

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
"Литейное производство"
д. т. н. профессор
/Б. А. Кулаков
«__»_____2018г.

Литейные технологии производства стальной отливки "Кронштейн"

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-22.03.02.2018.437.00.00 ПЗ ВКР

Нормоконтролер
доцент, к.т.н.
О.М. Заславская
«__»_____2018г.

Руководитель проекта
доцент, к.т.н.
О.М. Заславская
«__»_____2018г.

Автор проекта
студент группы
П-437
Н.О. Корниенко
«__»_____2018г.

Челябинск 2018

АННОТАЦИЯ

Литейные технологии производства стальной отливки «Кронштейн». Челябинск: ЮУрГУ, П – 437, 2018, 75 с., 9 ил., библиогр. список – 12 наим., 4 листа чертежей ф.А1, 1 плакат.

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

Отливка «Кронштейн» технологична для получения литьем по выплавляемым моделям (ЛВМ). Разработаны и рассчитаны элементы литейной формы, выбран состав формовочной суспензии и обсыпки, выбраны параметры технологического процесса изготовления формооболочек, определены условия заливки, выбивки и очистки отливки.

Проведена работа по исследованию причин появления дефектов на выплавляемых моделях, установлены мероприятия по повышению качества ОТЛИВОК.

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ ВКР			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Корниенко Н.О.			Литейные технологии производства стальной отливки «Кронштейн»	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		Заславская О.М.					3	
<i>Реценз.</i>						ЮУрГУ Кафедра ЛП		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Утверд.</i>								

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 Сравнение отечественных и зарубежных технологий и решений	5
2 Техпроцесс изготовления отливки	16
2.1 Анализ конструкции детали и условий ее эксплуатации. Конструирование детали	16
2.2 Обоснование выбора способа изготовления отливки	17
2.3 Выбор и обоснование места и уровня подвода металла	17
2.4 Выбор и обоснование конструкции литниково-питающей системы.....	18
2.5 Расчет литниково-питающей системы.....	19
2.6 Разработка конструкции пресс-формы, определение разъема и положения отливки	22
2.7 Выбор модельного состава.....	24
2.8 Изготовление моделей	26
2.9 Разработка технологии изготовления оболочковой формы	27
2.10 Изготовление литейных керамических форм	28
2.11 Прокалка, заливка и охлаждение форм.....	30
2.12 Очистка, термообработка и обрубка отливок	33
2.13 Организация контроля	34
2.14 Возможные дефекты отливок	35
3 Дефекты моделей при ЛВМ и способы их устранения.....	37
4 Безопасность жизнедеятельности	50
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	73
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	74

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

ВВЕДЕНИЕ

Литейное производство позволяет получить заготовки сложной конфигурации с минимальными припусками на обработку резанием и с достаточно хорошими механическими свойствами. В процессе литья, при охлаждении металл в форме затвердевает и получается отливка – готовая деталь или заготовка, которая впоследствии подвергается механической обработке, для удаления припусков или других возможных дефектов. Для уменьшения затрат, как экономических, так и человеческих ресурсов, стоит задача получения отливок, размеры и форма которых максимально приближена к размерам и форме готовой детали. Этим требованиям соответствует литьё по выплавляемым моделям. Технологический процесс ЛВМ механизирован и автоматизирован, что снижает стоимость литых заготовок.

Качество отливок в ЛВМ во многом зависит от качества выплавляемых моделей. К свойствам модельных составов предъявляют комплекс требований, которые могут иметь существенные различия в зависимости от конфигурации, размеров и назначения отливок, необходимой размерной точности их и качества поверхности, масштабов и характера производства, принятого технологического варианта процесса изготовления оболочек форм, требований к уровню механизации и экономическим показателям производства. Требования во многом определяются также природой и свойствами самого модельного состава. Во всех случаях необходимо, чтобы свойства составов обеспечивали получение высококачественных моделей при одновременной технологичности составов (простоте их приготовления, удобстве использования, возможности утилизации).

Целью выпускной квалификационной работы является разработка технологии изготовления отливки «Кронштейн» литьем в одноразовую оболочковую форму, с современным оборудованием и с использованием новейших технологий.

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ

Литейное производство – одна из отраслей машиностроения, которая позволяет изготавливать фасонные заготовки посредством заливки расплава в заготовленную форму, полость производства которой имеет конфигурацию заготовки. Литьем получают разнообразные конструкции отливок массой от нескольких граммов до 300 т, длиной от нескольких сантиметров до 20 м, со стенками толщиной 0,5 – 500 мм.

Отливки после механической обработки составляют почти половину массы деталей всех машин, механизмов, приборов и аппаратов, выпускаемых разными отраслями машино- и приборостроения.

В России литейное производство занимает одно из первых мест в металлургической отрасли. Этому способствует именно технология литейного производства, которая позволяет экономично расходовать металл. К примеру, при получении литых заготовок коэффициент использования металла составляет от 70 до 95%. Литейное производство – это сложная, многоступенчатая отрасль, которая позволяет получать высококачественные заготовки из черных и цветных металлов весом от нескольких граммов до 180 тонн. Со временем появляются новые технологии, которые позволяют модернизировать процесс, так же сделать его более экономичным, повысить прочностные и эксплуатационные характеристики сплавов в отливках на 8 – 10%, а также снизить припуски на механическую обработку [1].

Учитывая все вышеперечисленные факторы, заготовки, сделанные технологией литейного производства, пользуются широкой популярностью в различных отраслях промышленности: автомобильной и тракторной – 57%, химическом и нефтегазовом – 14%, тяжелом и энергетическом машиностроении – 10%, дорожном и коммунальном – 9%, электротехническом – 4%, станкостроении и приборостроении – 3%, другие отрасли – 3%.

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

Литейное производство России насчитывает примерно 1120 предприятий, на данные 2014 года они произвели 4,2 млн. тонн литых заготовок из черных и цветных сплавов. Литейное производство также предоставляет рабочие места, это позволяет влиять на экономическую потребность в человеческих ресурсах. По приблизительным оценкам около 285 тыс. человек занято литейным производством.

Динамика изменения производства отливок с 1985 г. приведена в таблице 1.

Таблица 1.1 – Динамика изменения производства отливок

Год	1985	1990	2000	2005	2010	2013	2014
Выпуск отливок, млн. т	18,50	13,40	4,85	7,60	3,90	4,10	4,20
В том числе из:							
Чугуна	12,90	9,30	3,50	5,20	2,90	2,90	3,00
Стали	3,10	3,24	0,96	1,30	0,60	0,70	0,75
Цветных сплавов	2,50	0,86	0,39	1,10	0,40	0,50	0,45

Производство отливок в 2014 г. (по оценке экспертов) по сплавам представлено в таблицах 1.2, 1.3 и 1.4.

Таблица 1.2 – Производство отливок из чугуна

Тип чугуна	Производство отливок, тыс. тонн/%
Всего из чугуна	3000/100
В том числе:	
Из серого чугуна	1750/58,3
Из высокопрочного чугуна	900/30
Из специальных легированных чугунов	350/11,7

Таблица 1.3 – Производство отливок из стали

Тип стали	Производство отливок, тыс. тонн/%
Всего	750/100
В том числе:	
Из углеродистой	510/68
Из легированной	24/32

Таблица 1.4 – Производство отливок из цветных сплавов

Тип сплава	Производство отливок, тыс. тонн/%
Всего из цветных сплавов	450/100
В том числе:	
Из алюминиевых сплавов, включая слитки	340/75,5
Из магниевых сплавов	17/3,8
Из медных сплавов	68/15,1
Из цинковых сплавов	10/2,2
Из других сплавов	15/3,4

Анализ состояния производств России по мощностям, объемам выпуска и числу работающих приведен в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Состояние производств России по мощностям, объемам выпуска и числу работающих

Объем выпуска отливок, т/год	Количество работающих человек	Количество предприятий	Доля от общего объема выпуска, %	Примечание
1. 50000 – 100000	2000 – 3000	15	2,5	Литейные цехи автозаводов, энергомашиностроения, оборонный комплекс
2. 10000 – 50000	500 – 2000	75	12,5	Литейные цехи крупных машиностроительных заводов
3. 5000 – 10000	200 – 500	170	16,0	Цехи машиностроительных заводов и отдельные цехи
4. 1000 – 5000	50 – 200	380	32,0	Цехи машиностроительных предприятий
5. Менее 1000	50 – 100	480	37,0	Мелкие цехи различного назначения

В настоящее время производство отливок по технологическим процессам распределяется (по оценке экспертов на 2014 г.) следующим образом (таблица 1.6)

Таблица 1.6 – Производство отливок по технологическим процессам, %

1. Литье в сырые песчано-глинистые формы	46,0
2. Литье в разовые формы из ХТС	34,0
3. Литье в кокиль	4,2
4. Литье под давлением	9,1
5. Центробежное литье	4,0
6. Литье в оболочковые формы	0,4
7. Литье по выплавляемым моделям	1,2
8. Литье по газифицируемым моделям	0,3
9. Непрерывное литье	0,6
10. Другие технологии литья	0,2

Степень механизации и автоматизации литейного производства в России оценивается производством отливок на различном оборудовании (таблица 1.7)

Таблица 1.7 – Уровень автоматизации и механизации литейного оборудования

Тип оборудования	Производство отливок, %
Автоматические линии	20
Полуавтоматические и механизированные линии	34
Машины	35
Вручную	11

Заводы, производящие литейное оборудование, находящиеся в России (на данные 2014 г.): АО «Сиблитмаш», АО «Амурлитмаш», ООО «Литмашприбор» и малые предприятия: ООО «Униреп-Сервис», ООО «Тебова НУР», ЗАО «Литаформ», АО «КТИАМ». Плавильные печи производят: ЗАО «РЭЛТЕК», г. Екатеринбург, АО «Электротерм-93» г. Саратов, АО «Новозыбковский завод

электротермического оборудования», ООО «Курай», г. Уфа, ЗАО НППП «Электротехнология» г. Екатеринбург и др.

В то же время, вышеперечисленные заводы не полностью удовлетворяют потребности литейных цехов, а также заводов. Некоторые сложности в производстве оборудования обусловлены: нехваткой нужных технологий, дорогостоящие патенты, отток человеческих ресурсов в другие страны и др.

Поэтому перед российскими литейщиками предстает задача: в виду того, что из-за отсутствия оборудования приходится его закупать в таких странах как: Германия, Италия, США, Япония, Дания, Англия, Чехия и др. Это существенно влияет на экономическую составляющую в литейном производстве.

К примеру, на данные 2014 года импорт оборудования для работы литейного производства составил примерно 645, 4 млн долларов США.

Основное направление в развитии литейного производства остается строительство новых, и реконструкция старых литейных цехов и заводов на базе новых технологических процессов и материалов, а также перспективного оборудования.

Главной целью реконструкции является расширение уже имеющихся объемом производства, повешение качества продукции, улучшение экологической ситуации.

Для проведения реконструкции требуется большое количество ресурсов: человеческих, ресурсы информации, технологии, а также экономические ресурсы. Нужны специалисты высокой квалификации. На данный момент в России ограниченное количество организаций, которые берут на себя технологическое и рабочее проектирование цеха или отдельного участка. Создаются творческие группы специалистов и организаций, которые выполняют работу данного типа. К примеру: АО «Уралгипромез» г. Екатеринбург, АО «Сибпроектэлектро» г. Новосибирск и др.

За последние 5 лет по предварительным данным реконструировалось полностью или частично около 120 литейных цехов и участков, из них: АО

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

«Сиблитмаш», ООО «Техпромлит», г. Воронеж, АО «Каширинский Центролит», ООО «Химпромсервис», г. Новомосковск, ООО «Благовещенский арматурный завод», АО «Чебоксарский тракторный завод», АО «Омсктрансмаш» г. Омск и др. Введен в эксплуатацию новый литейный цех ООО «СовТехЛит», г. Нижний Новгород, который находится на территории предприятия «Сокол».

Реконструкция литейных цехов и предприятий не может быть осуществлена без подготовленной на то базе, которая состоит из новых экологических технологий, прогрессивного оборудования. На данный момент примерно 70% реконструированных заводов установлено импортруемое оборудование.

Внедрение перспективных технологий.

Для обеспечения прочностных, литейных и эксплуатационных характеристик сплава плавка и внепечная обработка является первичным и ответственным технологическим переделом.

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

Для плавки чугуна перспективными являются:

– Индукционные тигельные печи средней частоты емкостью до 10 – 15 тонн. Такие печи производят: ЗАО «РЭЛТЕК», г. Екатеринбург, ООО «Курай», г. Уфа, ОАО «Новозыбковский завод электротермического оборудования» и др.

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

В настоящее время не происходит постоянного совершенствования технологии ваграночной плавки чугуна, эта технология в ряде случаев незаменима для массового производства некоторых марок чугуна. Так как, в России никогда не было производства вагранок, то эта технология сделана чрезвычайно простым способом, что существенно влияет на качество получаемого металла, на

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

экологическую обстановку и на вредные составляющие. Технология использования газовых вагранок крайне редко встречается в России из-за несовершенства технологии.

