

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 "Захват"

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
А.В. Кошаташян
«__»_____2018г.

АННОТАЦИЯ

Кошаташян А.В. Литейные технологии производства стальной отливки «Захват» – Челябинск: ЮУрГУ, П–437, 2018. – 70 с, 12 ил, библиографический список – 7 наименований, 4 листа ф. А2 и 3 листа ф.А1.

В выпускной квалификационной работе разработана технология изготовления отливки «Захват» методом литья по выплавляемым моделям из углеродистой стали.

Выбрана технология изготовления детали. Обоснованы и рассчитаны следующие показатели: конструкция и расчет литниково-питающей системы, разработаны чертежи «Элементы литейной формы» и «Форма литейная». Выбраны все необходимые материалы для изготовления отливки «Захват» из стали 20Л ГОСТ 977–88 в оболочковую керамическую форму.

Описаны технологические процессы изготовления оболочковой форм, выплавки стали, заливки, охлаждения, выбивки форм и финишные операции.

В специальной части проекта описана технология внепечной обработки жидкого расплава стали для повышения качества отливок.

В разделе безопасность жизнедеятельности произведён анализ производственных, экологических опасностей. Рассмотрена безопасность веществ и материалов, производственных процессов и оборудования, разработан комплекс мер для обеспечения охраны труда и безопасности жизнедеятельности.

					<i>22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Кошаташян А.В.</i>			<i>Литейные технологии производства стальной отливки «Захват»</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Заславская О.М.</i>					3	
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Утверд.</i>								
						<i>ЮУрГУ кафедра ЛП</i>		

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ	7
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ	15
2.1 Анализ технологичности изготовления отливки «Захват».....	15
2.2 Выбор положения отливки в пресс–форме и определение поверхности разъема	16
2.3 Разработка конструкции и расчет литниково-питающей системы	16
2.4 Разработка конструкции пресс–формы, определение разъема и положения отливки в форме	20
2.5 Приготовление модельного состава.....	22
2.6 Изготовление моделей.....	24
2.7 Приготовление суспензии. Изготовление литейных керамических форм	25
2.8 Технология плавки стали	29
2.9 Разработка технологий заливки форм, охлаждения, очистки, термо-обработки и обрубки отливок.....	31
2.10 Контроль технологического процесса и качества отливок	33
2.11 Возможные дефекты отливок	34
3 ВНЕПЕЧНАЯ ОБРАБОТКА ЖИДКОГО РАСПЛАВА СТАЛИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОТЛИВОК	35
4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНИДЕЯТЕЛЬНОСТИ	50
4.1 Общая характеристика литейного цеха.	50
4.2 Анализ производственных и экологических опасностей	51
4.3.1 Безопасность веществ и материалов	51
4.3.2 Безопасность производственных процессов и оборудования	55
4.4 Электробезопасность.....	60
4.5 Пожаровзрывобезопасность.....	61
4.6 Промышленная санитария	63

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ

Лист

4

4.7 Охрана природной среды	66
4.7.1 Очистка атмосферы	66
4.7.2 Очистка гидросферы.....	67
4.8 Гражданская оборона и чрезвычайные ситуации.....	68
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	69
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	70

ВВЕДЕНИЕ

Промышленное применение литья по выплавляемым моделям обеспечивает получение из любых литейных сплавов сложных по форме отливок массой от нескольких граммов до десятка килограммов со стенками, толщина которых в ряде случаев менее 1 мм, с шероховатостью от $Rz = 20$ мкм до $Ra = 1,25$ мкм (ГОСТ 2789 – 73) и повышенной точностью размеров (до 6 – 9 квалитетов). Возможности этого метода позволяют максимально приблизить отливки к готовой детали, а в ряде случаев получить литую деталь, дополнительная обработка которой перед сборкой не требуется. Вследствие этого 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 [2]. Положительной особенностью данного способа литья является также возможность высокой степени автоматизации и комплексной механизации производства.

Целью выпускной квалификационной работы является, разработка технологии изготовления отливки «Захват» методом литья по выплавляемым моделям, с использованием современных достижений науки и техники.

									Лист
									6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ				

1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ

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

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

- автомобильная и тракторная 48%;
- электротехническая 2%;
- тяжелое и энергетическое машиностроение 14%;
- химическое и нефтяное машиностроение 19%;
- дорожное и коммунальное машиностроение 12%;
- станкостроение и приборостроение 2%;
- другие отрасли 2%.

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

										<i>Лист</i>
										7
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ					

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

Основная масса литейных заводов и цехов являются акционерными обществами или частными предприятиями. В литейном производстве машиностроения и металлургии (по экспертной оценке) занято около 350 тыс. человек, в том числе 92% рабочих, 4,8% инженеров, 3% экономистов и менеджеров и 0,2% научных работников.

В 2015 г. в мире произведено 104,1 млн. т отливок из черных и цветных сплавов в том числе в Китае – 45%, в США – 11%, в Индии – 10%, в Японии и Германии по – 5%, в России – 4%, в Бразилии и Южной Корее по 3%, в Италии – 2%, в остальных странах – 11%. Россия по производству литых заготовок стоит на шестом месте.

По экспертной оценке, в настоящее время в России насчитывается около 1100 действующих литейных предприятий, которые произвели в 2016 г. 3,8 млн. т отливок и 90 предприятий которые производят оборудование и материалы для литейного производства. Динамика изменения производства отливок с 1985 г. приведена в таблице 1.1

Таблица 1.1 – Динамика изменения производства отливок с 1985 г.

