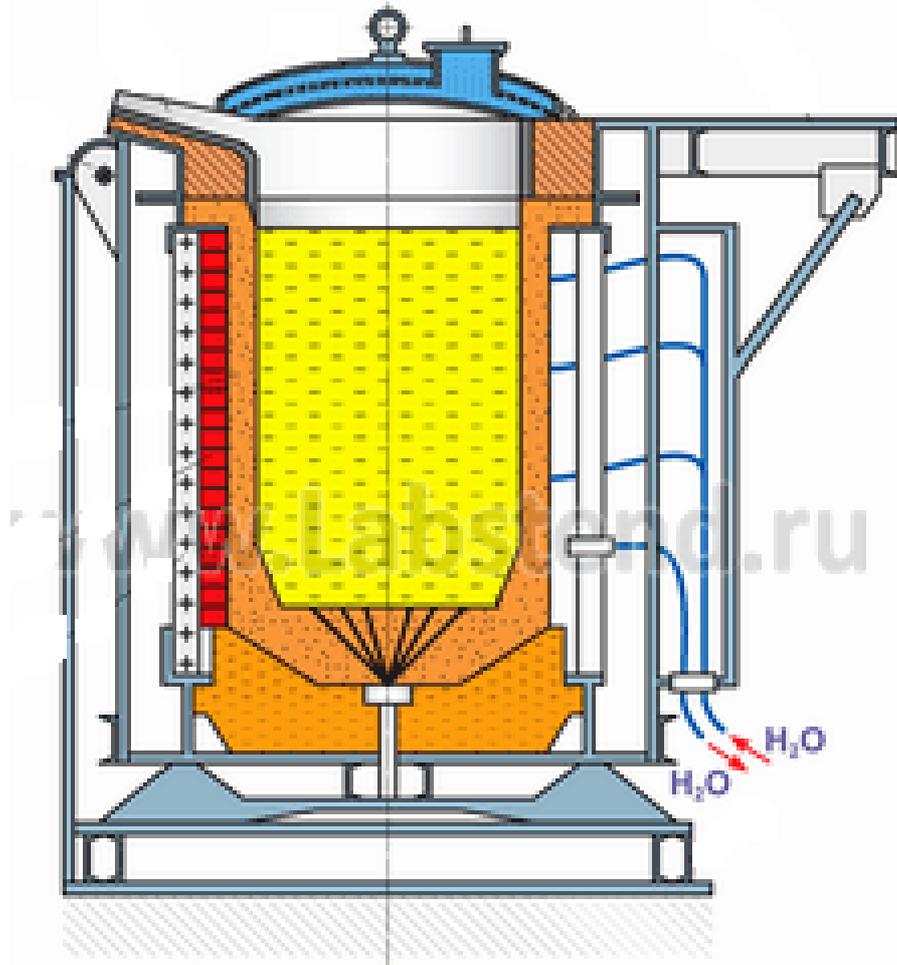


Рисунок 2.4 – Схема плавильной печи

2.12 Возможные дефекты отливок и меры по их предупреждению и устранению

Брак отливок составляет от 3 до 15 % массы выпускаемой продукции. Наиболее часто встречаются внешние дефекты отливок, обнаруживаемые при поверхностном осмотре (несоответствие размеров, спаи, недоливы, заливы, пригар и др.); объемные дефекты, расположенные внутри отливки (трещины, раковины и пр.); несоответствие требованиям химического состава и структуры металла; неудовлетворительные механические и другие свойства.

Несоответствие размеров отливки чертежу является следствием дефекта модели, неточности сборки формы или вздутия слабо набитой формы при заливке.

Заливы (заусенцы) и перекосы образуются по разъему форм вследствие небрежного спаривания полуформ, износа опок и моделей, контрольных штырей и втулок.

Пригар является следствием недостаточной огнеупорности формовочных материалов и красок.

Ужимины могут быть следствием теплового воздействия металла, когда поверхностные слои формы разогреваются и деформируются или отслаиваются, образуя в отливке вмятину. Ужимины также возникают из-за переуплотнения формы, ее повышенной влажности или неоправданно высокой температуры заливки металла.

Газовые раковины наблюдаются при чрезмерной влажности формовочной смеси, недостаточной вентиляции форм и стержней, сыром стержне, газонасыщенном металле, низкой температуре литья. Земляные раковины возникают при низкой прочности форм и стержней, смываемых струей заливаемого металла.

Шлаковые включения образуются при неправильной конструкции литниковой системы и заливке неочищенным от шлака металлом.