В России последние годы укрепилась ошибочная тенденция, которая указывает на то, что в качестве шихты должен использоваться некачественный и дешевый лом. Эта тенденция нацелена на то, чтобы снизить себестоимость отливок.

Для плавки стали:

– дуговые электропечи переменного и постоянного тока, также индукционные печи средней и повышенной частоты.

Для плавки цветных сплавов:

– электрические индукционные, дуговые и печи сопротивления, газовые, мазутные печи.

За последние годы замечен рост производства отливок из алюминиевых и магниевых сплавов, которым предпочитают чугунные и стальные отливки.

Производство фасонных отливок в России из алюминиевых сплавов различными методами представлено в таблице 1.8.

Таблица 1.8 – Производство фасонных отливок из алюминиевых сплавов в России

Общее количество	160 тыс. тонн
Литье под высоким давлением	48%
Литье под низким давлением	30%
Литье в кокиль	9%
Литье в землю	13%

На данный момент в литейных цехах, расположенных в России, сохранились производственные мощности для производства фасонных отливок из алюминиевых сплавов на уровне 500 тыс. т/год. На 2014 г. 380 литейных цехов

оборудованы в общем около 9 тыс. машин литья под давлением и около 3,5 тыс. кокильных машин и станков [1].

Так как из вышеперечисленного видно, что литье из цветных сплавов набирает популярность, то необходимо пересмотреть конструкторские решения, технологию производства, создать новые ГОСТы.

Развитие процессов изготовления литейных форм

Процесс изготовления литейных форм основан на базе песчаных и песчано-глинистых смесей. Развитие этого направления идет по нескольким ответвлениям. Основой является метод динамического уплотнения, необходимо также совершенствовать процесс изготовления опочных и безопочных форм их ХТС на базе современных связующих материалов и стабилизаторов, литье по газифицируемым моделям и др.

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

Формовочные машины в России изготавливает АО «Сиблитмаш», АО «Литмашприбор», в Беларуси- институт «БЕЛНИИЛИТ»

В России имеются все необходимые ресурсы для дальнейшего развития технологии уплотнения.

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

В настоящее время эти процессы развиваются в следующих направлениях:

- колд-бокс-амин-процесс на базе фенольно-изоцианатного связующего с продувкой триэтиламино, триметиламино, диметилэтиламино;
- резол-СО₂-процесс на базе фенольной смолы типа «Экофен» с продувкой углекислым газом;
- альфа-сет-процесс на базе щелочной смолы фенольного класса и отвердителей на основе смеси органических эфиров;

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

– бета-сет-процесс на базе фенольной щелочной смолы и продувкой газообразным метилформиатом.

Для изучения и освоения всех этих технологий требуется соответствующее оборудование такое как: смесители, вибростолы, кантователи, протяжные устройства, оборудования для покраски и сушки, газогенераторы, нейтрализаторы, оборудование для выбивки форм и очистки отливок. Все это оборудование должно соответствовать технологии и отвечать всем современным требованиям, для получения качественных отливок.

подавляющее число этого оборудования закупается у зарубежных фирм таких как: IMF (Италия), «Лемпе» (Германия), «Лораменди» (Испания), «Омега» (Великобритания) и др.

Для усовершенствования всех вышеперечисленных технологий и основной темой дискуссий остается экология. Производство существенно влияет на окружающую среду. При производстве 1 тонны отливок из черных и цветных сплавов выделяется около 50 кг пыли, 250 кг окиси углерода, 1,5-2,0 кг окиси серы, 1 кг углеводородов. Существенной проблемой также являются отходы от литейного производства, они относятся к 4-й категории опасности. Необходимо внедрить технологию для безотходного производства, либо для безвредной утилизации данных отходов [1]. Для этого в России, к сожалению, нет оборудования и технологии их изготовления, поэтому закупается в зарубежных странах.

Огромной проблемой в литейном производстве является слабая база подготовки молодых специалистов, а также не удовлетворяющие условия труда, что сильно вредит прогрессу в данной отрасли. Причинами являются низкое социальное обеспечение молодых специалистов, экономическая нестабильность предприятий, которые не способны конкурировать на рынке заработных плат молодых специалистов. Из всего этого следует, что выпускающиеся из высших учебных заведений специалисты работают не по специальности, происходит отток человеческих ресурсов в другие страны.

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Еще одной проблемой из вышеперечисленного является низкое количество молодых ученых в данной отрасли. От этого страдает база развития литейной технологии. Сокращается количество научных сотрудников, а, как следствие, количество разработок и патентов для нашей страны.

Из всего вышеперечисленного можно сделать вывод, что литейное производство в России находится в состоянии близкой к стагнации. Необходимо делать ставку на обучение молодых специалистов, которые в итоге должны привести к резкому скачку в технологии литейного производства, а также новые технические решения, которые позволят улучшить экономическую составляющую производства отливок и укрепить конкурентоспособность на мировом рынке.

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

2 ТЕХПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ

2.1 Анализ конструкции детали и условий ее эксплуатации.

Конструирование детали

Отливка – представитель «Кронштейн» имеет габаритные размеры: 92,5x39x26 мм, масса 0,14 кг.

Отливка изготавливается из стали 20Л ГОСТ 977 – 88. Допускается замена материала на сталь 25Л ГОСТ 977– 88. В зависимости от назначения и требований к качеству по ГОСТ отливка «Кронштейн» относится к первой группе. Данные отливки не воспринимают большие нагрузки, их конфигурация и размеры определяются конструктивными и технологическими соображениями. Осуществляется контроль отливки по двум параметрам: внешний вид, геометрические размеры.

Отливка относится к 6 классу точности по ГОСТ Р 53464 – 2009. Механическая обработка осуществляется в соответствии с IT 10 по ГОСТ Р 53464 – 2009.

Шероховатость отливки складывается из шероховатости поверхности модельной оснастки; размеров частиц формообразующих материалов, а именно первого облицовочного слоя; способности суспензии смачивать поверхность модельного блока; смачиваемости расплава поверхности литейной формы. На данной отливке шероховатость отсутствует.

Для извлечения модели из полости пресс-формы на поверхности выполняются уклоны, для наружных поверхностей 30', для внутренних 1°30' по ГОСТ 3212-92.

Радиусы скруглений принимаем 1 мм.

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

2.2 Обоснование выбора способа изготовления отливки

Литье по выплавляемым моделям – метод получения отливок в неразъемных разовых формах, преимущественно оболочковых, обладающих повышенной точностью ГОСТ Р 53464-2009.

Изготавливая данную отливку методом ЛВМ, мы сможем максимально приблизить отливку по форме и размерам к готовой детали, а в ряде случаев получить литую деталь, дополнительная обработка которой перед сборкой не требуется. Благодаря этому резко снижаются трудоемкость и стоимость изготовления изделий, уменьшается расход металла и инструмента, экономятся энергетические ресурсы, сокращается потребность в рабочих высокой квалификации, в оборудовании, приспособлениях, производственных площадях. Метод позволяет изготавливать сложные тонкостенные отливки (5 мм). Так же мы можем изготовить отверстия (10 мм) литьем, без применения стержней. Метод позволяет получать отливки с высокой точностью и хорошим качеством поверхности, что необходимо при изготовлении данной отливки «Кронштейн».

Применение высокоогнеупорных и термостойких материалов для изготовления оболочковых форм, пригодных для нагрева до температуры выше температуры плавления литейного сплава и быстрого охлаждения без деформаций и разрушений, позволяет эффективно использовать методы направленной кристаллизации, получать высоко герметичные отливки и получать монокристаллические изделия.

2.3 Выбор и обоснование места и уровня подвода металла

При выборе места подвода металла руководствуемся следующими рекомендациями [3]:

–следует обеспечить подвод металла в такие места отливки, разогрев которых будет способствовать усилению направленного затвердевания;

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

–если в отливке могут образовываться внутренние напряжения, то следует подводить металл таким образом, чтобы уменьшились температурные перепады в ее частях;

–следует стремиться к созданию одностороннего движения металла в форме, т.е. питатели размещать так, чтобы направление движения металла было в одну сторону и было исключено встречное движение струй;

–подвод металла к отливке следует подводить в массивные части, так как литниково-питающая система является прибылью;

–следует стремиться к осуществлению подвода металла в форму при заполнении ее наиболее коротким путем.

Металл подводим через один питатель в массивную часть отливки.

2.4 Выбор и обоснование конструкции литниково-питающей системы

ЛПС при литье по выплавляемым моделям выполняются из традиционных элементов: литниковых воронок, стояков, зумпфов и литниковых ходов, прибылей и коллекторов. Благодаря, характерной для литья по выплавляемым моделям, неразъемной форме указанные конструктивные элементы удается расположить наиболее эффективно, максимально используя объем формы.

Для отливки «Кронштейн» лучше всего будет использовать литниково-питающую систему 1-го типа, где питающий элемент – центральный стояк. ЛПС этого типа представляет собой стояк компактного сечения, непосредственно к которому с разных сторон присоединяются небольшие отливки с индивидуальным питателем. Центральный стояк является одновременно и литниковым ходом, и коллективной прибылью, а питатели соответственно выполняют и роль шеек прибылей. Сечение стояка имеет круглую форму.

Центральное расположение стояка обуславливает его естественное замедление охлаждения и способствует направленному затвердеванию периферийно расположенных отливок [2].

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

Центральный стояк служит основой для создания комплексно-механизированного технологического процесса производства небольших отливок. Применение унифицированного металлического каркаса (см. рисунок 1), в качестве несущей конструкции, обеспечивает удобство звеньевой сборки модельного блока и его высокую прочность при изготовлении оболочковой формы. Уже в отлитом блоке центральный стояк надежно закрепляется в приспособлениях станков при очистке и отрезке отливок.

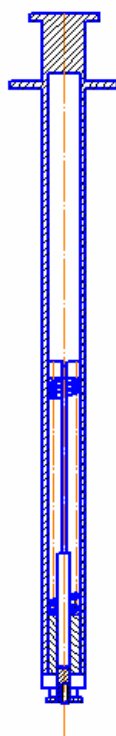


Рисунок 1 – Унифицированный металлический каркас

2.5 Расчет литниково-питающей системы

В основе расчета элементов ЛПС лежит условие направленного затвердевания от наиболее тонких частей отливки через ее массивные узлы к прибыли, которая должна затвердевать последней. Для определения параметров ЛПС типа 1 применяется принцип непрерывного увеличения приведенной толщины от удаленных тонкостенных участков отливки к прибыли. Приведенная

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

толщина дает возможность оценить относительную продолжительность затвердевания различных по форме тел.

Тепловой узел отливки представляет собой брус прямоугольного сечения. Находим приведенную толщину узла по формуле (1) [4]:

$$R_y = \frac{V_y}{S_y} = \frac{a \cdot b \cdot l}{2 \cdot (a \cdot b + b \cdot l + a \cdot l)}, \quad (1)$$

где a – толщина, мм;

b – ширина, мм;

l – длина, мм.

$$R_y = \frac{8 \cdot 12 \cdot 20,25}{2 \cdot (8 \cdot 12 + 12 \cdot 20,25 + 8 \cdot 20,25)} = 1,94 \text{ мм.}$$

Принимая $l_{\text{п}} = 10$ мм и диаметр стояка $d_c = 41$ мм, находим приведенную толщину сечения стояка по формуле [4]:

$$R_c = \frac{F_c}{P_c} = \frac{d_c}{4}, \quad (2)$$

где d_c – диаметр стояка, мм.

$$R_c = \frac{41}{4} = 10,25 \text{ мм.}$$

Далее находим по уравнению (3) приведенную толщину сечения питателя [3]:

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

$$R_n = 11^4 \sqrt{R_y^3 \cdot m_0} \cdot \sqrt[3]{l_n} / R_c, \quad (3)$$

где R_n – приведенная толщина сечения питателя, мм;

k – Коэффициент пропорциональности, приближенно принимают $k = 11$;

R_y – приведенная толщина теплового узла отливки, мм;

m_0 – масса отливки, кг;

l_n – длина питателя, мм, 5–12.

$$R_n = 11^4 \sqrt{1,94^3 \cdot 0,14} \cdot \sqrt[3]{10} / 10,25 = 2,32 \text{ мм.}$$

Принимая прямоугольное сечение питателя толщиной $a_n = 12$ мм, находим его ширину b_n по формуле (4) [4]

так как $R_n = \frac{F_n}{P_n} = \frac{ab}{2 \cdot (a + b)}$, то (4)

$$b_n = \frac{2 \cdot a_n \cdot R_n}{a_n - 2 \cdot R_n}, \quad (5)$$

$$b_n = \frac{2 \cdot 12 \cdot 2,32}{12 - 2 \cdot 2,32} = 7,57 \text{ мм.}$$

Из конструкторских особенностей отливки в месте подвода металла, размеры питателя принимаем 8x12 мм.