Год	1985	1990	2000	2005	2010	2015	2016	2020
Выпуск отливок, млн. т	18,5	13,4	4,85	7,6	3,9	4,0	3,8	5,0
В том числе из:								
чугуна	12,9	9,3	3,5	5,2	2,9	2,6	2,25	2,6
стали	3,1	3,24	0,96	1,3	0,6	0,9	1,0	1,4
цветных сплавов	2,5	0,86	0,39	1,1	0,4	0,5	0,6	1,0

За последние 5 лет объемы производства стальных отливок увеличились на 14,2% отливок из цветных сплавов – на 15%, а чугунных уменьшилось на 24%. В перспективе предполагается (по экспертной оценке) его рост к 2020 г. до 5 млн. тонн за счет импортозамещения производства отливок: автокомпонентов, стальных отливок для арматуростроения и нефтегазовой промышленности, ж/д транспорта, увеличение объемов производства отечественного оборудования и сопутствующих материалов.

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

Таблица 1.2 – Производство отливок по технологическим процессам

Способ литья	%
Литье в песчано–глинистые формы	42
Литье в разовые формы из ХТС	38
Литье в кокиль	4,2
Литье под давлением	9,2
Центробежное литье	3,8
Литье в оболочковые формы	0,4
Литье по выплавляемым моделям	1,2
Литье по газифицируемым моделям	0,4
Непрерывное литье	0,6
Другие способы литья	0,2

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

Таблица 1.3 – Производство отливок по степени механизации

Тип оборудования	Производство отливок, %
На автоматических линиях	25
На полуавтоматических и механизированных линиях	30
На машинах	30
В ручную	15

Отечественное литейное оборудование в основном производится на следующих предприятиях: ОАО «Сиблитмаш», ОАО «Литмашприбор», АО «Дальэнер-

гомаш» – «Амурлитмаш», ООО «Униреп-сервис», «Завод АКС», ООО «Тоledo», ООО СКБ «Сибэлектротерм», ООО «НПФ Комтерм», ЗАО «Накал-Промышленные печи», ООО «Электротехнология», ООО «Курай» и др. Однако они не удовлетворяют потребности литейных цехов и заводов. Поэтому около 65% литейного оборудования закупается за рубежом в таких странах как Германия, Китай, Италия, Япония, Чехия и др.

Одним из направлений развития литейного производства является реконструкция литейных цехов и заводов на базе новых технологических процессов и материалов, перспективного оборудования. Основной целью реконструкции является расширение объемов производства, повышение качества продукции, отвечающего современным требованиям заказчика, улучшение экологической ситуации и условий труда. При проведении реконструкции; требуется глубокое изучение рынка сбыта продукции, анализ современных технологических процессов, оборудования и материалов, разработка оптимальной технологической планировки и расстановки оборудования, разработка рабочего проекта. По технологическому и рабочему проектированию нужны квалифицированные специалисты. К сожалению, сегодня в России ограниченное количество организаций, способных полностью взять на себя технологическое и рабочее проектирование цеха или участка. Поэтому создаются творческие группы специалистов и организации, выполняющих данного рода работы.

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

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

В последние годы наблюдается рост производства отливок из алюминиевых и магниевых сплавов, которые в ряде случаев заменяют чугунные и стальные от-

											<i>Лист</i>
											<i>10</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>							

22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ

ливки.

Применяя современные методы обработки (рафинирование, модифицирование, микролегирование, дегазацию) и новые технологические процессы (тиксо - и реолитные, непрерывные способы литья с магнитодинамическими способами перемешивания кристаллизующихся расплавов, совмещая способы литья и прокатки и др.), можно получать высокие прочностные характеристики металла на уровне 450 – 500 МПа. Производство фасонных отливок в России из алюминиевых сплавов различными методами представлено в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Производство фасонных отливок из алюминиевых сплавов

Всеми способами	300 тыс. тонн
Литьем под высоким давлением	46%
Литьем под низким давлением	32%
Литьем в кокиль	8%
Литьем в песчано–глинистые формы	14%

В настоящее время в литейных цехах России сохранились производственные мощности для производства фасонных отливок из алюминиевых сплавов на уровне 500 тыс. т/год. В 380 литейных цехах установлено около 9 тыс. машин литья под давлением и около 3,5 тыс. кокильных машин и станков. Литейные цехи оборудованы машинами литья под давлением как отечественного производства ОАО «Сиблитмаш», ОАО «Литмаш» – Тираспольский завод литейных машин, так и зарубежного производства. В основном это старое оборудование, около 70% машин работает более 30 лет. Средняя загрузка машин литья под давлением составляет 38%. Перспективным является литье под низким давлением и высоким давлением, литье в кокиль. [3]

В современном литейном производстве СНГ при появлении на месте крупных производств множества некрупных самостоятельных предприятий при характерных для них малосерийности и многономенклатурности продукции гибкость технологии в сочетании со сравнительно низкими капитальными затратами на внедрение и высокой точностью выпускаемой продукции является решающим фактором. Этим параметрам наиболее соответствует технология литья по газифи-

									Лист
									11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ				

цируемыми моделям (ЛГМ) из пенополистирола. Мировая практика свидетельствует о постоянном росте производства отливок этим способом, которое превысило 1,5 млн. т/год, в одном КНР работает более 1,5 тыс. таких участков.

В последние годы все шире используется в литейных цехах технология литья по газифицируемым моделям (ЛГМ). Объем мирового выпуска отливок из различных металлов по этой технологии превышает 1,5 млн. т/год, особенно популярна она в США и Китае, где все больше льется по ней головок и блоков цилиндров двигателей, не говоря о более простых отливках.

Обеспечивается высокий удельный вес производства отливок специальными способами (по выплавляемым моделям, по газифицируемым моделям, под высоким давлением, в оболочковые формы, в кокиль и другие) – до 15% от общего выпуска. Это один из самых высоких показателей в стране.