Усадочные раковины появляются при неправильной установке литников и прибылей, при высокой температуре заливки металла.

					<i>22.03.02.2019.271.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		31

3 ВИДЫ КОКИЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ

3.1 Назначение и классификация покрытий

Назначение покрытий кокилей весьма многообразно. С помощью покрытий управляют условиями охлаждения (затвердевания) отливки, предохраняют рабочую стенку кокиля от термического удара и эрозионного воздействия, создают в форме определенную газовую атмосферу, повышают смачиваемость поверхности кокиля расплавом, обеспечивают поверхностное модифицирование и легирование отливки, изменяют газопроницаемость вент, воздействуют на силу трения между отливкой и кокилем. Однако основное назначение покрытий кокилей – управление теплообменом между отливкой и формой. Так как участие покрытий в этом процессе определяется величиной параметрического критерия X_3/X_1 то все покрытия можно разделить на две группы: тонкослойные и толстослойные, или облицовки.

На практике применяют покрытия различной долговечности. В связи с этим их целесообразно условно разделить на три подгруппы – разовые, многоразовые и постоянные. Под постоянными понимают такие покрытия, долговечность которых соизмерима с межремонтным сроком формы. К ним, например, относятся покрытия, напыленные пламенным или плазменным способом, полученные методами электрохимической или химико-термической обработки и др.

Покрытия обеих групп могут иметь слоистое строение. Для первой группы (тонкослойные) характерно следующее сочетание: полупостоянный или постоянный подслои и разовая краска. Покрытия второй группы (толстослойные) часто включают кроме облицовки тонкий полупостоянный или постоянный подслои и разовую краску.

Покрытия должны обладать определенными термофизическими, термомеханическими, термохимическими и технологическими свойствами. Понятно

					<i>22.03.02.2019.271.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		32

также, что простота нанесения (восстановления) и долговечность являются важнейшими характеристиками покрытий.

3.2 Свойства покрытий

3.2.1 Термофизические свойства

Какие именно термофизические характеристики важны для покрытий различных групп:

- для тонкослойных – теплопроводность;
- для толстослойных (облицовок) – весь комплекс стандартных характеристик.

Покрытия кокилей являются гетерогенными системами различной структуры. Перенос теплоты через такие тела осуществляется теплопроводностью, радиацией и конвекцией (естественной и вынужденной). Этот процесс в ряде случаев осложняется термическими эффектами и массопереносом вследствие фазовых и химических превращений. Поэтому теплопроводность покрытия представляет собой эффективную характеристику способности проводить теплоту.

Теплопроводность является структурно-чувствительным свойством. Для покрытий кокилей характерны три структуры: с вкраплениями, с взаимопроникающими компонентами и комбинированные. Примером структуры с вкраплениями могут служить песчано-смоляные, песчано-жидкостекольные и керамические облицовки. Минеральный наполнитель в таких покрытиях находится в виде почти неконтактирующих включений. Структуру из взаимопроникающих компонент имеют покрытия с волокнистым наполнителем. Весьма распространены комбинированные системы: матрица структуры с вкраплениями представляет собой композицию из континуальных фаз — порового пространства и связующего.

В таблице 3.1 представлена теплопроводность некоторых характерных кокильных покрытий. Теплопроводность тонкослойных кокильных покрытий, определенная методом погружения в жидкий чугун представлена в таблице 3.2.

					<i>22.03.02.2019.271.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		33

Таблица 3.1 – Теплопроводность некоторых характерных кокильных покрытий [10]

Номер покрытия	Состав, % по массе												λ , Вт/(м·К)
	Мел тонкого помола	Коллоидальный графит	Маршалит	Прокаленный тальк	Огнеупорная глина	Древесные мелкие опилки	Марганцовокислый калий	Пектиновый клей	Огланлинский бентонит	Мылонафт	Жидкое стекло	Вода	
1*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5
2**	-	53,4	-	-	-	-	-	3	3,4	0,2	-	40	0,465
3	-	-	20	15	-	-	-	-	-	-	2,5	62,5	0,245
4	12,4	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	3,3	82,6	0,175
5	-	-	32	-	6,15	1,2	0,15	-	-	-	10,5	50	0,163
6	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	77	0,120

Таблица 3.2 – Теплопроводность некоторых характерных кокильных покрытий [10]

Номер покрытия	Состав, % по массе									λ , Вт/(м·К)
	Прокаленный тальк	Маршалит	Молотый шамот	Огнеупорная глина	Каолин	Черный графит	Молотый ферросилиций	Жидкое стекло	Вода	
1	25	-	-	-	-	-	-	5	70	0,287
2	-	10	-	-	-	-	-	5	100	0,418
3	-	25	35	25	-	-	-	15	100	0,366
4	-	-	20	30	20	12	-	18	До густоты пасты	0,535
5	-	-	-	5	-	35	35	-	До плотности 1800 кг/м ³	0,379