По формуле 4 находим приведенную толщину питателя:

$$R_n = \frac{8 \cdot 12}{2 \cdot (8 + 12)} = 2,4.$$

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

Условие направленного затвердевания предполагает $R_y < R_n < R_c$. Это условие соблюдено, $1,94 < 2,4 < 10,25$, следовательно, расчет верен.

2.6 Разработка конструкции пресс-формы, определение разъема и положения отливки

Пресс-форма – это инструмент для изготовления, модели. От точности модели зависит точность размеров полости формы и соответственно размеров отливки. Поэтому главное требование к пресс-форме заключается в том, чтобы в ней можно было получить модели отливки с заданной точностью размеров и шероховатостью поверхности. Точность размеров модели и качество воспроизведения ее конфигурации зависят от точности размеров полости пресс-формы и ее конструкции. Конструкция пресс-формы должна быть такой, чтобы модель можно было легко и быстро, без деформаций и повреждений извлечь из рабочей полости пресс-формы, чем меньше разъемов имеет пресс-форма, тем выше точность моделей. Поэтому всегда стремятся делать минимальное число разъемов. Однако для получения сложных моделей приходится делать несколько разъемов, чтобы модель можно было извлечь из пресс-формы. По конструкции и методам изготовления обычно различают пресс-формы для единичного и мелкосерийного, серийного и массового производства. В серийном и массовом производстве применяют многогнездные пресс-формы. Для данной отливки модель проста по конфигурации, и сравнительно небольшая по габаритным размерам. Исходя из вышесказанного, пресс-форму изготавливают с тремя рабочими полостями. На рисунке 2 показана схема пресс-формы в сборе.

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

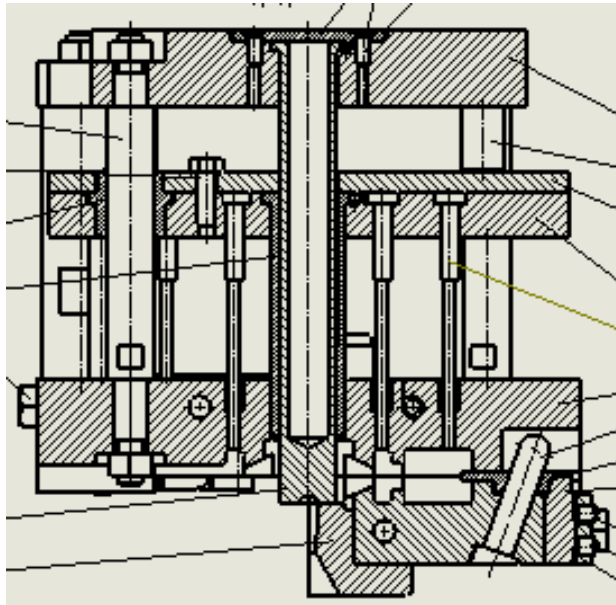


Рисунок 2 – Схема пресс-формы в сборе

Автоматическая пресс-форма состоит из следующих основных частей:

- фиксатор для запрессовки;
- матрица подвижная;
- матрица неподвижная;
- плита толкательная;
- плита прижимная;
- основание;
- направляющие и выталкиватели;
- система охлаждения модельного звена.

На рисунке 3 представлен главный вид чертежа детали с указанной на ней одной горизонтальной плоскостью разъёма пресс-формы, которая будет проходить вдоль детали.

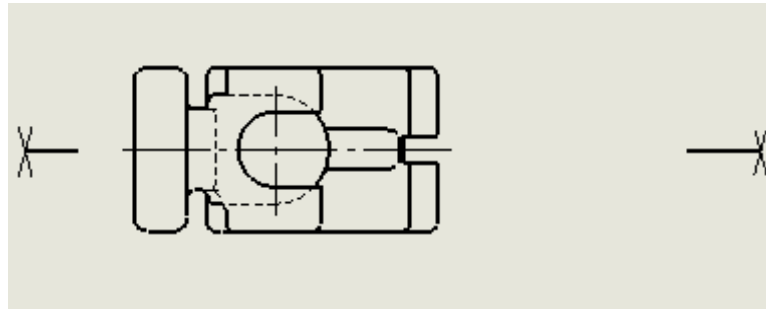


Рисунок 3 – Поверхность разъема пресс-формы

Пресс-форма изготавливается из стали 20Л ГОСТ 977-88. Для получения по одной пресс-форме достаточного количества качественных моделей она должна обладать необходимой долговечностью, для этого производится хромирование обработанных поверхностей, Fe/Cr18 ГОСТ 9.306-85.

2.7 Выбор модельного состава

Для получения отливки необходимо изготовить ее модель. Для получения моделей используют парафино-церезиновый модельный состав МВС-15 70-25-5 ТУ 0258-001-51570957-2002.

В расплавленном состоянии модельный состав должен обладать хорошей жидкотекучестью для четкого воспроизведения конфигурации модели при заполнении полости пресс-формы и легкого и полного удаления из оболочковой формы. Усадка состава при охлаждении и его расширение при нагреве должны быть минимальными и стабильными, чтобы точность моделей и соответственно отливок была высокой. Модельный состав не должен прилипать к поверхности пресс-формы; химическое взаимодействие его с материалом пресс-формы недопустимо. После затвердевания в пресс-форме модельный состав должен обладать прочностью и твердостью, достаточными для того, чтобы модели не деформировались и не ломались на последующих операциях технологического процесса.

Парафино – церезиновый модельный состав МВС – 15 70 – 25 – 5 относится к легкоплавким. Несомненным достоинством модельных составов типа МВС

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

является их высокая прочность, жёсткость, теплоустойчивость, текучесть и химическая устойчивость по отношению к пылевидному кварцу и воде, используемой при выплавлении модельного состава из керамических оболочек. Эти положительные качества достигаются за счёт использования в модельных составах синтетического, высокоплавкого церезина и полиэтиленового воска. Для устранения усадочного дефекта в модельный состав при его приготовлении замешивается 18–22 % воздуха.

Характеристика модельного состава МВС – 15 75-25-5 [16]

температура плавления, °С	75...85;
свободная линейная усадка, %	1...1,5;
предел прочности при статическом изгибе при 18–20 °С, МПа	40...50;
теплоустойчивость, °С	не менее 40;
массовая доля золы, %	0,03;
массовая доля кокса, %	не более 0,1;
вязкость кинематическая при 100°С, м ² /см (сСт)	9·10...6.

Модельный состав поступает в таре. В плавильный бак загружается свежий модельный состав в количестве не более 400 кг (13 – 16 мешков), при температуре 85 – 90 °С расплавляется и насосом перекачивается в бак регенерации. По мере использования состава появляется его возврат, поэтому рекомендуется применять 30 – 20 % свежего состава и возврата 70 – 80 %. При приготовлении жидкого модельного состава необходимо: возврат перекипятить со свежим модельным составом и дать отстояться от воды в течении 30 минут. Слить отстоявшуюся воду и перекачать состав в емкостные баки. Температура состава в ванне регенерации и в емкостных баках должна быть не более 95 °С, затем состав подается к машине с шестеренчатой мешалкой, где состав готовится до пастообразного состояния.

При приготовлении в состав замешивается определенное количество воздуха 18 – 22 %. Для предотвращения модельной усадки и стабилизации линейных размеров модели. Если меньше 18 %, то состав темного цвета и будет модельная усадка, а если больше 22 %, то состав белого цвета, модельные звенья

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

будут хрупкими и ломаться. Состав при запрессовке имеет температуру 54 – 60 °С. От температуры состава и количества воздуха, замешанного в него зависит качество и свойства состава, а, следовательно, и качество моделей.

2.8 Изготовление моделей

Процесс изготовления моделей включает подготовку пресс-формы; заполнение пресс-формы модельным составом; выдержку для затвердевания и охлаждения модели; открытие пресс-формы и извлечение модели; выдержку модели в ванне охлаждения.

Подготовка пресс-формы к работе состоит в очистке, обдувке и смазки ее внутренних полостей. Полостей пресс-формы от остатков модельного состава очищается ножом, обдувается сжатым воздухом и смазывается керосином.

Смазка пресс-формы производится через 4 – 6 запрессовок. Трущиеся рабочие части смазываются трансформаторным маслом.

Температура пресс-формы имеет важное значение:

– если пресс-форма теплая, то будет усадка на моделях, модельное звено будет оставаться в пресс-форме;

– если пресс-форма холодная, то на моделях будет модельная трещина, модели будут отламываться от кольца по питателю, недопрессовка.

Изготовление модельных звеньев осуществляется путем запрессовки пастообразного состава шприцголовой в полость пресс-формы под давлением 1,5 – 3,0 атм. для предотвращения дефекта моделей – недопрессовки.

Тонкие, ажурные и легковесные модели охлаждаются быстро, поэтому скорость автомата находится в пределах 2 – 3 минут.

Система охлаждения в пресс-форме необходима для того, чтобы можно было вытолкнуть модельное звено из полости пресс-формы.

После выталкивания модельного звена из пресс-формы оно поступает в ванну охлаждения (ванна охлаждения моделей заполняется пожарно-питьевой

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

водой с температурой 15 – 20 °С), для предотвращения вздутия модели и как следствие брака по геометрии. Время выдержки в ванне охлаждения 5 минут.

После получения модельных звеньев их собирают в блоки на механизированный стояк на столе сборки. Все стояки имеют одинаковые геометрические размеры, что учитывается при проектировании модельных звеньев. Блок вешается на конвейер формообразования.

2.9 Разработка технологии изготовления оболочковой формы

2.9.1 Подбор исходных формовочных материалов

Оболочковая форма должна отвечать следующим требованиям: обладать достаточной прочностью, выдерживать динамический и статический напор расплава, не деформироваться при заливке, затвердевании и охлаждении отливки; быть огнеупорной, то есть не разупрочняться при прокаливании, и особенно при заливке; иметь газопроницаемые стенки, чтобы в полостях формы не возникало противодействия воздуха, (такое явление приводит к браку отливок по недоливу); быть химически инертной к модельному составу и металлу отливки; иметь достаточную податливость, чтобы не препятствовать усадке сплава; обеспечивать получение отливок с поверхностью требуемой шероховатости и высокой точностью размеров, массы и конфигурации.

Для обсыпки слоя суспензии применяется кварцевый песок с размером зерен 200...400 мкм.

2.9.2 Приготовление суспензии

Этилсиликат (ЭТС) – прозрачная или слабоокрашенная жидкость с запахом эфира, представляет собой смесь эфиров кремниевой кислоты типа $(C_2H_5OH)_4Si$ и др., содержащие SiO_2 .

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

Для использования этилсиликата в качестве связующего его необходимо подвергнуть гидролизу, т.е. произвести замещение в эфирах этоксильных групп C_2H_5O гидроксильными OH .

В гидролизере проводят гидролиз этилсиликата, воды, спирта путем перемешивания, реакция идет с выделением тепла. Температура гидролиза должна быть 25 – 35 °С, при достижении температуры 35 °С открывается кран подачи воды для охлаждения, температура суспензии доводится до 18 – 20 °С. Для ускорения реакции добавляется соляная кислота и перемешивается в течение 45 минут.

Количество компонентов гидролиза на один литр ЭТС – 40:

–этилсиликат ГОСТ 26371-84	1000 мл;
–вода дистиллированная ГОСТ 6709-72	125 мл;
–спирт этиловый ГОСТ 17299-85	2190 мл;
–кислота соляная ГОСТ 3118-77	12 мл;
–всего	3327 мл.

После этого добавляется расчетное количество пылевидного кварца, и вводится серная кислота для нейтрализации железа и его окислов, опять перемешивают до однородности 30 минут. Вязкость раствора измеряют в секундах и проверяют вискозиметром ВЗ – 4.

2.10 Изготовление литейных керамических форм

Формооболочка изготавливается по традиционной технологии – послойное нанесение суспензии на модельный блок с последующей обсыпкой и сушкой каждого слоя и включает в себя четыре слоя на основе этилсиликатного связующего.

Собранный блок по конвейеру поступает в ванну 1-го слоя, после этого по контуру поступает в пескосып, где в кипящем слое обсыпается измельченным кечигинским кварцевым песком (кипение за счет подаваемого сухого воздуха в

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

коллектор пескосыпа). Время нахождения блока в ванне первого слоя – 20 секунд, время прохождения блока в пескосыпе первого слоя – 10 секунд. После этого блоки поступают в камеру сушки.

Во время сушки в оболочке происходят процессы:

– сушка – перенос растворителя из глубинных слоев на поверхность, испарение.

– гидролиз и поликонденсация – в пленках покрытия продолжается процесс гидролиза кремнийорганических полимеров влагой воздуха и протекают процессы поликонденсации полимеров по схеме: золь – студень – гель.

Где происходит необратимое отверждение. Процесс длится примерно 3 часа при определенной температуре, влажности воздуха в камере сушки. Параметры процесса изготовления формооболочки представлены в таблице 2.1 [5].