Для современного периода развития производства литья по выплавляемым моделям как в России, так и за рубежом характерно создание крупных механизированных и комплексно автоматизированных цехов, предназначенных для массового и серийного выпуска отливок с годовым выпуском отливок до 10 тыс. т. Отечественный опыт крупномасштабного производства отливок по выплавляемым моделям использован при организации заводов точного литья в Германии и Чехословакии. В последние годы крупные механизированные цехи литья по выплавляемым моделям созданы в Англии, США, Японии, Германии, Франции, Италии, Швейцарии, Швеции и других капиталистических странах. С помощью российских специалистов точное литье осваивается в ряде развивающихся стран.

Дальнейший технический прогресс в производстве отливок по выплавляемым моделям связан с максимальным использованием конструкторами возможностей метода, созданием сплавов, наиболее технологичных для специфических условий формирования отливок в прокаленных огнеупорных формах, совершенствованием применяемых модельных и формовочных материалов, рационализацией и интенсификацией всех технологических операций от изготовления моделей до очистки отливок, обеспечением управляемости и стабильности технологических процессов, максимальной автоматизацией производства и созданием бла-

					<i>22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>12</i>

гоприятных, безопасных условий труда, сокращением отходов производства и обеспечением безопасности его для окружающей среды, совершенствованием методов контроля как моделей, форм и отливок в процессе изготовления, так и готовой продукции.

В литейном производстве России и Украины все больше создается таких цехов. Оборудование для литья по пеномоделям, которое поставляется с чертежами ФТИМС недорогое и простое в эксплуатации при литье черных и цветных металлов с весом отливки 0,1 – 2500 кг. Литейный цех ФТИМС, Киев, опытного производства производит такие отливки из чугуна, стали, алюминия, медных сплавов до 50 т в месяц, серийные и разовые детали.

Негативные тенденции металлургической отрасли России очевидны и состоят в следующем:

- по-прежнему высокий уровень износа основных промышленно-производственных фондов;

- неконкурентность многих видов используемого рудного сырья и ограниченность ряда видов сырьевых ресурсов

- нарушение ранее действовавшего механизма воспроизводства рудно-сырьевой базы металлургии;

- повышенные, по сравнению с зарубежными предприятиями-аналогами, удельные расходы сырья, материальных и энергоресурсов в натуральном выражении на производство однотипных видов металлопродукции;

- низкий уровень производительности труда;

- неразвитость сети малых и средних предприятий, производящих широкую номенклатуру металлоизделий в соответствии с требованиями рынка металлопродукции, особенно при реализации инновационных проектов в машиностроении;

- низкая восприимчивость предприятий к внедрению инноваций – прежде всего, отечественных;

- недостаточная гармонизация российских и зарубежных стандартов на металлопродукцию.

					<i>22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>13</i>

В настоящее время, пожалуй, наиболее отрицательным моментом является степень износа основных фондов и коэффициент обновления основных фондов, которые являются крайне низкими и недостаточными для поставленных в стратегии целей развития. Хотя процесс обновления основных фондов идет и за последнее время он несколько повысился и стабилизировался на отметке в 1,9 %, износ основных фондов составляет 43 %, что является очень высоким показателем, отрицательно сказывающимся на производстве. Поэтому важным моментом является обновление производственных мощностей и инвестирование в основные фонды значительных капиталовложений, увеличить производство конкурентоспособной продукции, укрепить свои позиции на мировом рынке минимизировать социальные проблемы.

Для дальнейшего развития отливок из черных и цветных сплавов необходимо пересмотреть позицию конструкторов, создать новые ГОСТы, совершенствовать технологию получения первичных материалов (чушек, слитков, модификаторов, лигатур). Сегодня в России выпускается широкий спектр материалов для обработки жидких цветных расплавов (флюсов, модификаторов, лигатур). Однако их недостаточно для нужд литейщиков. Наряду с отечественными материалами применяются также материалы зарубежных фирм: «Фосеко» (Англия), перспективные материалы представляет фирма «АСКЕМ» (Германия) [3].

В заключении можно сказать, что Россия является страной с развитой металлургией и литейным производством, в частности. На данном этапе развития существует ряд проблем, которые необходимо решать, для того чтобы вывести литейное производство на высокий уровень по конкурентоспособности, качеству изготавливаемой продукции, и количеству. Необходимо производить отечественное оборудование и материалы для нужд металлургии, усовершенствовать технологии модернизировать и строить новые цеха и заводы, не уступающие зарубежным аналогам. А также создать научно-технические центры для координации научной и производственной деятельности, наладить деловые контакты науки с производством и производства с учебными вузами страны и мира. Привлекать и готовить кадры по литейной специализации: инженеров, техников, рабочих.

										Лист
										14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ					

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ

2.1 Анализ технологичности изготовления отливки «Захват»

При анализе технологичности литой детали изучаются свойства материала отливки, толщины стенок и их сочленений, конфигурация отверстий и полостей в отливке, технология обработки поверхностей.

Основные технологические условия для рассматриваемой отливки следующие:

- отливка первой группы ГОСТ 977-88;
- точность отливки 7–6–6–7 ГОСТ Р 53464-2009;
- литейные уклоны 2°;
- усадка 2%;
- неуказанные литейные радиусы определяются по ГОСТ 3212-92;
- допускается замена материала на сталь 25Л ГОСТ 977-88;
- допускается, вырыв питателя не более 3 мм;

Анализ чертежа детали «Захват» показывает, что ее конструкция достаточно технологична для изготовления литьем по выплавляемым моделям.