3.2.2 Термомеханические свойства

Под термомеханическими свойствами покрытий понимаются их способность выдерживать нагрузку в условиях нагрева. Характеристики этих свойств не стандартизованы и относятся, по существу, к технологическим показателям. Поэтому величины соответствующих характеристик зависят от принятых методов

испытаний. Необходимость изучения термомеханических свойств вызвана тем, что ими определяется стабильность свойств и эффективность покрытий при эксплуатации: способность сопротивляться растрескиванию, отслоению от поверхности кокиля, размыву расплавом. Перечисленные факторы в конечном счете определяют качество отливки и долговечность кокиля.

Напряженное состояние покрытия. С позиций механики деформируемого тела покрытие можно рассматривать как пластину или оболочку. Покрытие в виде пластины является наиболее характерным. Результаты анализа напряженно-деформированного состояния плоского покрытия в упругой постановке сводятся к следующему. Вследствие меньшего перепада температур в кокиле, чем в покрытии, и значительно большей жесткости кокиля, чем покрытия, деформация изгиба последнего исключена.

Эрозия покрытия (разрушение поверхности тела при течении жидкости или газа) снижает теплозащитные свойства покрытия и приводит к дефектам в отливках: засорам, наплывам, шероховатости и т. д. Отрыв частичек с поверхности формы происходит в случае, когда скоростной напор расплава становится равным пределу прочности покрытия в тонком поверхностном слое или больше его.

3.2.3 Химические свойства

Одной из характеристик этих свойств является газотворная способность. Данная характеристика относится к показателям химической теплостойкости материалов. Высокая газотворная способность недопустима, если кокиль имеет глубокие, трудно вентилируемые полости. В этих условиях выделяющиеся газы могут препятствовать заполнению формы и вызывать в отливках газовые раковины. Практика показывает, что при определенном соотношении скорости заливки и выделения газов из компонентов покрытия, а также рационально организованной системе вентиляции формы дефекты в отливках не образуются. В таких случаях

					22.03.02.2019.271.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		35

повышенная газотворная способность относится к числу положительных свойств покрытий.

Газотворную способность используют для создания в кокилях восстановительной атмосферы и предохранения поверхности отливок от неметаллических включений, например при литье стальных и медных заготовок. В указанном случае при соприкосновении расплава с покрытием кокиля происходит кипение металла у поверхности формы, благодаря чему окисные пленки и включения, плавающие на зеркале расплава, не затвердевают на поверхности отливки.

В некоторых случаях добиваются окислительной атмосферы, например при получении отливок из низкоуглеродистой стали. Поверхностное науглероживание низкоуглеродистой стали, которое происходит в восстановительной атмосфере, затрудняет обрабатываемость отливок. По-видимому, в создании окислительной атмосферы заключается смысл применения покрытий, содержащих карбонаты. Термическая диссоциация этих материалов сопровождается образованием СаО, чем создается атмосфера окислительного свойства.

Термическая деструкция (разрушение структуры) органических связующих покрытий приводит еще к одному эффекту: образованию в покрытии многочисленных пор.

3.2.4 Технологические свойства

Инертность покрытий по отношению к материалу отливки – в общем случае положительное свойство. Однако существует исключение. Касается оно покрытий для поверхностного модифицирования и легирования отливок. Теллуrowые и сурьмянистые композиции применяют для предотвращения аномальной структуры тонкостенных чугунных отливок. С применением поверхностно-модифицирующих составов многие исследователи связывают, в частности, решение проблемы получения в обычных кокилях чугунных отливок без отбела. В такие покрытия включаются обычно ферросилиций и графит.

					<i>22.03.02.2019.271.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		36

3.3 Виды покрытий

3.3.1 Постоянные тонкослойные покрытия

Высокотемпературное напыление

Перспективным способом получения на стальных и чугунных кокилях постоянных покрытий является высокотемпературное напыление неметаллическими материалами. Такой способ нанесения покрытий включает две разновидности: плазменное и газопламенное. Обе разновидности имеют много общего; для них характерно слоистое строение напыленного слоя. Более высокая температура факела в первом случае (8000...25000 К в сравнении с 2000 К) позволяет получать покрытия из любых тугоплавких материалов.