Таблица 2.1 – Технологические параметры огнеупорных суспензий и воздушной среды в камерах сушки из инструкции ИМ – 98 – 04

Суспензия	Слой	Вязкость суспензии, сек	Температура суспензии	Параметры воздушной среды в камерах сушки	
				температура	относительная
Этилсиликатная суспензия	1	70 – 90	16 – 22	20 – 25	60 – 80
	2	45 – 60	16 – 22	20 – 25	60 – 80
Жидкостекольная суспензия	3	32 – 40	12 – 20	25 – 33	50
	4	32 – 40	12 – 20	25 – 33	50

После формообразования, модельный блок поступает в отделение вытопки модельного состава.

В качестве среды вытопки используется водный раствор хлористого кальция (на 1 м³ воды необходимо 100 кг хлористого кальция). Плотность

раствора должна соответствовать 120–140 г/л основного вещества. Температура раствора 100 °С. Время вытопки не менее 20 минут.

Блок воронкой вниз нанизывается на специальную подвеску движущегося конвейера и поступает в ванну вытопки, после расплавления модельного состава блок на этой же подвеске поступает в промывочный отсек, для промывки внутренних полостей формы используется вода, время промывки 1 – 2 минуты. Конечным продуктом является пустотелая разовая огнеупорная формооболочка с холодной прочностью 35 – 50 кг/см.

2.11 Прокалка, заливка и охлаждение форм

Керамические оболочки устанавливаются вручную на подвески конвейера; литниковые чаши оболочек для предохранения полости оболочки от засоров при формовке закрываются колпачком. Цепной конвейер транспортирует оболочки через газовую печь обжига. Прокалка при температуре 950 °С, в течении 23 минут, предназначена для удаления из формооболочек остатков модельного состава, влаги и всех веществ, которые при заливке металла могут сгореть и образовать в отливке газовые раковины.

Обожженные оболочки у выхода из печи пневматическим лифтом погружаются в желоб заливочной карусели, заполненный горячим песком, приводимым в псевдооживленное состояние продувкой снизу горячими газами. Потери песка возмещаются досыпанием его в желоб карусели из бункера.

Хорошо прокаленная оболочка имеет белый или розовый цвет. Внешний признак плохо прокаленной формы – темный от черного до серого в изломе из-за наличия в капиллярах формы сажистого углерода. Залитая, такая форма, дает отливки с раковинами на поверхности ввиду низкой газопроницаемости оболочки.

Температура форм контролируется термопреобразователем соединенным с потенциометром. Температура должна быть 600 – 750 °С, чем выше рабочая температура формы перед заливкой, тем меньший температурный удар она

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

испытывает и тем меньше вероятность ее разрушения. С другой стороны, происходит увеличение газоусадочных процессов.

Формы заливаются сразу после прокалки – в горячие формы, что способствует улучшению структуры отливок.

Для выплавки стали 20Л, примем печи ИСТ – 0,16 с терристорным преобразователем частоты ТПЧ 320.

Главной частью индукционной печи является индуктор, выполненный в виде многовитковой спирали, изготовленной из медной водоохлаждаемой трубки. Состав для обмазки индуктора представлен в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Состав для обмазки индуктора

Компонент	Масса, кг	Объем, л
Глина огнеупорная НУ-1; НУ-2 ГОСТ 3594.0-93	5	3
Песок Кичигинский 5К ² О ⁽²⁻³⁾ 03 ГОСТ 2138-91	20	13
Цемент глиноземистый ГЦ 40; ГЦ 50 ГОСТ 969-91	10	4

Для плавки стали в индукционных печах требуется относительно чистая по сере и фосфору шихта, так как процессы дефосфорации и десульфурации затруднены. Выплавка чаще всего осуществляется методом переплава. Состав шихты должен обеспечивать после расплавления содержание всех элементов, близкое к заданному в готовом металле.

Всю плавку можно разделить на два периода: расплавление и доводка, причем продолжительность последнего обычно не превышает 30 мин.

При производстве стали 20Л преимущественно применяют печи с кислой футеровкой, состав футеровочной массы для набивки тиглей печей представлен в таблице 2.3. При этом в первые 5 – 6 минут мощность печи увеличивают постепенно. Затем мощность поднимают до максимальной, добиваясь быстрого расплавления шихты. Этот процесс желательно вести под шлаком, состав

которого подбирают таким образом, чтобы он не смешивался с расплавленным металлом. Нагрев шлака в печи происходит от металла, т.е. шлак всегда холоднее металла. Увеличение активности шлака можно достичь повышением его жидкоподвижности присадками плавикового шпата [3].

Таблица 2.3 – Состав футеровочной массы для набивки тиглей печей

Компонент	Массовая доля, %	Масса, кг	Объем, л
Жидкое стекло марки Б ГОСТ 13078-93	7,3	9,8	7
Маршалит марки Б ГОСТ 9077-82	35	37,5	25
Песок Кичигинский 5К ₂ О ⁽²⁻³⁾ 03 ГОСТ 2138-91	65	97,5	65

Шлак наводится на протяжении всей плавки в соответствии с технологией, густой шлак удаляется, и зеркало металла присыпается шлакообразующей смесью (95 % кварцевого песка + 5 % борной кислоты). В печах вместимостью до 1 т. процесс идет очень быстро, поэтому окисляемость шихты низкая.

В кислых печах плавку ведут форсированно. Шихтовыми материалами служат возврат производства, электродный бой, стальной лом, ферросплавы.

После полного расплавления шихты снимается шлак и производится раскисление металла. Раскисляют сначала ферромарганцем (ФМн70), затем ферросилицием (ФС45) и перед самой разливкой слитком алюминия. Температура металла замеряется вольфрамо-молибденовой термопарой с потенциометром КСП – 3, и должна быть 1580 – 1620 °С. Разливка осуществляется ковшом с кислой футеровкой и прокаленным в стенде при температуре 1000 °С в ручную. С каждой плавки заливается проба, для определения химического состава марки стали.

Межплавочный ремонт электропечей (заправка повреждённых участков футеровки на подине и стенах) и заправка их огнеупорным материалом,

осуществляется вручную. Для набивки футеровки используется шаблон для футеровки и пневмомолоток с зубилом (он также используется и для удаления футеровки). Сушка и спекание кислой футеровки печи производится при нагруженной в тигель мелкой шихте (свежей или возврата).

Для футеровки ковшей используется тот же состав, что и для футеровки печей, но более увлажненный разведенным жидким стеклом: готовая масса должна после сжатия в руке не рассыпаться, но и не прилипать к ней. Набивка футеровки так же осуществляется вручную с помощью шаблона и ручной трамбовки. Операция осуществляется на участке футеровки.

Залитые формы поступают в охлаждающий конвейер для охлаждения, время охлаждения 12 минут, температура охлажденной отливки 150 – 200 °С. Если химический состав соответствует нужному, то залитые блоки освобождаются, складываются в тары и электрокарой транспортируются на термообрубной участок.

2.12 Очистка, термообработка и обрубка отливок

Залитые блоки отливок передаются к электрогидравлической установке для отбивки керамики, далее отделение отливок от литниковой системы происходит на гидравлическом прессе, отливки по склизу попадают в лоток, а отходы керамики в систему утилизации.

Для остатков керамики применяется способ химической очистки в растворе едкого калия, при температуре кипения. Из барабана отливки поступают в тару, установленную под выпускным отверстием. Время очистки 1,5 часа.

Для придания металлу однородной мелкозернистой структуры и как следствие повышения его механических свойств, применяется термическая обработка – нормализация.

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

Нормализация на участке осуществляется в конвейерной печи с радиационным нагревом, при температуре 900 °С (+ 30 °С, – 20 °С), в качестве защитной атмосферы используется эндогаз.

Общее время нормализации составляет 2 часа 45 минут. Качество нормализации проверяется по излому свидетеля и сравниваемого с эталоном для данной марки стали, утвержденным главным металлургом. Отливки выходя из кожуха охлаждения по ленточному транспортеру, поступают в тару на контроль.

При нормализации на отливках может появиться сажистый налет или цвет побежалости, поэтому отливки необходимо подвергать пескоочистки. Для очистки литья применяется металлический песок марки СП – 17 с размером зерна 0,8 мм по ГОСТ 11964 – 81. Очищенные отливки поступают на стол разборки, где производится сортировка по наименованиям.

Далее с дробеочистки отливки поименно поступают на участок нулевого цикла.

2.13 Организация контроля

Контроль осуществляют цеховые и заводские отделы технического контроля.

Оснастку проверяют периодически в мерительной лаборатории или цеховых контрольно-проверочных пунктах. Пресс-формы следует проверять периодическим обмером и разметкой партий отливок. Пресс-формы и контрольные приборы должны иметь паспорта.

Химический состав сплава контролируют лабораторным анализом. При выплавке сплава в цехе из исходных материалов непосредственно перед заливкой форм следует проверять 100 % плавов на основные элементы сплава и вредные примеси.

Операции выбивки отливок, очистки и обрубки совмещают со 100 %-ной визуальной проверкой залитых блоков и отделенных от ЛПС отливок. Визуальный

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

контроль отливок проводят после первичной очистки блоков отливок, что позволяет более точно определить причину брака. При этом проводят разбраковку всей партии отливок по внешним дефектам, видимым невооруженным глазом. Отливки с дефектами превышающими допустимые, после отрезки от литников бракуют или направляют на исправление [3].

При окончательном контроле отливок проверяют их размерную точность. Забракованные отливки помещают в изолятор брака для последующего использования в шихту.

Отливки обрабатываются партиями и сопровождаются маршрутным листом, в котором указывают номер партии, дату заливки, число отливок. В маршрутном листе перечисляют все производственные операции делают отметки о числе годных отливок, принятых на данной операции.

После окончательного контроля и сдачи годных отливок в маршрутном листе подсчитывают общее число забракованных отливок и число их по отдельным видам брака, определяют процент брака в данной партии.

2.14 Возможные дефекты отливок

Дефекты отливок условно подразделяют на поверхностные, внутренние, отклонения размеров и конфигурации, несоответствия по химическому составу, структуре и механическим свойствам.

Дефекты поверхности у отливки "Кронштейн" могут возникнуть вследствие недостаточной подготовки поверхности пресс-формы, плохого качества поверхности моделей, плохого смачивания поверхности моделей суспензией, пробивания первого слоя суспензии песком при обсыпке.

К внутренним дефектам отливки относятся усадочные раковины, возникающие в результате недостаточного питания при затвердевании; газовые раковины, образующиеся вследствие недостаточной газопроницаемости

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

оболочковой формы, повышения температуры металла при заливке в формы, неправильные конструкции или размеры литниковой системы.

Несоответствие химического состава и структуры отливок заданным могут быть вызваны отклонениями в составе шихтовых материалов, нарушениями режимов плавки сплава и режимов охлаждения отливки в форме. Этот дефект ведет за собой последующий – несоответствие механических свойств.

Отклонения размеров и конфигурации отливки от заданных могут быть вызваны, нестабильностью усадки пастообразного модельного состава, из-за содержащегося в нем воздуха.

Заливы могут быть вызваны образованием трещин в одном или нескольких слоях оболочки вследствие нарушения режимов изготовления формы, некачественных модельных и формовочных материалов.

Засоры, возникающие в следствии поломки или выкрашивание перед заливкой и при заливке части оболочки формы, выполняющей литниковую воронку, смывание струей металла керамических заусенцев в оболочке формы, образовавшихся в результате попадания суспензии в зазор между звеньями моделей при неплотном их соединении [3].

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

3 ДЕФЕКТЫ МОДЕЛЕЙ ПРИ ЛВМ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Сущность литья по выплавляемым моделям заключается в применении разовых, точных, неразъемных, керамических оболочковых форм, получаемых по разовым моделям с использованием жидких формовочных смесей. Перед заливкой модель удаляют из формы выплавлением, выжиганием и растворением [6]. Качество получаемых отливок зависит от многих факторов: от сложности отливки, от качества формы, компонентов из которых создана эта форма, от качества связующего, от способа заливки (заливка открытым способом требует нанесения дополнительных укрепляющих слоев формы, существует риск «треска» формы при заливке, заливка с слоем огнеупорного материала в опоке требует соответствующего качества материалов), от выбранной литниково-питающей системы, от моделей, от пресс-формы (формы для изготовления выплавляемых моделей), которые должны соответствовать определенным требованиям.

Дефекты выплавляемых моделей можно подразделить на устранимые и неустраняемые. Неустраняемые дефекты возникают в результате преждевременного извлечения модели из пресс-формы, запираения в полости пресс-формы пузырьков воздуха большого объема, из-за сложности пресс-формы, несовершенства модельного состава (недостаточной прочности) и других причин. Устранимые дефекты удаляют при подготовке модели к припаиванию или приклеиванию к питателям и/или литниково-питающей системе.