Отливка «Захват» изготавливается из стали 20Л ГОСТ 977–88. Масса отливки 0,3 кг, минимальная толщина стенки отливки 10 мм, максимальная 30 мм, отверстия в данной отливке отсутствуют, что является нормой при литье по выплавляемым моделям.

Модели следует вынимать из пресс-формы без поломок и нарушения их геометрии. Поэтому необходима конусность на поверхностях, перпендикулярных к плоскости разъема пресс-формы. Для отливки «Захват» неуказанные литейные уклоны 2°.

					<i>22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		15

2.2 Выбор положения отливки в пресс-форме и определение поверхности разъема

Поверхность разъема пресс-формы одна и горизонтальная. Положение отливки в форме обеспечивает ее направленное затвердевание при заливке.

Выбранное положение отливки в пресс-форме обеспечивает наиболее простое оформление литниковой системы: в одном звене располагаются три отливки, питатели располагаются в плоскости разъема пресс-формы и имеют протяженность 9,5 мм.

Таким образом, обеспечено максимальное количество требований для получения отливки литьем по выплавляемым моделям требуемого качества.

2.3 Разработка конструкции и расчет литниково-питающей системы

Благодаря характерной для литья по выплавляемым моделям неразъемной форме конструктивные элементы ЛПС удастся расположить наиболее эффективно, максимально используя объем формы. Для отливки «Захват» выбрана литниковая система типа – центральный стояк. ЛПС этого типа представляет собой стояк компактного сечения, непосредственно к которому присоединяются небольшие отливки с индивидуальными питателями. Центральный стояк является одновременно и литниковым ходом, и коллективной прибылью, а питатели соответственно выполняют и роль шеек прибылей. Зумпф в нижней части стояка смягчает отрицательное действие механического и теплового ударов, имеющих место в начальный момент заливки. Центральный стояк служит основой для создания комплексно-механизированного технологического процесса производства небольших отливок, массой до 1 кг. Применение унифицированного металлического каркаса в качестве несущей конструкции обеспечивает удобство звеньевой сборки, модельного блока и его высокую прочность при изготовлении оболочковой формы (см. рисунок 2.1).

						Лист
					22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ	16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

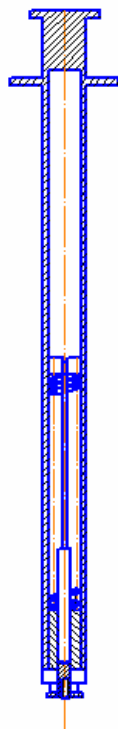


Рисунок 2.1 – Унифицированный металлический каркас

Расчет ЛПС ведется по методу приведенных толщин. Для обеспечения направленного затвердевания необходимо соблюсти условие непрерывного увеличения приведенной толщины от удаленных тонкостенных участков отливки к стояку–прибыли.

Тепловой узел отливки представляет собой брус с габаритными размерами: Длина $l = 32$ мм, ширина $d = 30$ мм, высота $h = 15$ мм.

1. Приведенная толщина теплового узла рассчитывается по формуле:

$$R_y = \frac{V_y}{S_y} = \frac{h \cdot d \cdot l}{[2 \cdot (l \cdot d + h \cdot l + d \cdot h)]}, \quad (1)$$

где V_y – объем теплового узла, мм^3 ; $V_y = 7200 \text{ мм}^3$

S_y – площадь теплового узла, мм^2 ; $S_y = 1890 \text{ мм}^2$.

$$R_y = \frac{7200}{[2 \cdot (1890)]} = 1,9 \text{ мм.}$$

Далее принимаем длину питателя $L_{\text{пит}} = 9,5$ мм и диаметр стояка $d_c = 41$ мм, исходя из рационального размещения деталей и согласно ГОСТ 19554 – 74.

Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата

22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ

Лист

17

2. Приведенную толщину сечения стояка рассчитывается по формуле:

$$R_C = \frac{F_C}{P_C} = \frac{\left(\frac{\pi}{4}\right) \cdot d_C^2}{\pi \cdot d_C} = \frac{1}{4} \cdot d_C, \quad (2)$$

где F_C – площадь стояка, мм²;

P_C – периметр стояка, мм;

d_C – диаметр стояка, мм.

$$R_C = \frac{1}{4} \cdot 41 = 10,25 \text{ мм}.$$

3. Приведенную толщину сечения питателя находим по формуле:

$$R_{\text{ПИТ}} = \kappa \cdot \sqrt[4]{R_y^3 \cdot G_{\text{ОТЛ}}} \cdot \frac{\sqrt[3]{L_{\text{ПИТ}}}}{R_C}, \quad (3)$$

где $R_{\text{П}}$ – приведенная толщина сечения питателя, мм;

κ – коэффициент пропорциональности, приближенно принимают $\kappa = 11$;

R_y – приведенная толщина теплового узла отливки, мм;

m_0 – масса отливки, кг;

$l_{\text{П}}$ – длина питателя, мм,

$G_{\text{ОТЛ}}$ – масса отливки, кг.

$$R_{\text{ПИТ}} = 11 \cdot \sqrt[4]{1,9^3 \cdot 0,3} \cdot \frac{\sqrt[3]{9,5}}{10,25} = 2,7 \text{ мм}.$$

4. Приведенную толщину питателя находим по формуле:

$$R_{\text{ПИТ}} = \frac{F_{\text{ПИТ}}}{P_{\text{ПИТ}}} = \frac{a_{\text{ПИТ}} \cdot b_{\text{ПИТ}}}{2(a_{\text{ПИТ}} + b_{\text{ПИТ}})}, \quad (4)$$

где $F_{\text{П}}$ – площадь питателя, мм²,

$P_{\text{П}}$ – периметр питателя, мм,

$a_{\text{П}}$ – толщина питателя равная, мм,

$b_{\text{П}}$ – ширина питателя, мм.