Анодирование алюминиевых кокилей

Надежная термическая защита рабочей стенки формы – решающее условие применения алюминиевых кокилей для изготовления отливок из черных и цветных сплавов. Температура на внутренней поверхности алюминиевого кокиля не должна превышать 600... 650 К, в противном случае кокиль подплавится и выйдет из строя.

Одним из путей снижения температуры в алюминиевом кокиле является создание на его рабочей поверхности анодированного слоя. Такой слой представляет собой постоянное покрытие, органически связанное с материалом кокиля. Анодированный слой обладает высокой температурой плавления (2323 К), большой твердостью (микротвердость составляет 400...500 кгс/мм²) и малой теплопроводностью.

3.3.2 Разовые толстослойные покрытия (облицовки)

Основой современной технологии литья в кокили с толстослойным покрытием (облицованные кокили) являются сыпучие смеси на фенолформальдегидном термотвердеющем связующем. Именно на таких смесях работают в отечественной и зарубежной промышленности автоматизированные и комплексномеханизированные

					22.03.02.2019.271.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		37

линии. В качестве минеральной основы смесей используют кварцевые пески 1К010 и 1К016 либо цирконовый концентрат; содержание связующего 2,0...3,0%.

Для облегчения съема облицованного кокиля с модели и повышения прочности отвердевшей облицовки рекомендуется вводить 0,05...0,2% стеарата кальция. Очистка кокиля от остатков выгоревшей облицовки облегчается при вводе в смесь 0,3...0,5% скрытокристаллического графита и 0,1...0,5% борной кислоты.

В связи с использованием пескодувного способа для нанесения облицовки песчано-смоляная смесь должна представлять собой плакированный песок. В пескодувном процессе механическая смесь склонна к сегрегации. Увлажненный плакированный песок имеет склонность к комкованию: смесь приобретает некоторую прочность при сжатии. Между влажностью и прочностью при сжатии существует почти линейная зависимость (рисунок 3.1, а). Смесь не комкуется, если предел прочности при сжатии не превышает 0,2...105 Па. Влага снижает прочность смеси в отвердевшем состоянии. Предел прочности отвердевшей смеси при растяжении должен быть $10 \cdot 10^{-5} \dots 15 \cdot 10^{-5}$ Па (из совместной работы с Б. Н. Кобринской).

Отработанная песчано-смоляная смесь поддается регенерации путем прокаливанию при 1120...1170 К в окислительной атмосфере. Облицовочные смеси, изготовленные на прокаленном кварцевом песке, в отвердевшем состоянии обладают более высокой прочностью, чем смеси на свежем песке (рисунок 3.1, б).

3.4 Кокильные покрытия для чугунного литья

Рабочая поверхность кокилей для чугунных отливок покрывается облицовкой, а затем краской. В качестве облицовки применяется, свежая паста, состоящая из 1 объемной части олифы и 2 частей ламповой сажи, которая один раз в смену натирается на рабочую поверхность кокиля, предварительно подогретого до 100...120°. Перед каждой заливкой производится закапчивание поверхности ацетиленовым пламенем или поверхность при помощи пульверизатора покрывается краской, состоящей из 50 г ламповой сажи; 100 гр жидкого стекла; 50 г огнеупорной глины и 0,5 марганцовокислого калия на литр воды.