Устранимые дефекты, возникающие в выплавляемых моделях можно разделить на группы в зависимости от причин, которыми они вызваны:

- 1) Дефекты, возникающие из-за неподходящего состава и качества модельной массы для изготовления выплавляемых моделей;
- 2) Дефекты, возникающие из-за оборудования для приготовления модельной массы и для запрессовки/заливки в пресс-формы;
- 3) Дефекты, возникающие из-за недостаточной точности, несоответствия требованиям пресс-форм;

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

4) Дефекты, возникающие из-за неправильного подвода модельной массы в пресс-форму;

5) Дефекты, возникающие из-за несоблюдения технологического режима (время выдержки перед нанесением первого слоя суспензии, повышенный нагрев модельной массы, перегрев шприца или пресс-формы);

6) Дефекты литейного характера (недоливы, неспаи);

7) Дефекты, возникающие из-за «человеческого фактора». (недостаточная очистка полости пресс-формы перед заполнением, при наличии дополнительных элементов пресс-форм отсутствие их на момент заполнения пресс-формы и т.д.).

Рассмотрим каждую группу отдельно.

1) Дефекты, возникающие из-за неподходящего состава и качества модельной массы для изготовления выплавляемых моделей.

Выбор модельного состава должен основываться на требованиях к качеству моделей, на условиях окружающей среды (при повышенных температурах необходимо выбирать более теплоустойчивые модельные составы), на возможности обслуживания и простоте дальнейшей обработки моделей.

Если при перемешивании возвратного модельного состава и новых компонентов отсутствует фильтрация компонентов, в смесь могут попасть инородные элементы, образуя засоры в моделях.

Если модельный состав недостаточно теплоустойчив или в помещении, где хранятся модели не поддерживается необходимый температурный режим, при наличии с модели воздуха, который неизбежен, если модельный состав запрессовывается в пресс-формы в пастообразном состоянии, на поверхности модели возникают пузырьки воздуха, желающего освободиться (рисунок 4), также возможно изменение геометрии модели, что ведет к невозможности устранить возникший дефект.

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

При повышенном содержании стеарина в составе модельной композиции можно наблюдать «иероглифы», рисунок на поверхности модели (рисунок 5), также стеарин плохо смачивается суспензией [7].

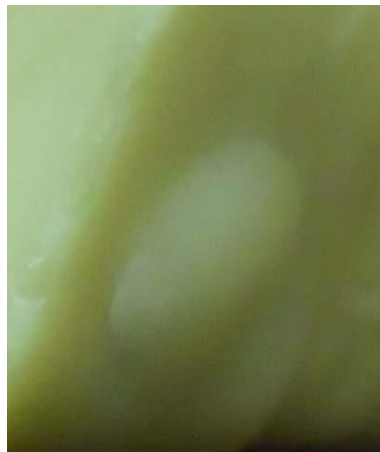


Рисунок 4 – Пузырек воздуха на поверхности модели



Рисунок 5 – «Иероглифы» на поверхности модели

Исходные материалы для приготовления модельных составов:

Парафин – воскоподобное вещество, смесь предельных углеводородов (алканов). Получают главным образом из возгонки нефти, бурого угля или горячих сланцев. Вещество белого цвета кристаллического строения с молекулярной массой 300...450, в расплавленном состоянии обладает малой

вязкостью. Дешевый и недефицитный материал. Для изготовления моделей применяется очищенный технический.

Стеарин – органический продукт, получаемый из жиров, а именно смесь твердых жирных кислот. Состоит из стеариновой кислоты с примесью пальмитиновой, олеиновой и других насыщенных и ненасыщенных жирных кислот. Недостаток стеарина склонность взаимодействия к гидролизным растворам этилсиликата и его дефицитность.

Жирные кислоты – алифатические одноосновные карбоновые кислоты с открытой цепью, содержащиеся в этерифицированной форме в жирах, маслах и восках растительного и животного происхождения. Жирные кислоты, обладают свойствами схожими со стеарином, но более хрупки. Обычно применяются взамен стеарина

Буроугольный воск – состоит из воска, смолы, асфальтоподобных веществ. Последнее не рекомендуются для модельных составов. Применяется для увеличения прочности моделей. Недостаток - повышенная вязкость.

Церезин – смесь предельных углеводородов с числом атомов углерода в молекуле от 36 до 55. Церезин имеет более высокую пластичность и температуру размягчения, чем все вышеприведенные материалы. Недостатки церезина: значительная линейная усадка, не высокие прочность и твердость.

Этилцеллюлоза – один из простых эфиров целлюлозы, белый или светло-желтый кристаллический порошок. Температура плавления 160...180°C. Хорошо смешивается с жидким стеарином и церезином. Обладает высокой теплостойкостью и прочностью. Недостаток - увеличенная в сравнение с другими материалами усадка.

Канифоль – колофонская смола – хрупкое, стекловидное, аморфное вещество от тёмно-красного до светло-жёлтого цвета. Входит в состав смол хвойных деревьев и получается из живицы (смолистого вещества (терпентин), выделяющегося при ранении деревьев хвойных пород). Канифоль растворима в

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

органических растворителях (спирте, ацетоне, эфире, бензоле, хлороформе), нерастворима в воде.

Полистирол – продукт полимеризации стирола (винилбензола) относится к полимерам класса термопластов. Полистирол имеет низкую плотность (1060 кг/м³), термическую стойкость (до 105 °С), усадка при литьевой переработке 0,4...0,8 %. Для улучшения свойств полистирола его модифицируют путём смешения с различными полимерами — подвергают сшиванию, таким образом, получая сополимеры стирола.

Рецептура модельных составов приведена в таблице 3.2 Свойства модельных составов и методы изготовления моделей оказывают значительное влияние на качество отливок.

Таблица 3.1 – Исходные материалы для модельных составов

Наименование	t плавления С°	Плотность кг\м ³	Линейная усадка %	Прочность при растяжении кгс\см ²
Парафин	50...54	0,90...0,95	0,3...0,5	4...5
Стеарин	52...56	0,90...0,97	0,7...2,0	4...6
Этилцелюлоза	160...180	1,00...1,20	–	140
Церезин	60...100	0,91...0,94	0,6...3,5	–
Буроуг. воск	82...90	1,00...1,03	–	–
Канифоль	54...67	1,00...1,20	–	–
Полистирол	200...280	1,05...1,07	0,2...0,8	380...600
Карбамид	130...134	–	–	–
Полиэтилен	104...115	0,92...0,95	1,0...3,0	100...170

Таблица 3.2 – Рецептура модельных составов, вес указан в %

Наименование	ПС 50-50	ПСЭ 65-25-10	ПЖк 50-50	ПЖкБ 40-40-20	КПсЦ 50-30-20	КоЕк 50-30-20	МАИ 500	РЗ	МВС- 15
парафин	50	25	50	40	–	–	–	58	60
стеарин	50	65	–	–	–	–	–	–	–
жирные кислоты	–	–	50	40	–	–	–	–	–
этилцеллюлоза	–	10	–	–	–	–	–	–	–
церезин	–	–	–	–	20	–	14	25	25
буроугольный воск	–	–	–	20	–	–	–	12	3
канифоль	–	–	–	–	50	–	82	–	–
полистерол	–	–	–	–	30	–	–	–	–
карбонид	–	–	–	–	–	98	–	–	–
борная кислота	–	–	–	–	–	2	–	–	–
полиэтилен	–	–	–	–	–	–	2	–	12
пек	–	–	–	–	–	–	1,7	–	–
торфяной воск	–	–	–	–	–	–	0,3	–	–
кубовый остаток термического крекига парафина	–	–	–	–	–	–	–	5	–

Модельные составы должны обладать следующими свойствами: низкой температурой плавления, минимальной усадкой при охлаждении и минимальным расширением при нагреве, хорошей жидкотекучестью в расплавленной состоянии, минимальным временем затвердевания в пресс-форме, достаточной прочностью и твердостью, отсутствием химического взаимодействия с материалами пресс-формы и обмазки, хорошей смачиваемостью обмазки, дешевизной, не дефицитностью и др.

За последние годы было опробовано большое количество различных модельных составов и различных вариантов технологического процесса изготовления моделей.

Модельные составы ПС легко приготавливаются, хорошо смачиваются суспензией на этилсиликате, имеют невысокую температуру плавления, гладкую поверхность, пригодны для многократного использования. Возврат модельного

состава ПС равен 90...98%. Недостатки – низкая температура размягчения, значительная усадка, низкие прочность и твердость. Модельные составы типа ПС применяют как в жидком состоянии, так и в виде пасты с замешанным в нее воздухом в количестве 8...10%. При заполнении полости формы под давлением воздух сжимается, а после снятия давления воздух расширяется и уменьшает усадку модели. Но прочность моделей из пасты снижается в 1,3...1,5 раз, а поверхность получается более шероховатой, чем у моделей жидкого состава. Небольшие добавки этилоцелюлозы, полиэтилена, канифоли, буроугольного воска позволяют повысить температуру размягчения, повысить прочность модельных составов из ПС. Стеарин из-за дефицитности заменяется жирными кислотами.

КПсЦ по сравнению с ПС обладает высокой механической прочностью, повышенной твердостью, лучшей теплостойкостью, и мало изменяющимся коэффициентом линейной усадки. Модели из КПсЦ имеют наиболее гладкую поверхность, хорошо смачиваемую суспензией. Недостатки КПсЦ: высокая температура плавления, сложность приготовления, огнеопасность, низкая жидкотекучесть и высокая вязкость. Из-за высокой вязкости КПсЦ плохо выплавляется из керамической формы, и использование возврата модельного состава равно 30...40%. Остальная часть модельного состава выжигается при прокаливании. Из-за низкой жидкотекучести состав КПсЦ требует повышенного давления запрессовки 8...10 кгс/см².

При выплавке из-за низкой теплопроводности модели из КПсЦ, расширяясь, длительное время действуют на оболочку с растягивающими усилиями. Для повышения прочности оболочки необходимо применять дорогой и трудоемкий способ формовки с жидким наполнителем [10].

Модельные и стержневые составы на основе карбамида (техническая мочевины) растворимы в воде и применяются для получения отливок высокой точности. Модели из сплавов на основе карбамида обладают повышенной прочностью и теплостойкостью, высокой размерной точностью, имеют твердую и

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

гладкую поверхность. При растворении моделей горячей водой исключается деформация керамической формы. К недостаткам модельного состава относятся: плохая припаяемость, гигроскопичность и неприятный запах. Для уменьшения гигроскопичности к карбамиду добавляют нитрат калия (состав МОНк – 10).

Для того, чтобы не допустить дефекты, связанные с неправильно подобранной модельной композицией, необходимо проанализировать требования имеющихся моделей к температуре плавления, теплоустойчивости, зольности, пределу прочности и выбрать модельный состав исходя из этих требований.

2) Дефекты, возникающие из-за оборудования для приготовления модельной массы и для запрессовки/заливки в пресс-формы.

Оборудование, используемое при приготовлении пастообразных модельных составов, например, шестеренный смеситель замешивает в пасту от 8 до 12 % воздуха, что является положительным явлением, поскольку наполненность воздухом (рисунок 6) снижает усадку, но при длительном хранении пузырьки воздуха под давлением начинают расширяться и выходить на поверхность. При запрессовке пасты в пресс-форму, необходимо установить определенный режим давления в шприце. При повышенном давлении образуется турбулентный поток модельной массы, который захватывает воздух в большем объеме, чем необходимо и образуются крупные полости (рисунок 7). Для того, чтобы подобных явлений не происходило необходимо регулировать давление в сети, снизить скорость заполнения пресс-форм следить, чтобы шприц не перегревался [11].

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44



Рисунок 6 – Пористая структура модели



Рисунок 7 – Крупная полость



Рисунок 8 – Неравномерность распределения и размеров включений воздуха

3) Дефекты, возникающие из-за недостаточной точности, несоответствия требованиям пресс-форм.

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

Требования к пресс-формам. Пресс-форма – это инструмент для изготовления модели. От точности модели зависит точность размеров полости формы и соответственно размеров отливки. Поэтому главное требование к пресс-форме заключается в том, чтобы в ней можно было получить модели отливки с заданной точностью размеров и шероховатостью поверхности.

Точность размеров модели и качество воспроизведения ее конфигурации зависят от точности размеров полости пресс-формы и ее конструкции; чем меньше разъемов имеет пресс-форма, тем выше точность моделей. Поэтому всегда стремятся делать минимальное число разъемов. Однако для получения сложных моделей приходится делать несколько разъемов, чтобы модель можно было извлечь из пресс-формы.

Для хорошего заполнения полости пресс-формы модельным составом она должна иметь соответствующую литниковую систему, а для удаления воздуха из полости пресс-формы при заполнении ее модельным составом - вентиляционную систему.

Конструкция пресс-формы должна быть такой, чтобы модель можно было легко и быстро, без деформаций и повреждений извлечь из рабочей полости пресс-формы.