5. Принимая прямоугольное сечение питателя толщиной $a_{\text{ПИТ}} = 8$ мм, находим его ширину $b_{\text{ПИТ}}$ из формулы 4:

$$B_{\Pi} = \frac{2a_{\text{ПИТ}} \cdot R_{\text{ПИТ}}}{a_{\text{ПИТ}} - 2R_{\text{ПИТ}}}, \quad (5)$$

$$B_{\Pi} = \frac{2 \cdot 8 \cdot 2,7}{8 - 2 \cdot 2,7} = 16 \text{ мм.}$$

Из конструкторских особенностей отливки в месте подвода металла, размеры питателя принимаем 8x15 мм.

Приведенную толщину питателя находим:

$$R_{\Pi} = \frac{F_{\Pi}}{P_{\Pi}} = \frac{ab}{2 \cdot (a + b)}, \quad (6)$$

Тогда,

$$b_{\Pi} = \frac{2 \cdot a_{\Pi} \cdot R_{\Pi}}{a_{\Pi} - 2 \cdot R_{\Pi}}, \quad (7)$$

$$R_{\Pi} = \frac{8 \cdot 15}{2 \cdot (15 + 8)} = 2,6 \text{ мм,}$$

Условие направленного затвердевания предполагает $R_y < R_{\Pi} < R_c$. Это условие соблюдено $1,9 < 2,6 < 10,25$, следовательно, расчет верен.

Так как отливки располагаются вокруг стояка принимаем число питателей 1 штука, на одну отливку для обеспечения питания отливки и отсутствия коробления. Питатель будет иметь следующие размеры 15мм и 8мм.

Сечения элементов литейной формы приведено на рисунке 2.2

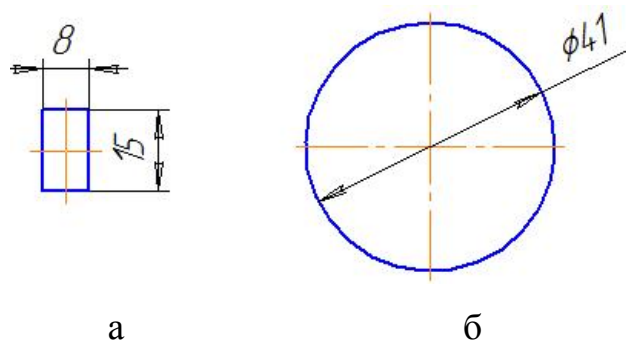


Рисунок 2.2 – Сечения элементов литейной формы: а – сечение питателя;
б – сечение стояка

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ

Лист

19

Длина питателя составила 9,5 мм, диаметр стояка – 41 мм, такие параметры литниковой системы обеспечивают принцип направленного затвердевания, Эскиз модельного звена и блока изображены на рисунке 2.3

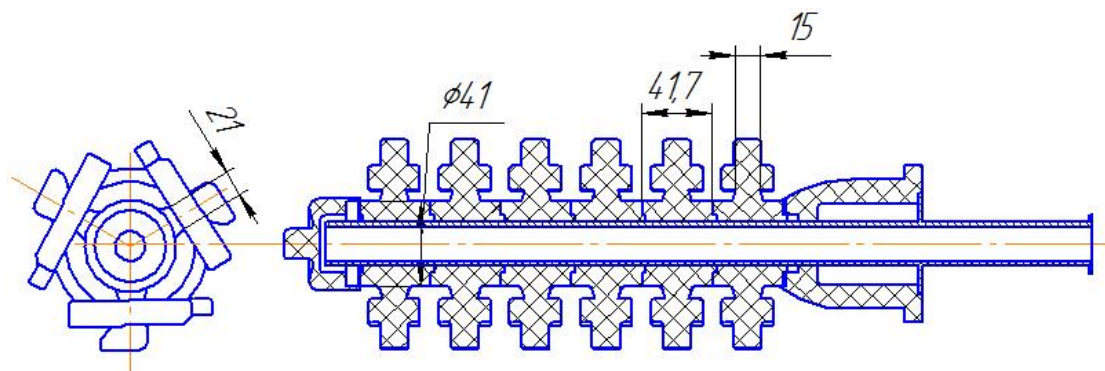


Рисунок 2.3 – Эскиз модельного звена и блока

2.4 Разработка конструкции пресс-формы, определение разъема и положения отливки в форме

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.

Пресс-формы должны отвечать следующим основным требованиям:

- обеспечивать получение моделей с заданной точностью и чистотой поверхности;
- иметь минимальное число разъемов при обеспечении удобного и быстрого извлечения моделей;
- иметь устройства для удаления воздуха из рабочих полостей;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ

Лист

20

– быть технологичными в изготовлении, долговечными и удобными в работе.

Выбор типа пресс-формы обусловлен в основном характером производства (опытное, серийное, массовое), а также требованиями, предъявляемыми к отливкам по точности размеров и чистоте поверхности. При массовом производстве следует применять стальные пресс-формы, изготовленные механической обработкой. В таких пресс-формах за одну запрессовку получают звено моделей с готовой частью литниковой системы. Для отливки «Захват» применяют пресс-форму из стали 45Х ГОСТ 4543-71 [2].

Для получения звеньев моделей на автоматических установках используют пресс-формы по ГОСТ19947–74–ГОСТ 19999–74 с горизонтальным разъемом.