					22.03.02.2019.271.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		38

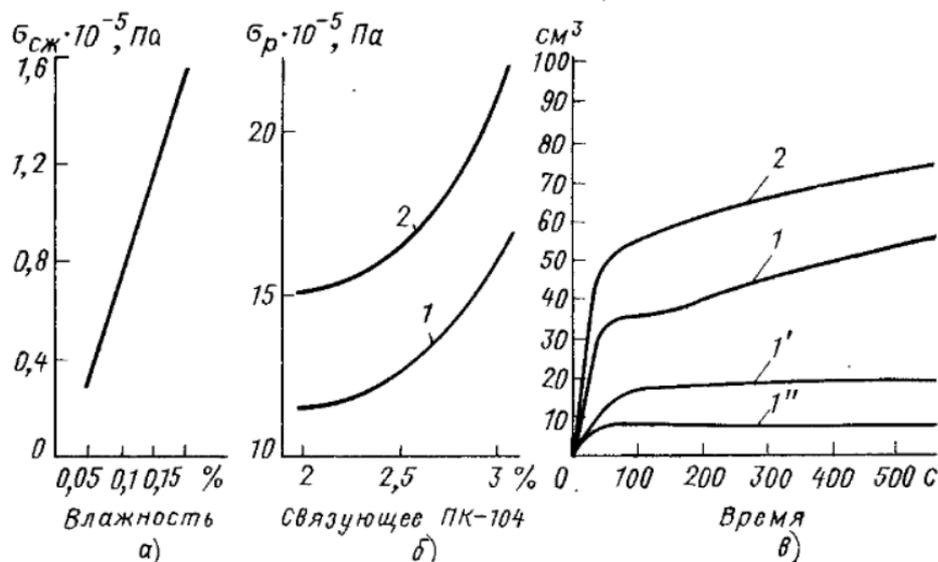


Рисунок 3.1 – Свойства облицовочной смеси и облицовки: а – зависимость прочности при сжатии неотвердевшего лакированного кварцевого песка от содержания влаги; б – влияние термической обработки кварцевого песка на прочность при растяжении песчано-смоляной смеси в отвердевшем состоянии (1 – исходный песок; 2 – прокаленный песок); в – газотворная способность при нагреве облицовочной смеси, содержащей 3% связующего ПК-104 (кривые 1), и смеси для оболочковых форм, содержащей 6% ПК-104 (кривая 2 при 1470К)

Кокили перед заливкой для удаления с их рабочей поверхности адсорбированной влаги и лучшей заполняемости их металлом подогреваются.

Для увеличения срока службы и снижения величины усадочных напряжений в отливках кокили перед заливкой различными сплавами нагревают до 250...400 °С. Перед этим на рабочие поверхности металлической формы наносят слой огнеупорного покрытия – облицовки или краски. Огнеупорное покрытие резко уменьшает теплоотвод и облегчает удаление отливки из формы. Этим широко пользуются для замедления кристаллизации металла в прибылях и узлах, оформляющих тонкие ребра. Составы облицовок и красок зависят от типа заливаемого металла, а толщина – от требуемой скорости охлаждения отливок: чем толще слой огнеупорного покрытия, тем медленнее охлаждаются отливки. Так, на стенки кокиля, оформляющие литниковые каналы и прибыли, наносят более толстый слой (до 1 мм), чтобы уменьшить интенсивность охлаждения расплава.

Краску наносят пульверизатором. Перед нанесением красок кокиль нагревают газовыми горелками или электрическими нагревателями до 130 °С. Рабочая температура кокиля зависит от состава заливаемого сплава и толщины стенки отливки.

Следует отметить, что при кокильном литье физико-химическое взаимодействие металла отливки и формы минимально. Это способствует повышению качества поверхности отливки. Шероховатость поверхности отливок определяется составом красок, наносимых на поверхности рабочей полости формы, и соответствует $Rz = 50 \dots 150$ мкм.

Кокиль практически газонепроницаем, но и газотворность его минимальна и определяется в основном составом огнеупорных покрытий. Для удаления газов из полости кокиля предусматриваются вентиляционные каналы по поверхностям разъема или специальные вентиляционные пробки и венты [11].

На современном рынке широко представлены различные покрытия для кокильного литья черных и цветных сплавов. Различные фирмы предлагают покрытия разной стоимости и стойкости. Сравнить составы красок проблематично, поскольку состав является коммерческой тайной и как правило не раскрывается. Из общедоступных свойств покрытий как правило можно найти только плотность и метод нанесения.

Таблица 3.1 – Свойства красок для чугунного литья, % (масс, доля)

Фирма	Марка	Плотность при (20 ±0,5) °С, г/см ³	Стойкость, съёмов	Стоимость, руб/кг
Сферолит	ПКИ-5.ПК-ЧМ.НТ	1,65	1	500
БЕЛТЕХНОЛИТ	ОП1	1,12	200	4000
ПОЛИМЕТ	СТАВРОЛ 700 К4	1,2	200	4500
FOSECO	DYCOTE DURA	1,4	1	800
Краска собственного производства	–	1,2	1	менее 50

Для производства отливок выбираем состав собственного производства, поскольку он обеспечивает необходимое качество отливок и является наиболее экономичным, кроме того сроки поставок готовых покрытий довольно велики, а краска собственного производства состоит из простых и доступных компонентов. Также немаловажным фактором является возможность оптимизации собственного состава и адаптация его к конкретным условиям производства.