Большинство модельных составов имеют низкую теплопроводность, а поэтому медленно охлаждаются в пресс-форме. Пресс-форма должна обеспечить достаточную скорость охлаждения. Это достигается устройством в ней системы охлаждения водой или другими теплоносителями. Такие пресс-формы часто используют в массовом производстве, где важно обеспечить высокую производительность оборудования. Для получения по одной пресс-форме достаточного количества качественных моделей она должна обладать необходимой долговечностью. Наконец, пресс-форма должна иметь такую конструкцию, чтобы ее можно было просто и быстро изготовить, а материалы для нее были не дефицитными по конструкции и методам изготовления обычно

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

различают пресс-формы для единичного и мелкосерийного, серийного и массового производства.

Пресс-формы со временем имеют свойство изнашиваться. Необходимо корректировать пресс-формы для того, чтобы модель не меняла необходимую геометрическую форму. Пресс-форма должна иметь определенную температуру, быть смазана и продута от остатков модельной массы

4) Дефекты, возникающие из-за неправильного подвода модельной массы в пресс-форму.

При изготовлении крупногабаритных, сложных по форме и разностенных отливок большое влияние на точность и конфигурацию оказывает место модели в пресс – форме и подвод массы к модели. При изготовлении крупногабаритных отливок, имеющих форму тел вращения, необходимо, по возможности, подводить модельный состав в центр модели. Для моделей, имеющих форму втулок, где подвод в центр невозможен, необходимо выполнять подвод в несколько точек (не менее трех) симметрично. Те части деталей, которые должны иметь точные размеры, необходимо располагать в одной половине пресс – форм с тем, чтобы на этих размерах не сказывалось влияние плоскости разъема [8].

5) Дефекты, возникающие из-за несоблюдения технологического режима (время выдержки перед нанесением первого слоя суспензии, повышенный нагрев модельной массы, перегрев шприца или пресс-формы).

При повышенном нагреве пасты или шприца возникает местная усадка. Модели имеют свойство усаживаться (изменять свои размеры) в течение некоторого времени после извлечения из пресс – формы, поэтому необходимо выдержать не менее 1 часа перед нанесением суспензии. Переохлаждение пресс – формы, комковатость массы и недостаточное давление на пасту могут являться причиной невыполнения формы моделей.

б) Дефекты литейного характера (недоливы, неспай).

Недолив и неспай моделей появляются тогда, когда температура пасты низкая и давление запрессовки недостаточное. Также подобные дефекты

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

наблюдаются тогда, когда запрессовывается недостаточное количество массы, пресс – форма негерметично закрыта, если неправильно осуществлен подвод массы к модели.

Для устранения подобных дефектов необходимо предусмотреть надежные зажимы для герметизации пресс – форм, следить за количеством модельной массы, обеспечить правильный подвод модельной массы. Если эти меры не устраняют недолив и неспай необходимо повысить температуру пасты или увеличить давление в шприце [9].

7) Дефекты, возникающие из-за «человеческого фактора» (недостаточная очистка полости пресс-формы перед заполнением, при наличии дополнительных элементов пресс-форм отсутствие их на момент заполнения пресс-формы и т.д.).

Человеческий фактор присутствует везде, где есть человек. Если, например, недостаточно продуть пресс – форму от капелек воды получаются дефекты поверхности, изображенные на рисунок 9.

В заключение можно сделать вывод, что все дефекты взаимосвязаны. При устранении какой-либо из возможных причин необходимо наблюдать за изменениями параметров остальных возможных причин. Необходимо следить за появлением новинок на рынке модельных составов и оборудования для их приготовления и запрессовки, и, основываясь на техническом прогрессе, модернизировать имеющееся оборудование или приобретать новое.



Рисунок 9 – Дефекты поверхности

Для производство отливки «Кронштейн» используется модельный состав МВС – 15. Обычно используется для стального литья по выплавляемым моделям в цехах точного литья заводов тракторного и сельскохозяйственного машиностроения.

Благодаря своему составу практически не вызывает дефектов у готовых отливок. Для производства отливок с этим модельным составом должна быть прописана точная инструкция, которой должны руководствоваться все инженеры-технологи.

Главной причиной получения дефектов при использовании модельного состава МВС – 15 является человеческий фактор.

В соответствие с ГОСТ 12.1.044 относится к горючим, пожароопасным веществам. Температура вспышки не менее 190 °С, воспламенения не менее 220°С.

При работе с МВС – 15 необходимо применять индивидуальные средства защиты по ГОСТ 12.4.011, ГОСТ 12.4.103, ГОСТ 12.4013-85Е, ГОСТ 12.4010-75.

Оборудование и помещение, при работе с составом модельным восковым МВС – 15, должны быть оборудованы общеобменной приточно-вытяжной вентиляцией и местными отсосами.

МВС – 15 транспортируют и хранят в соответствии с ГОСТ 1510.

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Основы законодательства Российской Федерации об охране труда устанавливают гарантии осуществления права трудящихся на охрану труда и обеспечивают единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях и организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности и направлены на создание условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работника в процессе трудовой деятельности и в связи с ней [23].

4.1 Общая характеристика литейного цеха

Конструкция здания цеха точного литья ООО «ЧТЗ-Уралтрак» выполняется в соответствии с требованиями СНиП 11-90-81 «Производственные здания промышленных предприятий». Спроектированный цех представляет собой одноэтажное здание площадью в 9054 м². Здание цеха относится к каркасному типу. Несущий каркас состоит из железобетонных колонн, стоящих на фундаменте и связанных балками и фермами. Шаг наружных колонн 6 м, высота помещения от пола до низа выступающих частей коммуникаций и оборудования – 2 м. Кровельное покрытие – рубероидный ковер. Покрытие пола – стальные перфорированные плиты толщиной 1,5 – 3 см.

В соответствии с СНиП 11-89-90 «Генеральные планы промышленных предприятий» с учетом их требований здание цеха расположено по отношению с ближайшими зданиями жилого комплекса и культурно-бытового назначения с подветренной стороны по отношению к господствующим ветрам.

Спроектированный цех точного литья согласно СанПиН 2.2.1/2.2.1.567-96 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» в зависимости от состава и количества выделяемых

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

вредных веществ и условий технологического процесса относится к четвертому классу, санитарно-защитная зона 100 м.

Санитарно-гигиенические требования к вентиляции помещения выполняются по СНиП 2.04.05 – 91 – «Отопление, вентиляция и кондиционирование». Объем подаваемого воздуха в помещение цеха составляет не менее 60 м³/ч на одного работающего. В холодный переходный периоды года подаваемый в здание системами механической вентиляции воздух подогревается, а удаляемый местными отсосами воздух очищается перед выбросом в атмосферу.

Кроме того, в цехе предусматривается системы водоснабжения:

- хозяйственно-питьевая;
- производственная;
- оборотного и вторичного использования.

Для снабжения питьевой водой в цехе предусматриваются места, оборудованные фонтанчиками и автоматами газированной воды, из расчета 4–5 литров на человека в смену.

В цехе предусмотрены следующие виды водоотведения:

- бытовые, для отведения сточных вод от санитарных узлов;
- производственные, для отведения сточных производственных вод;
- дождевые.

По СНиП 21 – 07 – 97 «Классификация зданий по степени огнестойкости, конструктивной и функциональной пожарной опасности», огнестойкость здания второй степени. Помещение проектируемого цеха по опасности поражения электрическим током относится ко второму классу. В цехе установлены щиты с противопожарным инвентарем, ящики с песком, огнетушители.

Для сокращения ручного труда в цех установлены автоматические линии, которые заменили человека на тяжелых, монотонных и вредных операциях.

Для транспортировки грузов предусмотрены сквозные проезды 4 м. Во всех отделениях есть проходы 1,5 – 3 м. Подача сыпучих материалов осуществляется пневмотранспортом.

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

4.2 Анализ опасных и вредных производственных факторов

В соответствии с ГОСТ 12.0.003 – 80 – ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы», в спроектированном цехе можно выделить следующие опасные и вредные производственные факторы, основными из которых являются: движущиеся машины и механизмы, повышенная температура поверхности оборудования, пыль, выделение паров и газов, тепловой поток, освещение, повышенный уровень шума, вибрация, электромагнитные излучения, повышенное значение напряжения в электрических цепях, горячие поверхности, пожаровзрывоопасность.

4.2.1 Вредные вещества

В литейном цехе к вредным производственным факторам можно отнести пыль, выделяющиеся газы и пары, источниками которых являются плавильные агрегаты, оборудование для приготовления суспензии, участок изготовления формооболочки, выбивки и очистки отливок.

Содержание вредных веществ в проектируемом цехе регламентируются ГОСТ 12.1.007 – 76 – ССБТ «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».

Наиболее вредными веществами на производстве являются оксид марганца, серная и соляная кислота.

Материалом, содержащим марганец является ферромарганец, применяемый при выплавки стали. Физические и химические свойства марганца температура плавления 1224 °С, температура кипения 2095 °С, плотность 7440 кг/м. Взаимодействует с галогенами, серой, фосфором, углеродом, кремнием. При выплавке стали, пары марганца соединяются с кислородом воздуха, образуя окислы в виде бурого дыма. Собранный над расплавленной поверхностью дым состоит из MnO. Введенный извне Mn, накапливаясь в митохондриях, изменяет

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

каталитические, энергетические, обменные процессы. Повышает уровень сахара и молочной кислоты в крови. При любых путях поступления соединений марганца особо резкие нарушения обнаруживаются в головном мозге. Изменения обнаруживаются также в печени, почках, реже в сердечной мышце [24].

Пары кислот вызывают раздражение слизистой, отравление, а при попадании жидкости на кожу – ожог.

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны и воздухе населенных мест не должно превышать установленных ПДК по ГОСТ 12.1.005–88, представленных в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – ПДК и классы опасности вредных веществ

Наименование веществ	ПДК, мг/м ³	Класс опасности
Оксид углерода	20,0	4
Оксид железа	6,0	4
Диоксид серы	10,0	3
Известняк	6,0	4
Оксид магния	0,3	2
Соляная кислота	5,0	2
Серная кислота	1,0	2
Этилсиликат	20,0	4
Спирт этиловый	1000,0	4
Кварц	1,0	3
Марганец	0,3	2

Значительную часть пыли составляет диоксид кремния – около 10 %. Типичное заболевание, возникающее под действием кремнесодержащих пылей – силикоз. Наиболее опасен прогрессирующий фиброз лёгочной ткани (пылевой пневмосклероз). В таблице 4.2 представлен дисперсный состав пыли.

Таблица 4.2 – Дисперсный состав пыли

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

В модельном отделении технологическое оборудование имеет высокую температуру поверхности, возможно испарение, горение составляющих модельного состава.

Применяемый в работе, участка приготовления суспензии, ЭТС – 40 должен храниться в закрытой таре, в специально отведенном месте на складе химикатов. Раз год производится проверка на содержание паров ЭТС – 40. В соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.007 – 76 – ССБТ «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» содержание паров ЭТС – 40 в воздухе не должно превышать 20 мг/м³.

Тары, в которых хранятся химикаты, должны быть в исправном состоянии и иметь этикетку с названием химиката. Хранение «неизвестных» материалов не допускается.

Контроль содержания вредных веществ 3 – 4 класса в воздухе цеха проводится по графику.

Для устранения вредного воздействия веществ на рабочих, население и окружающую среду предусмотрена:

- очистка технологических выбросов;
- при наполнении кружек кислотой применяют УРАЖ (устройство для розлива агрессивных жидкостей);
- установлена тара с нейтрализатором кислоты;
- приточно-вытяжная вентиляция для удаления вредных паров СНиП 2.04.05. – 91. «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Нормы проектирования»;
- для удаления вредных примесей в виде выделений, в ходе плавки ИСТ печи, установлены вытяжные зонты;

– снабжение рабочих специальной одеждой и средствами индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.016 – 83 – ССБТ «Одежда специальная защитная. Номенклатура показателей качества».

4.2.2 Шум

Основными источниками шума в цехе являются: участок нулевой обработки, включающий в себя различные металлорежущие, сверлильные станки; участок переработки динаса состоящий из щековой и конусной дробилок; установки для очистки и отделения отливок.

Уровни шума в цехе определяются по ГОСТ 12.1.003 – 83 – ССБТ «Шум. Общие требования безопасности» и приведены в таблице 4.3.

Для снижения механического шума используют упругие вставки между деталями и частями агрегатов, а также проводят принудительную смазку трущихся частей, что уменьшает уровень шума на 5 – 7 дБ. Простым и дешёвым способом снижения шума является применение звукопоглощающих кожухов. Применение индивидуальных средств защиты также уменьшает вредное воздействие шума на человека. Средства индивидуальной защиты (СИЗ) применяются в том случае, если другими способами обеспечить допустимый уровень шума на рабочем месте не удастся, наиболее эффективны СИЗ, как правило, в области высоких частот. СИЗ включают в себя противошумные вкладыши (беруши), наушники, шлемы и каски, специальные костюмы.

Для отдыха обслуживающего персонала предназначены комнаты, у которых потолки и стены покрыты звукопоглощающим материалом.