Формообразующие поверхности пресс-форм, изготавливают на металлорежущих станках, после чего пресс-форму полируют. Сопрягаемые поверхности пресс-форм (стыковые), поверхность штырей, втулок, колодок и других подвижных частей следует выполнять с шероховатостью $Ra = 1,25 - 0,63$ мкм; поверхности, образующие литниковую систему, – с $Ra = 2,5 - 1,6$ мкм; остальные нерабочие части пресс-форм можно выполнять с $Rz = 40 - 10$ мкм.

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 2.4 показана схема пресс-формы в сборе:

1. фиксатор – для запрессовки;
2. матрица подвижная;
3. матрица неподвижная;
4. плита толкательная;
5. плита прижимная;
6. основание;
7. направляющие и выталкиватели;
8. система охлаждения модельного звена.

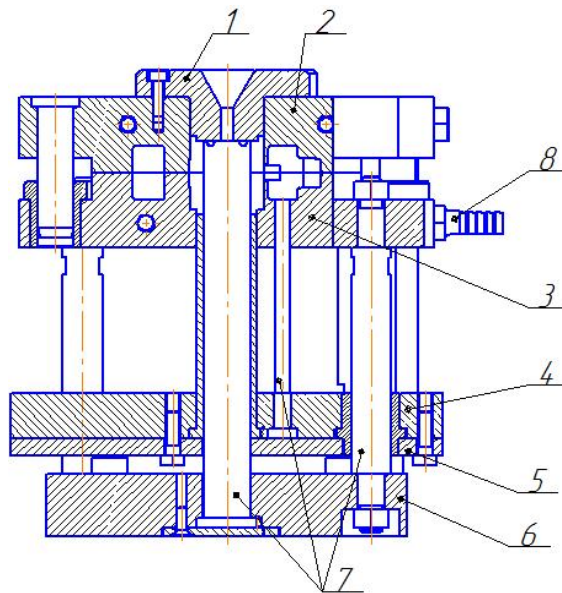


Рисунок 2.4 – Схема пресс-формы в сборе

На рисунке 2.5 представлены виды чертежа детали с указанной на ней одной горизонтальной плоскостью разъёма пресс-формы, которая будет проходить вдоль детали.

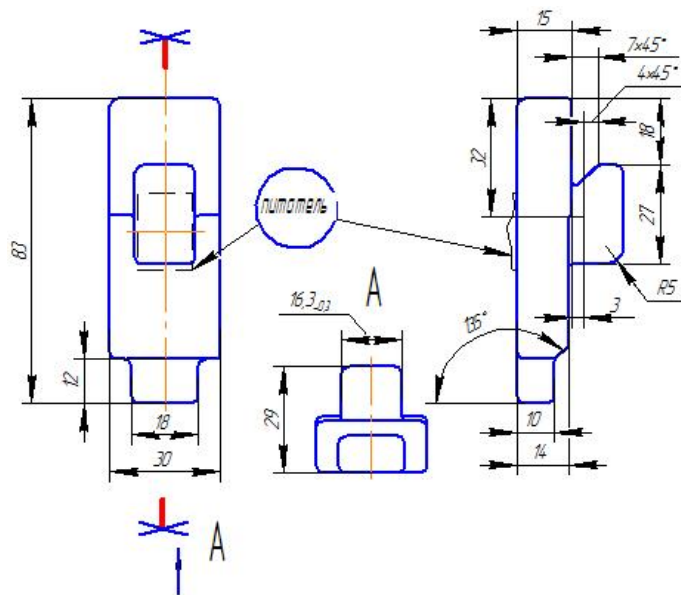


Рисунок 2.5 – Эскиз отливки с поверхностью разъема пресс-формы.

2.5 Приготовление модельного состава

При массовом выпуске мелких стальных отливок и при серийном производстве сложных по конфигурации тонкостенных отливок из специальных сплавов.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ

Лист

22

применяют модельные составы первой группы. Поэтому для изготовления отливок применяют модельный состав МВС–15 ТУ0258–001–51570957–2002 (парафин – 60 %, синтетический церезин – 25 %, полиэтиленовый воск ПВ-200 – 15 %):

- температура плавления 77,5 °С;
- теплоустойчивость ≥ 40 °С;
- температура состава в пастообразном состоянии 62 – 64 °С;
- свободная линейная усадка 1,25 %;
- предел прочности при статическом изгибе при 18 – 20°С – 5,2 МПа;
- кинематическая вязкость при 100°С – 7,84 мм;
- зольность 0,02 % по массе;
- коксуемость 0,02 %.

Приготовление пастообразного модельного состава происходит за счет охлаждения расплавленного модельного состава при одновременном непрерывном перемешивании. При этом в него замешивается воздух до 20 % объема. В результате снижается плотность модельного состава и его расход. В пресс-форме пастообразный модельный состав и содержащийся в нем воздух сжимаются под давлением прессования. После прекращения прессования и снятия давления с модельного состава находящийся в нем воздух стремится расшириться, что способствует более точному воспроизведению модельным составом формы и размеров полостей пресс-формы.

Модельный состав на участок 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 перемешать 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 мешалкой, где состав готовится до пастообразного состояния.

										Лист
										23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ					

При подготовке выплавляемого модельного состава используют до 80 % возврата, собранного при удалении моделей из оболочек форм и брака моделей [2].

2.6 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 шприцголовкой 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 во-

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

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.

2.7 Приготовление суспензии. Изготовление литейных керамических форм

Литейная форма – оболочка: неразъемная, горячая, негазотворная, газопроницаемая, жесткая, с гладкой контактной поверхностью, точная.

Оболочка состоит из 95 – 97 % основы (часто называемой наполнителем) и связующего, которое в виде тончайших пленок цементирует зерна основы. Линейное расширение оболочки определяет главным образом основа.