					<i>22.03.02.2019.271.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		41

4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В современных условиях развития общества решение проблем, связанных с обеспечением безопасной жизнедеятельности человека во всех сферах его деятельности от опасных и вредных факторов, является актуальным. Это обусловлено тем, что в последние годы в нашей стране и за рубежом происходит множество чрезвычайных ситуаций различного характера. При этом возникающие стихийные бедствия, аварии, катастрофы, загрязнение окружающей среды промышленными отходами и другими вредными веществами, а также применение в локальных войнах различных видов оружия создают ситуации, опасные для здоровья и жизни населения. Эти воздействия становятся катастрофическими, они приводят к большим разрушениям, вызывают смерть, ранения и страдания значительного числа людей. Чтобы умело и грамотно противостоять последствиям проявления любых опасностей в чрезвычайных ситуациях, необходимо постоянно совершенствовать уровень подготовки специалистов различных профилей, способных решать комплекс взаимосвязанных задач в обеспечении безопасной жизнедеятельности человека.

В соответствии с трудовым кодексом РФ на всех предприятиях, в учреждениях, организациях должны быть созданы безопасные условия труда.

Конституция Российской Федерации в качестве одного из основных прав граждан закрепила право на охрану здоровья. Естественным следствием этого является и право работника на здоровье и безопасные условия труда, которые также в качестве отдельного принципа и в форме субъективного права закреплены в Конституции РФ.

Согласно трудовому кодексу государственными нормативными требованиями охраны труда, содержащимися в федеральных законах и иных нормативных правовых актах Российской Федерации и законах и иных нормативных правовых актах субъектов Российской Федерации, устанавливаются правила, процедуры,

					<i>22.03.02.2019.271.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		42

критерии и нормативы, направленные на сохранение жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности. А так же требования охраны труда обязательны для исполнения юридическими и физическими лицами при проектировании, строительстве (реконструкции) и эксплуатации объектов, конструировании машин, механизмов и другого оборудования, разработке технологических процессов, организации производства и труда. Устанавливаются правила, процедуры и критерии, направленные на сохранение жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности.

4.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

В литейном цехе, в соответствии с ГОСТ 12.0.003-03 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация», при проведении технологического процесса на всех стадиях обработки металлов возможно появление опасных и вредных производственных факторов.

Основными опасными и вредными производственными факторами в литейном производстве являются:

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

Анализ экологических, производственных факторов литейного цеха показывает, что в цехе необходимо применение мер по повсеместной технике безопасности.

					<i>22.03.02.2019.271.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		43

4.1.1 Вредные вещества

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-01 «СББТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» в литейном цехе к опасным и вредным факторам относится пыль, выделяющиеся газы и пары источниками которых являются плавильные агрегаты, оборудование для изготовления стержней, кокильные машины, оборудование для выбивки и очистки отливок.

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны и в воздухе жилой зоны не должно превышать установленных ПДК. В таблице 4.1 приведен ПДК вредных веществ, сопутствующих литейному производству.

Таблица 4.1 – ПДК и классы опасности вредных веществ

Наименование веществ	ПДК, мг/м ³	Класс опасности
Оксид углерода	20	4
Оксид азота	5	3
Оксид алюминия	6	3
Фенол	1	1
Формальдегид	0,5	1
Пары спирта этилового	6	3
Пары спирта метилового	5	3

Помимо естественной вентиляции, для эффективного распределения воздуха по всему производственному помещению, применяется механическая вентиляция. В общем случае цеховая приточная установка включает в себя: воздухоприемное устройство, пористый фильтр для очистки поступающего воздуха, систему кондиционирования для подогрева и охлаждения воздуха, вентилятор [12].

Кроме общецеховой предусматривается приточная местная вентиляция. В качестве индивидуальных средств защиты от пыли, при концентрациях, превышающих ПДК, применяют респираторы типа «лепесток».

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

Работы, выполняемые в цехе относятся к работам средней тяжести (категория Пб).

К категории Пб (энергозатраты от 201 до 250 ккал/ч (233...290 Вт)) относятся работы, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением.

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям (согласно ГОСТ 12.1.005-88) и представлены в таблице 4.2.

Общие требования безопасности при использовании машин и оборудования, работа которых сопровождается шумом, допустимые уровни звукового давления на рабочих местах устанавливаются в соответствии с ГОСТ 12.1.003-07. Инструкции по эксплуатации машин содержат данные о звуковом давлении и об уровне мощности звукового излучения.

Источниками шума в цехе являются плавильные печи и обрубное оборудование. Основным источником возникновения вибрации служит формовочное оборудование, установленное в цехе.