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

Таблица 4.3 – Допустимые уровни звукового давления; уровня звука и эквивалентного уровня на рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятия

Рабочие места	Уровни звукового давления ДБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								
	31,5	63	125	250	300	1000	2000	4000	8000
Помещение конструкторского бюро, программистов, лабораторий для теоретических работ	86	71	61	54	49	45	42	40	38
Помещений и участков точной сборки, машинописные бюро	96	83	74	68	63	60	57	55	54
Помещение конструкторских бюро, разметчиков, лаборантов для размещения шумных агрегатов, вычислительных машин	107	94	87	82	76	45	73	71	70
Постоянные рабочие места и зоны в производственных помещениях и на территории предприятий	10	99	92	86	83	75	78	76	74

4.2.3 Вибрация

В цехе присутствует локальная и общая вибрация второй и третьей категории, и нормируется по ГН 2.2.4/2.1.8.566 – 96 «Допустимые уровни вибрации на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий. Минздрав России» и по ГОСТ 12.1 – 012 – 90 – ССБТ «Вибрационная безопасность. Общие требования». Гигиенические нормы вибрации представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Гигиенические нормы вибрации

Вид вибраций	Допустимый уровень вибростойкости ДБ, в октавных полосах со срднегеометрическими частотами, Гц									
	2	4	8	16	31/3	63	125	250	300	1000
Транспортно- технологическая	117	108	102	101	101	101	101	–	–	–
Технологическая	108	99	93	92	92	92	–	–	–	–
В служебном помещении	91	82	76	75	75	75	75	–	–	–
Локальная вибрация	1		115	109	109	109	109	109	109	109

Поскольку технология переработки динаса предусматривает использование вибрационных установок, а при набивки и удалении футеровки печей применяются пневмомолотки, то необходимо проводить следующие мероприятия по снижению уровня вибрации:

- встраивание дополнительных устройств вибропоглощения в конструкцию машин;
- рабочие обеспечиваются специальными рукавами с вибродемпфирующей прокладкой и обувью с вибродемпфирующей подошвой.

4.2.4 Освещение

Нормальные условия труда в производственных помещениях могут быть обеспечены лишь при достаточной освещенности рабочих мест. Рабочее освещение следует предусматривать для всех помещений здания, а также участков открытых пространств. В соответствии со СанПиН 23 – 05– 95 «Естественное и искусственное освещение» освещение должно обеспечивать санитарные нормы освещенности на рабочих местах, равномерную яркость, отсутствие ярких теней, правильность направления светового потока. Непостоянство естественного света

вызывает необходимость использовать искусственное и комбинированное освещение. Рекомендуемые значения освещенности приведены в таблице 4.5.

Искусственное освещение представляет собой лампы накаливания, ртутные лампы мощностью 250, 400, 700, 1000 Вт. Местное освещение реализуется установленными на высоте 2 – 2,5 м люминесцентными лампами.

Также предусматривается аварийное освещение, предназначенное для безопасного продолжения работы или выхода людей из помещения при внезапном отключении света.

При необходимости часть светильников рабочего или аварийного освещения может использоваться для дежурного освещения.

Таблица 4.5 – Нормируемые параметры естественного и искусственного освещения

Наименование участков рабочих операций	Разряд зрительной работы	Искусственное освещение, лк		Естественное освещение		Совместное освещение	
		при системе комбинированного освещения	при системе общего освещения	КЕО, E _п %			
				при верхнем и комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем и комбинированном освещении	при боковом освещении
Погрузка и разгрузка материалов	IVб	500	200	4	1,5	2,4	0,9
Изготовление форм	VI	400	200	3	1,0	1,8	0,6
Загрузка печей	IIIб	500	200	4	1,5	2,4	0,9
Обрубка и очистка	Va	750	200	3	1,0	1,8	0,6
Зачистка поверхностей	IIIa	750	200	4	1,5	2,4	0,9

4.2.5 Электробезопасность

Электробезопасность в литейном цехе, его отделениях должна обеспечиваться конструкцией электроустановок, техническими требованиями и средствами защиты, организационными и техническими мероприятиями, а также контролем по ГОСТ 12.1.019 – 79 – ССБТ «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

Цех точного литья по опасности поражения электрическим током относится ко второй категории, помещения с повышенной опасностью, согласно ГОСТ 12.1.019 – 79 – ССБТ «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты», характеризуется наличием химически активной среды, влажностью.

Нормирование электромагнитных излучений от печей осуществляется согласно ГОСТ 12.1.006 – 84 – ССБТ «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля» и СанПиН 2.2.4.1191 – 03 «Электромагнитные поля в производственных условиях». Предельно-допустимые значения энергетической экспозиции за рабочий день приведены в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Предельно допустимые значения энергетической экспозиции

Диапазон частот	Предельно допустимая энергетическая экспозиция		
	по электрической составляющей, (В/м ²)·ч	по магнитной составляющей, (А/м ²)·ч	по плотности потока энергий, (мкВт/см ²)·ч
30кГц–3МГц	20000	200,00	–
3–30 МГц	7000	–	–
30–50 МГц	800	0,72	–
50–300 МГц	800	–	–
300 МГц–300 ГГц	–	–	200

Для защиты электроустановок от перегрузки применяются плавкие предохранители. Рубильники располагаются в заземленных кожухах по ГОСТ 12.1.030 – 81 – ССБТ «Электробезопасность. Защитное заземление, зануление».

Защита от прикосновения к токоведущим частям электрических установок достигается изоляцией, ограждением и расположением в недоступных местах. Проверка изоляции проводится раз в два месяца. Предельно допустимые значения напряжения прикосновения и токов, протекающих через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, по ГОСТ 12.1.038 – 82 – ССБТ «Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов» приведены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Предельно допустимые значения напряжения прикосновения и токов, протекающих через тело человека при нормальном режиме электроустановки.

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

На электрощитах и питающих установках должна содержаться предупредительная надпись типа «Высокое напряжение. Опасно для жизни», все оборудование должно быть заземлено. Питающая разводка, проходящая к оборудованию, должна быть закрыта. Для индивидуальной защиты в цехе должны применяться монтерские инструменты, резиновые перчатки, галоши, резиновые коврики, вспомогательные приспособления по ГОСТ 12.1.019 – 79 – ССБТ «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

4.2.6 Пожаровзрывобезопасность

Пожаровзрывобезопасность производственных помещений и технологического оборудования литейного цеха во многом определяется наличием горючих газов, паров легковоспламеняющихся жидкостей и горючих жидкостей, горючей пыли. Пожаровзрывобезопасность объекта должна обеспечиваться системой предотвращения взрыва и пожара, системой противопожарной защиты и организационно-техническими мероприятиями по ГОСТ 12.1.004 – 85 – ССБТ «Пожаробезопасность. Общие требования» и ГОСТ 12.1.010 – 76 – ССБТ «Взрывобезопасность. Общие требования безопасности».

Пожары представляют опасность и причиняют большой ущерб, поэтому в цехе предусмотрены пожарные меры профилактики и активной взрыво- и пожарной защиты. На стенах всех пожаровзрывоопасных участков закреплена памятка «НЕ КУРИТЬ».

Наиболее частыми причинами пожаров служат нарушения технологического режима, неисправность электрооборудования.

В цехе применяются негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, горючих газов, горючих жидкостей и твердых веществ, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива. Поэтому данный цех по взрывопожарной и пожарной опасности относится к категории «Г» по СНиП 21.01 – 97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений». Конструкция здания относится ко второй степени огнестойкости. В профилактических целях на участках устанавливаются щиты с противопожарным инвентарем, ящики с песком и огнетушители.

На участке приготовления суспензии, применяемые в работе: технический спирт и ЭТС – 40 являются легковоспламеняющимися жидкостями.

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

В таблице 4.8 представлены температуры воспламенения материалов и гасящие материалы.

Таблица 4.8 – Пожаро- и взрывоопасные вещества, гасящие материалы

Вещество	Температура воспламенения, °С	Температура самовоспламенения, °С	Взрывоопасное содержание в воздухе, %	Материалы, применяемые при тушении пожара
Спирт этиловый	13	425	3,6...19,0	химическая пена, ящик с песком, асбест
Керосин	> 40	465	0,6...7,0	
Этилсиликат	18	507	8,0...45,0	

Парафины, применяемые в модельном отделении, относятся к горючим жидкостям и обладают температурой вспышки 158 – 195 °С.

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

Взрыв или возгорание газообразных или смешанных горючих веществ, смесей наступает при определенном содержании этих веществ в воздухе.

В помещениях цеха, где возможно выделение в атмосферу горючих газов и паров, устанавливают сигнализаторы взрывоопасных концентраций и аварийную вытяжную вентиляцию. Причем температура деталей оборудования, соприкасающихся с пылью должна быть ниже температуры воспламенения.

Для более раннего обнаружения начавшегося пожара и оповещения о нем, в цехе установлены электрическая пожарная сигнализация, телефонная сеть.

В цехе на случай пожара в местах хранения огнеопасных веществ находятся первичные средства пожаротушения: ящик с песком, совок,

огнетушитель, листовой асбест (плотное покрывало). В цехе для тушения имеются:

– ОУ – 2; ОУ – 5 углекислотные огнетушители предназначены для тушения веществ, горение которых не может происходить без доступа воздуха;

– ОП порошковый огнетушитель предназначен для тушения небольших загораний, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей электроустановок.

В цехе имеется хозяйственно-противопожарная система водоснабжения. По наружному периметру здания проложен водопровод с интервалом 30 метров. Сети противопожарного водопровода должны находиться в исправном состоянии и обеспечивать требуемый по нормам расход воды на нужды пожаротушения. Проверка их работоспособности должна осуществляться не реже двух раз в год (весной и осенью). Пожарные гидранты должны находиться в исправном состоянии, а в зимнее время должны быть утеплены.

При отключении участков водопроводной сети и гидрантов или уменьшении давления (напор в сети должен быть не ниже 10 м), в сети ниже требуемого, необходимо извещать об этом подразделение пожарной охраны.

Пожарные краны внутреннего противопожарного водопровода должны быть укомплектованы рукавами и стволами. Пожарный рукав должен быть присоединен к крану и стволу. Необходимо не реже одного раза в 6 месяцев производить перемотку льняных рукавов на новую складку.

Если случился пожар необходимо обесточить электрооборудование, выключить приточную вентиляцию, сообщить старшему мастеру о случившемся.

Принять меры по эвакуации людей и приступить к тушению пожара, имеющимися средствами пожаротушения. Вызвать пожарную охрану (тел. 01, 70 – 00, 80 – 13).

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

4.2.6 Микроклимат

Выполняемые в цехе работы в соответствии с ГОСТ 12.1.005 – 88 – ССБТ «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования» относятся ко второй категории «б», то есть средней тяжести (работы, связанные с постоянной ходьбой и переноской тяжестей весом до 10 кг, а также работы, производимые стоя).

Нормирование микроклимата на рабочих местах. Микроклимат определяется действием на организм человека температуры, влажности и скорости движения воздуха – СанПиН 2.2.4.548 – 96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». Нормирование микроклимата представлено в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Температура в рабочей зоне, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая
холодный	17 – 19	15 – 21	40 – 60	75	0,3	> 0,4
тёплый	20 – 22	15 – 28	40 – 60	75	0,4	0,3–1,0

Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих на рабочих местах от производственных источников, нагретых до темного свечения (материалов, изделий и др.) должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 4.10 согласно ГОСТ 12.1.005 – 88 – ССБТ «Санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и СанПиН 2.2.4.548 – 96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Таблица 4.10 – Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тела, работающих от производственных источников

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового облучения, Вт/м ² , не более
50 и более	35
25 – 50	70
не более 25	100

Отопление, вентиляция и кондиционирование. Все помещения цеха оборудованы системами отопления и вентиляции в соответствии со СНиП 2.04.05 – 91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование». В цехе в загазованных и запыленных отделениях применяют приточно-вытяжную вентиляцию, в отделениях с высоким тепловыделением - местную приточную. Отопление используется в зимнее время, для поддержания температуры окружающего воздуха на комфортном уровне, с целью обеспечения санитарных норм по микроклимату на рабочих местах.

Для снижения вредного влияния этих факторов предусмотрено следующее:

– рабочие снабжены спецодеждой и средствами индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.016 – 83 – ССБТ «Одежда специальная защитная. Номенклатура показателей качества»;

– механизмы управления и обслуживания печи расположены в местах неподверженных воздействию высокой температуры и газов согласно ГОСТ 12.2.064 – 81 – ССБТ «Органы управления производственным оборудованием. Общие требования безопасности».

4.3 Безопасность производственных процессов и оборудования

Безопасность литейного производства обеспечивается выбором техпроцессов и производственного оборудования, помещений и исходных материалов, способом их хранения, транспортирования, а также правильным

размещением оборудования, установлением функций работающих, их обучением, использованием средств индивидуальной защиты.

Безопасность технологических процессов достигается соблюдением требований ГОСТ 12.2.003-91 – ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности» и ГОСТ 12.3.002-75 – ССБТ «Процессы производственные. Общие требования безопасности», использованием средств индивидуальной защиты.