Формообразующие материалы включают в себя: основу, связующее, растворители, добавки. Основа может быть пылевидной для суспензий и зернистой для обсыпки слоев суспензий на блоках моделей.

Для обсыпки облицовочного (контактного) слоя применяют кварцевый песок марки 1К₃ О₁016 ГОСТ 2138–91, а для последующих – более крупные, например, 1К₃ О₁02 ГОСТ 2138–91.

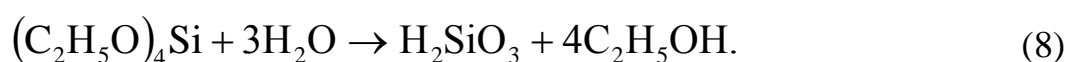
Для приготовления суспензии используется пылевидный кварц марки «Б» ГОСТ 9077-82.

Для первых двух слоев оболочки в качестве связующего используют раствор этилсиликата ЭТС–40 ТУ 2435–427–05763441–2004, из которого образуется в оболочке аморфная двуокись кремния. Формы с ним достаточно прочны и не образуют пригара на отливках из углеродистых сталей. Растворы этилсиликата относят к кислым связующим.

Этилсиликат (ЭТС) – прозрачная или слабоокрашенная жидкость с запахом эфира. Это продукт реакции этилового спирта с четыреххлористым кремнием при непрерывном их смешивании и охлаждении.

										Лист
										25
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ					

Приготовление связующего раствора осуществляют гидролизом ЭТС, для чего вводят воду. Гидролиз – это процесс замещения содержащихся в ЭТС этоксильных групп (C₂H₅O) гидроксильными (ОН), содержащимися в воде.



Количество компонентов гидролиза на один литр ЭТС-40:

этилсиликат ГОСТ 26371-84	1000 мл;
вода дистиллированная ГОСТ 6709-72	206,7 мл;
спирт этиловый ГОСТ 17299-85	1960,7 мл;
кислота соляная ГОСТ 3118-77	10 мл;
всего	3177,4 мл.

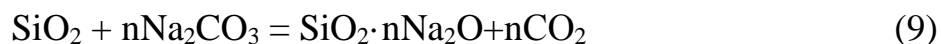
Для приготовления суспензии на 1 литр гидролизованного этилсиликата требуется 2,3 кг пылевидного кварца.

Приготовление огнеупорной суспензии на основе этилсиликатного связующего:

- вливают в бак расчетное количество смеси ЭТС – 40 и спирта. Смесь ЭТС – 40 и спирта готовят в специально отведенных копильниках;
- добавляют серной кислоты в объеме согласно рецептуре;
- отмеряют необходимое количество воды и соляной кислоты, вливают кислоту в воду и добавляют в гидролизер, температура гидролиза 25 – 35°С;
- после этого добавляют расчетное количество пылевидного кварца и серной кислоты для нейтрализации железа и его окислов.
- суспензию перемешивают в течение 40 – 60 минут при скорости вращения крыльчатки мешалки 2800 об/мин. Затем суспензию выдерживают в спокойном состоянии 20 – 30 минуты;
- измеряют условную вязкость по вискозиметру ВЗ – 4. Параметры суспензии сведены в таблицу 1.
- за 5 – 7 мин до окончания перемешивания вводят антииспаритель. В суспензию для первого слоя за 5 – 10 минут до конца перемешивания вливают 0,5 л глицерина, для увеличения времени его подсыхания [2].

Для последующих слоев используют связующее – натриевое жидкое стекло марки «Б» ГОСТ 13079–93 с модулем 2,8 – 2,9 ед. и плотностью 1,22 – 1,25 г/см³.

Жидкое стекло относят к основным связующим, так как его водная вытяжка после прокаливании оболочки – щелочная; его получают растворением в горячей воде при повышенном давлении раздробленной силикат-глыбы. Последнюю изготавливают наиболее часто сплавлением кремнезема с содой:



Компоненты суспензии:

- связующее (гидролизированный раствор этилсиликата или жидкое стекло);
- огнеупорный наполнитель.

В качестве огнеупорного наполнителя используют пылевидный кварц. Его свойства следующие:

- температура плавления 1710 °С
- плотность 2650 кг/м³
- КЛТР 13,7·10⁻⁶ 1/°С

Для повышения термостойкости оболочек в жидкостекольную смесь добавляют высокоглинистый дисперсный порошок (ВГДП) ТУ–134–0–ШИ–82.

На 1 литр раствора жидкого стекла требуется 1,5 кг пылевидного кварца и 0,3 кг высокоглиноземистого дисперсного порошка.

Приготовление суспензии на основе жидкостекольного связующего:

- подготовленное жидкое стекло заливают в установку для приготовления суспензии;
- затем засыпают ВГДП и включают мешалку на 1 – 2 мин;
- затем засыпают пылевидный кварц и включают мешалку на 10 – 15 мин до получения однородной суспензии;
- суспензию выдерживают в спокойном состоянии 20 – 30 минуты и измеряют условную вязкость по вискозиметру ВЗ – 4. Параметры суспензии сведены в таблицу 2.1

После нанесения суспензии на основе ЭТС блоки поступают в камеру сушки. Процесс сушки длится 3,5 часа при определенной температуре, влажности

воздуха в камере сушки (таблица 2.1).

Свойства керамических форм:

«сырая прочность», кг/см² – 46,84 – 54,6;

«горячая прочность», кг/см² – 54,05 – 63,9.

Таблица 2.1 – Параметры суспензий и атмосфера воздушной среды в камерах сушки

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

Сушка жидкостекольного слоя составляет 30 мин.

Наиболее важные свойства суспензии и оболочек:

1. Точность воспроизведения микрорельефа поверхности и конфигурации моделей.