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

					<i>22.03.02.2019.271.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		45

Таблица 4.2 – Оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ	Температура, °С				Относительная влажность, %		Скорость движения, м/с		
		допустимая				оптимальная	допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных	оптимальная, не более	допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных	
		верхняя граница		нижняя граница						
		на рабочих местах								
постоянных	непостоянных	постоянных	непостоянных							
Холодный	Пб	17...19	21	23	15	13	40...60	75	0,2	не более 0,4
Теплый	Пб	20...22	27	29	16	15	40...60	70 (при 25°С)	0,3	0,2...0,5

Освещение в производственной деятельности, как фактор охраны труда, имеет большое значение. Недостаточное или неправильно устроенное освещение ухудшает зрение работника, вызывает общее утомление, ведет к снижению производительности труда, к увеличению брака в работе и может явиться одной из основных причин травматизма.

Естественное и искусственное освещение производственных и санитарно - бытовых помещений литейных цехов должно соответствовать СанПин 2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению».

Правила гигиены труда требуют максимального использования естественного освещения, т.к. солнечный свет оказывает биологически оздоравливающее и тонизирующее воздействие на организм человека. Во всех производственных и подсобных помещениях должны быть приняты меры к максимальному использованию естественного освещения. Нормы естественного освещения помещений должны устанавливаться с учетом обязательной регулярной очистки

стекло световых проемов от пыли, копоти и др. загрязнений. Стекло поверхности световых проемов (окон) должны подвергаться периодической очистке от пыли, грязи, дыма, копоти не реже 2 раз в месяц. Зимой очистку остекления окон необходимо производить только с внутренней стороны. Очистку фонарного остекления от пыли, копоти и других загрязнений необходимо производить не менее 2-х раз в год.

4.1.3 Электробезопасность

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

Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, не должны превышать значений, указанных в таблице 4.3 согласно ГОСТ 12.1.038-82.

Основными источниками опасности поражения электрическим током являются электропечи, машины и механизмы с электроприводом (конвейеры, подъемно-транспортные устройства и т.д.).

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

Таблица 4.3 – Нормы на допустимые токи и напряжения прикосновения

Род тока	U, В	I, мА	Примечание
	не более		
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3	напряжения прикосновения и токи приведены при продолжительности воздействий не более 10 мин в сутки и установлены, исходя из реакции ощущения.
Переменный, 400 Гц	3,0	0,4	
Постоянный	8,0	1,0	

Для индивидуальной защиты работников применяются монтерские инструменты, резиновые перчатки, сапоги, резиновые коврики и другие вспомогательные приспособления ГОСТ 12.1.019-01 «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

4.2 Безопасность производственных процессов и оборудования

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

Подготовка металлической шихты

Поступающие в литейные цех шихтовые материалы должны иметь токсикологическую характеристику. Разделка металлического лома, бракованных отливок и т.п. производится на копровых дворах. Разделка металлического лома на механических чушколомах или прессах производится с применением специальной оснастки, обеспечивающей безопасность работников. Приемка, сортировка и проверка металлического лома на отсутствие взрывчатых веществ и пустотелых закрытых объемов, на отсутствие легковоспламеняющихся веществ производится в соответствии с ГОСТ 2787.2-02 и ГОСТ 1639-07. Пол шихтового двора, где производится разгрузка и разделка металлического лома, должен быть ровным, выполненным из прочного материала и не иметь выбоин и ям. Шихтовые дворы литейного цеха должны быть крытыми и оборудованы грузоподъемными устройствами. Нахождение на территории шихтового двора работников, непосредственно не связанных с его работой, не допускается.

Выплавка металла

Выплавка металла осуществляется в соответствии с Приказом Ростехнадзора от 30.12.2013 N 656 «Об утверждении федеральных норм и правил в области

					<i>22.03.02.2019.271.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		48

промышленной безопасности. Правила безопасности при получении, транспортировании, использовании расплавов черных и цветных металлов и сплавов на основе этих расплавов" [13].

Шихтовые материалы загружаться и догружаться в печь сухими, без посторонних включений. Холодные материалы к загрузке и дозагрузке не допускаются. Легирующие и другие присадки вводятся в расплав печи и в ковш сухими и подогретыми.

Загрузка шихты, подшихтовка, введение присадок, флюсов, перемешивание металла, снятие шлака, отбор проб, замер температуры расплава в печи производятся в электропечах при отключенном напряжении. Взятие пробы из печи производится сухим подогретым инструментом. Выбивка пробы из стакана производится после затвердения металла.

Работы по очистке прямков и пространства под печью от шлака и мусора выполняются под наблюдением мастера или плавильщика и при условии достаточной освещенности фронта работ. Пол под печью и в прямке во время работы печи, при выпуске металла должен быть сухим.

Нахождение работников во время выпуска металла в местах, куда могут попасть брызги металла, запрещается.