Правильная организация рабочих мест предполагает учет эргономических требований, предусмотренных ГОСТ 12.2.049-80 – ССБТ «Оборудование производственное. Общие эргономические требования».

Расстояние между единицами оборудования, а также между оборудованием и стенами производственных зданий, сооружений и помещений должно соответствовать ОМ1П-90-81.

Для обеспечения безопасности операций по переработке исходных материалов, формовочные и шихтовые материалы хранят в закромах и бункерах. На все поступающие в цех шихтовые и формовочные материалы должны быть токсикологические характеристики.

Оградительные устройства служат для предотвращения попадания человека в опасную зону, то есть в пространство, где возможно воздействие опасного или вредного производственного фактора.

Механизация и автоматизация техпроцессов освобождает рабочих от тяжелого физического труда, что снижает травматизм.

В плавильном отделении используются индукционные печи ИСТ-0,16. Эти печи работают практически бесшумно. Для предотвращения сварки в системе электропитания на щитах и пусковых установках устанавливаются сигнальные лампы.

Безопасность труда обеспечивается правильной эксплуатацией плавильных печей, разливочных ковшей и подъемно-транспортного

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

оборудования, точным соблюдением шихтовки, подготовки печей и ковшей к плавке шихты.

В цехе проводится следующий комплекс мероприятий:

– процесс загрузки шихты в плавильные печи специальными механизированными устройствами;

– после каждого ремонта печи или ковша контролируется качество его выполнения;

– бункеры для шихты имеют угол наклона, обеспечивающий легкое соскальзывание материала;

– грузовые крюки, траверсы, сварные цепи мостового крана перед пуском в работу, подвергаются освидетельствованию, согласно правилам Ростехнадзора;

– на выходе из цеха имеется световое табло, во время работы крана на нем высвечивается надпись: «Проход закрыт. Работает кран»;

– печи снабжены системой контроля футеровки, которая измеряет утечку тока через футеровку печи, обеспечивает индикацию нормальной работы печи, с выдачей аварийного сигнала и отключением установки;

– безопасность выдачи расплава из плавильных печей достигается тщательной подготовкой и просушкой футеровки желобов печей и ковшей;

– заполнять ковш расплавленным металлом допускается не более чем на 7/8 его высоты;

– для предупреждения травматизма и защиты от теплового и электромагнитного излучения, рабочие снабжены специальной одеждой и средствами индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.016-83 – ССБТ «Одежда специальная защитная. Номенклатура показателей качества».

Безопасная работа на участке навески шихты обеспечивается:

– автоматизацией операций навески шихты и доставки ее к печам;

– движущиеся и вращающиеся детали и механизмы имеют защитные ограждения;

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

- спецодежда для защиты от повышенных температур по ГОСТ 12.4.016 – 83 – ССБТ «Одежда специальная защитная. Номенклатура показателей качества»;
- запрещается загружать шихту в грузовую тару выше борта.

4.4 Влияние технического перевооружения на условия труда рабочих

После технического перевооружения цеха точного литья условия труда рабочих улучшились. Шихта транспортируется к месту потребления по электротали, сыпучие материалы при помощи пневмотранспорта, благодаря чему снижается запыленность в цехе. Изменен технологический процесс изготовления отливок за счет введения комплексной механизированной поточной линии мод. 675А. По сравнению с базовой механизированной линией, мод. 675А не предполагает прокалку в опорном наполнителе, благодаря чему мы избавляемся от вибрационного стола и кантователя, производившие основной шум и вибрацию на плавильно-заливочном отделении. Для отделения отливок от стояков установлен гидравлический пресс 6А93, вместо вибрационных установок для отделения керамики и деталей.

4.5 Охрана окружающей среды

Согласно Федеральному закону «Об охране окружающей среды», нормативы допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов устанавливаются субъектами хозяйственной и иной деятельности исходя из нормативов допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду, нормативов качества окружающей среды, а также технологических нормативов.

При невозможности соблюдения нормативов допустимых выбросов и сбросов веществ, могут устанавливаться лимиты на выбросы и сбросы на основе разрешений, действующих только в период проведения мероприятий по охране окружающей среды, внедрения наилучших существующих технологий и (или)

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

реализации других природоохранных проектов с учетом поэтапного достижения установленных нормативов допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов.

Нормативы образования отходов производства и лимиты на их размещение устанавливаются в целях предотвращения их негативного воздействия на окружающую среду в соответствии с законодательством, несоблюдение экологических и санитарно-эпидемиологических требований влечет наложение административного штрафа.

Для очистки вентиляционных выбросов используются аспирационные системы (АС – 1, АС – 2, АС – 3, АС – 4). В плавильном отделении уходящие газы от печей удаляются при помощи отсасывающего зонта и аппарата мокрой сушки. Для удаления абразивно-металлической пыли из зоны обдирочно-шлифовальных станков применяют кожух-пылеуловитель.

Очистка сточных вод производится механическим способом. Для этого применяют отстойники и фильтры.

Для очистки отходящих газов от индукционных печей используются две установки двухступенчатого роторного фильтра.

Крошку отработанной керамики, полученную после предварительной очистки отливок, вывозят в отвал. Ее вместе со шлаками плавильного производства, возможно использовать в дорожном строительстве, для засыпки отработанных карьеров, шахт и так далее.

Отходы после выщелачивания перекачивают в очистные сооружения, где их нейтрализуют серной кислотой согласно СанПиН 2.1.7.1322 – 03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления».

Тепло отходящих газов термической печи и установки для сушки ковшей используется в хозяйственно-бытовых нуждах цеха.

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

4.6 Гражданская оборона и защита в чрезвычайных ситуациях

Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (№ 68 – ФЗ от 21 декабря 1994 г.), определяющий общие для нашей страны организационно-правовые нормы в области защиты от чрезвычайных ситуаций, обязывает все предприятия, учреждения и организации независимо от их организационно-правовой формы:

- планировать и осуществлять необходимые меры защиты работников объектов от чрезвычайных ситуаций (ЧС);

- планировать и проводить мероприятия по повышению устойчивости функционирования объектов и обеспечению жизнедеятельности их работников в ЧС;

- обеспечивать создание, подготовку и поддержание в готовности к применению сил и средств по предупреждению и ликвидации ЧС, обучение работников объектов способам защиты и действиям в ЧС в составе невоенизированных формирований;

- создавать локальные системы оповещения о ЧС;

- обеспечивать организацию и проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ на подведомственных объектах и на прилегающих к ним территориях в соответствии с планами предупреждения и ликвидации ЧС;

- финансировать мероприятия по защите работников объектов от ЧС;

- создавать резервы финансовых и материальных ресурсов для ликвидации ЧС;

- предоставлять в установленном порядке информацию в области защиты населения и территорий от ЧС, а также оповещать работников объектов об угрозе возникновения или о возникновении ЧС.

На объектовом уровне координирующим органом является объектовая комиссия по чрезвычайным ситуациям (КЧС объекта).

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

Основными типовыми задачами объектовой комиссии по чрезвычайным ситуациям являются:

– руководство разработкой и осуществлением мероприятий по предупреждению ЧС, повышению надежности работы объекта, обеспечению устойчивости его функционирования при возникновении ЧС;

– организация работ по созданию на потенциально опасном объекте локальной системы оповещения, поддержание ее в постоянной готовности;

– обеспечение готовности органов управления, сил и средств к действиям при чрезвычайных ситуациях, руководство их ликвидацией и эвакуацией персонала объекта;

– руководство созданием и использованием резервов финансовых и материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций;

– организация подготовки руководящего состава, сил и средств, а также всего остального персонала объекта к действиям при ЧС.

Основные действия КЧС при возникновении аварии:

– при получении информации о чрезвычайной ситуации руководитель или должностное лицо, осуществляющее контроль, немедленно по всем доступным средствам связи и лично оповещает председателя КЧС, начальника штаба Гражданской обороны (ГО) и ЧС;

– оценив ситуацию, генеральный директор или лицо, его замещающее, сообщает об обстановке начальнику управления по делам ГО и ЧС;

– при аварии организуется оповещение рабочих и служащих по распоряжению генерального директора, (председателя КЧС);

– собирается комиссия КЧС и штаб ГО для оценки обстановки и принятия решения о ликвидации аварии;

– организация непрерывного контроля за состоянием окружающей среды, обстановкой на потенциально опасных объектах;

– проведение анализа аварии, ее масштабов, последствий ущерба;

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

- приведение в готовность сил постоянной готовности и при необходимости формирования ГО;
- уточнение плана действий по предупреждению и ликвидации ЧС;
- организация материально-технического обеспечения действий, сил и средств, привлекаемых для ликвидации аварии;
- принятие мер по защите рабочих и служащих в зависимости от вида ЧС и ее масштаба;
- представление в управление ГО и ЧС, донесение по установленной форме.

Рассматривая завод как объект гражданской обороны, следует определить, где в первую очередь в полном объеме должны приниматься меры по защите людей и оборудования от оружия массового поражения. При ядерном взрыве разрушение промышленных объектов происходит от воздействия ударной волны. Под воздействием гамма-излучения в живых организмах нарушаются биологические процессы, что приводит к тяжелым заболеваниям. Под воздействием тепловых излучений происходят пожары промышленных объектов.

Основным способом защиты людей от поражающих факторов являются:

- рассредоточение и эвакуация;
- укрытие людей в убежищах;
- обеспечение людей индивидуальными средствами защиты;
- организация специальных служб.

В проектном варианте предусмотрено специальное убежище, рассчитанное на рабочих и служащих. Убежище располагается в подвальном помещении административно-бытового корпуса.

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе проведено сравнение отечественных и зарубежных технологий и решений, приведена выборочная статистика объемов производства по технологии литья за последние годы, найдены проблемы в литейном производстве, а также способы их решения. Разработана технология изготовления отливки «Кронштейн» из стали 20 Л ГОСТ 977 – 88, выбран оптимальный способ изготовления отливки, проведена работа по выбору литниково-питающей системе, а также приведены ее расчеты. Был подобран удовлетворяющий все условия модельный состав формовочных и стержневых смесей, рассмотрена система приготовления жидкого состава, нанесения, хранения. Подобраны исходные формовочные материалы. Все конструкторские решения, приведенные в данной выпускной квалификационной работе, соответствуют технологии литейного производства.

Рассмотрены возможные дефекты, получаемых отливок способом литья по выплавляемым моделям, тщательно изучены их возникновения, а также способы устранения полученных дефектов. Приведены статистика модельных составов, их сравнение, проведены исследования по выбору наилучшего модельного состава.

При разработке отливки «Кронштейн» учитывались знания, полученные в рамках дисциплины «Безопасность жизнедеятельности». Указаны факторы риска при производстве, причины и способы их устранения от загрязнения окружающей среды. Приведены способы защиты людей от поражающих факторов при производстве. Рассмотрены основные действия при чрезвычайных и аварийных ситуациях.

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Дибров, И.А. Состояние и перспективы развития литейного производства в России / И.А. Дибров // Труды XII съезда литейщиков России, т.1, с. 3 – 11. г.Казань, 23 – 27 апреля 2015.
- 2 Дубровин, В.К. Технологические процессы литья / В.К. Дубровин, А.В. Карпинский, О.М. Заславская. – М.: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 194 с.
- 3 Иванов, В.Н. Литье по выплавляемым моделям / В.Н. Иванов, С.А. Казеннов. М.: Машиностроение, 1984. – 408 с.
- 4 Кулаков, Б.А. Производство отливок из сплавов цветных металлов. Специальные способы литья: учебное пособие / Б.А. Кулаков, В.К. Дубровин, О.В. Ивочкина. – М.: Издательский центр ЮУрГУ, 2000. – 105 с.
- 5 Сафронов, В. Я. Справочник по литейному оборудованию / В.Я. Сафронов. – М.: Изд-во Машиностроение, 1985. – 320 с.
- 6 Гини, Э.Ч. Специальные технологии литья / Э.Ч. Гини, А.М. Зарубин, В.А.Рыбкин. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. – 367 с.
- 7 Лунев, А.А. Точное литье в серийном производстве. / А.А. Лунев, Д.К. Лысиков. – М.: Москва – 1955, 487 с.
- 8 Лакедемонский, А.В. Дефекты отливок и меры их предупреждения. / А.В. Лакедемонский, Б. А. Гурьянов. – М.: Машгиз, 1962, 358 с.
- 9 Курчман, Б.С. Точное литье по выплавляемым моделям / Б.С. Курчман. – М.: Оборонгиз, 1958, 455 с.
- 10 Книпп Эрвин Пороки отливок. / Эрвин Книпп. – М.: Машгиз, 1958, 368 с.
- 11 Репях, С.И. Влияние параметров производства на размерную точность выплавляемых моделей. / С.И. Репях, В.Ф. Гаранин. – М.: Москва, 2009, 215 с.

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

12 Репях, С.И. О механизме образования утяжин в выплавляемых моделях.

/ С.И. Репях. – М.: Москва, 2009, 314 с.

					22.03.02.2018.055.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75