Литье в металлические формы

Перед заливкой кокиль надежно закрепляют на столе кокильной машины. Зоны заливки, привода движущихся форм, передвижения стержней, привода силовых периферийных устройств (распылителей, устройств выемки и др.) снабжены оградительными устройствами с электроблокировкой.

Кокиля перед каждой подачей металла очищают от посторонних включений. Для очистки и смазки применяются приспособления, исключающие нахождение рук работника в зоне кокиля.

При производстве работ по ремонту внутренней части кокиля между полуформами устанавливают инвентарный распор.

					<i>22.03.02.2019.271.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		49

Для дозированной подачи расплавленных сплавов применяются устройства, исключаящие их пролив или разбрызгивание во время выдачи доз.

Складирование горячих отливок у машин (кокилей) производится в специальную тару и удаляться от них периодическими транспортными средствами.

Финишная обработка отливок

Удаление стержней и очистка отливок производится в электрогидравлических установках.

Вокруг выбивных устройств обеспечены проходы шириной не менее 1 м. Шлифовальные установки оснащены устройствами для снятия электростатического электричества. Рабочие места обрубщиков ограждены друг от друга стационарными или переносными щитами для защиты работников соседних участков от отлетающих обрубков и осколков литья.

Обрубка и зачистка отливок производится при устойчивом их положении. Для мелких отливок в целях предупреждения их самопроизвольного или от воздействия инструмента сдвига, поворота, опрокидывания необходимо работы производить на верстаках с использованием тисков, зажимов, захватов, упоров, подставок и др. приспособлений, фиксирующих удобное для обработки и зачистки положение отливок.

					<i>22.03.02.2019.271.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		50

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе была разработана технология изготовления отливки «Крышка сквозная» из сплава СЧ20.

В качестве литейной формы применяется кокиль.

Кокильное литье дает возможность получения отливок высокой точности и с качественной поверхностью, автоматизации процесса, повышения производительности и уменьшения затрат в литейном производстве. Готовые отливки проходят обязательный контроль.

В специальной части работы проведен анализ кокильных покрытий.

В разделе безопасность жизнедеятельности представлены по обеспечению безопасной работы литейного цеха.

					<i>22.03.02.2019.271.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		51

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Состояние и перспективы литейного производства России. – <http://otlivka.info/articles/sostoyanie-i-perspektivy-litejnogo-proizvodstva-rossii/>.
2. Швабауэр, В.И. Технология изготовления отливок: Учебное пособие / В.И. Швабауэр. – Челябинск: ЧГТУ, 1992. – 68 с.
3. Чуркин, Б.С. Технология литейного производства: Учебник / Б.С. Чуркин – Екатеринбург: Изд. Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2000. – 662 с.
4. Технологические процессы и оборудование: Сборник руководящих технических материалов по современным эффективным технологическим процессам формообразования точных отливок для деталей в машиностроении. – Москва, 2002. – 285 с.
5. Дубровин, В.К. Технологические процессы литья: учебное пособие для студентов высших учебных заведений обучающихся по направлению 150400 "Металлургия" / В.К. Дубровин, А.В. Карпинский, О.М. Заславская. – Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2013. – 193, с.
6. Бураков, С.Л. Литье в кокиль / С.Л. Бураков, А.И. Вейник, Н.П. Дубинин и др. Под ред. А.И. Вейника. – М.: Машиностроение, 1980, 415 с., ил.
7. Чуркин, Б.С. Специальные способы литья: учебно-методическое пособие / Б. С. Чуркин, А. Б. Чуркин, Ю. И. Категоренко; под ред. Б. С. Чуркина. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2012. – 189 с.
8. Калачевский, Б.А. Современные методы формообразования и обработки заготовок деталей машин / Б.А. Калачевский, Б. И. Калмин, Б. Г. Колмаков, М. С. Корятов, – Омск: Издательство СибАДИ. – 2003. – 168 с.
9. «Сайт оборудования для литейного производства различных фирм». – <http://steelcast.ru/>.
10. Чуркин, Б.С. Специальные способы литья: учебно-методическое пособие / Б. С. Чуркин, А. Б. Чуркин, Ю. И. Категоренко; под ред. Б. С. Чуркина. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2012. – 189 с.

					22.03.02.2019.271.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		52

11. Ковалев, Ю. Г. Литейная технологическая оснастка: в 3 частях / Ю. Г. Ковалев. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 1999. – 105 с.

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

13. Кукин, П.П. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда: Учебное пособие для вузов / П.П. Кукин, В.Л. Лапин, Н.Л. Пономарев. – Изд. 4-е, перераб. – М.: Высшая школа, 2007. – 335 с.

					<i>22.03.02.2019.271.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		53