При недостаточном смачивании суспензией модели воздух остается на ее поверхности в виде пузырьков и образует шаровидные углубления в оболочке, особенно в острых внутренних углах, что на отливках проявляется в виде шаровидных бугорков. Применение очень вязкой суспензии для первого слоя (например, 80 – 100 с) также способствует образованию этого дефекта.

2. Прочность.

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, потом по контуру поступает в пескосып, где в кипящем слое обсыпается песком (кипение за счет подаваемого сухого воздуха в коллектор пескосыпа). Время нахождения бло-

ка 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:

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

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

Это необратимое отверждение. Процесс длится примерно 3 часа при определенной температуре, влажности воздуха в камере сушки.

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.

2.8 Технология плавки стали

Для выплавки стали прием 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.

Выплавляют сталь 20Л ГОСТ 977 – 88 следующим образом: заправляют пе-

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ

Лист

29

чи смесью на основе кварцевого песка и борной кислоты. Загружают лом, возврат. В качестве шихты используются отходы кузнечного, холодноштамповочного и собственного производства (брак отливок и литники). Отходы и ферроматериалы хранятся на шихтовом дворе. Размеры шихтовых материалов подбирают из условий наиболее полного заполнения тигля. Для более плотной укладки промежутки между крупными кусками шихты засыпают мелкими. Плотная укладка шихты способствует ускорению ее расплавления и снижению расхода электроэнергии. В этих же целях печь накрывают крышкой–сводом. Шихтовые материалы не следует загружать выше витков индуктора. Куски шихты по мере оплавления и опускания вниз могут свариваться между собой, образуя «мост», под которым расплав перегревается, что может привести к разрушению футеровки. Заклинившиеся куски шихты следует освобождать, поднимая их клещами вверх, осаживая в то же время освобожденные куски шихты вниз в расплав. Нельзя загружать холодную шихту, а тем более влажную в расплавленный металл, так как это сопровождается выплеском последнего из печи. После полного расплавления шихты наводят шлак 70 % формовочной смеси, 25 % молотой извести и 5 % плавикового шпата. Шлаковый покров в индукционных печах защищает сплав от насыщения газами, снижает угар элементов и уменьшает тепловые потери.

Затем отбирают пробу на углерод и кремний и измеряют температуру расплава. В ожидании анализа снимают шлак, образовавшийся при плавлении, вводят ферромарганец, обеспечивая содержание марганца на уровне нижнего предела – 0,45 %, затем вводят ферросилиции, обеспечивающий содержание кремния в металле на уровне 0,25 %, добавляют алюминии 0,03...0,1 %, и наводят новый шлак меньшей основности 50 % SiO₂, 25 % CaO, 25 % Al₂O₃. После получения анализа, если сплав надо науглеродить, снимают шлак и на зеркало расплава засыпают мелко дробленый электродный бой или древесный уголь, после чего наводят новый шлак. В этом случае коэффициент усвоения углерода составляет 70 – 80 %. Образовавшийся шлак раскисляют введением на его поверхность молотого кокса, ферросилиция, силикокальция (до 0,1 %), который изменяет характер включений в стали (строчечные включения он превращает в глобулярные) [4].

										Лист
										30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ					

Конечное раскисление стали проводят на выпуске, обеспечивая необходимое количество кремния и марганца, а также вводят алюминий. После раскисления алюминием производится заливка форм металлом с температурой 1580 – 1620 °С. Температура металла замеряется вольфрамомолибденовой термопарой с потенциометром КСП–3 [4].

2.9 Разработка технологий заливки форм, охлаждения, очистки, термообработки и обрубки отливок

Прокалка, формовка, заливка оболочек форм, выбивка и охлаждения отливок производится на автоматической линии мод. 675А. При прокаливании температура составляет 950 °С, продолжительность 30 мин, температура блока при заливке 750 °С, металл заливают при температуре 1540 – 1580 °С. Время охлаждения залитых блоков 10 мин, температура охлажденной отливки 150 – 200 °С.

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, 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.

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

После заливки отливки поступают на участок удаления керамической оболочки. Очистка отливок осуществляется на электрогидравлической установке. Сущность технологии заключается в том, что с помощью высоковольтного элект-

										Лист
										31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ					

трического разряда в воде происходит разрушение керамической оболочки. Так же использование замкнутого цикла обеспечивает экологическую чистоту технологии.

Тележка вместе с контейнером, загруженным отливками, с помощью лебедки и системы тросов опускается в рабочий бак по наклонному пути. Кожух установки служит основанием для механизма перемещения электрода и других узлов, препятствует свободному доступу к зоне высоковольтного разряда и защищает обслуживающий персонал от воздействия шума.

Для отделения отливок от литниковой системы применяют так же следующие способы: отделение на прессах, отрезку на металлорежущих станках.

Для окончательной очистки отливок от керамики применяют выщелачивание. Обработка отливок в растворе щелочи позволяет удалять с них не только остатки оболочки, но и окалину.

В процессе очистки отливок протекает реакция:



Очистка происходит во вращающихся барабанах (мод.498А). Барабан разделен на два отсека. В первый отсек наливают 30 – 40 % – ный раствор щелочи, во второй – воду. Содержимое барабана подогревают газовыми горелками. Медленно вращаясь, барабан винтовыми спиралями перемещает отливки вдоль оси от места их загрузки к перегрузочному устройству, перебрасывающему их во второй промывочный отсек вместе со шламом. Из промывочного отсека отливки и шлам разгрузочным устройством выбрасываются в перфорированную приставку, в которой шлам смывается с отливок [2].

Далее отливки подвергают термообработке – нормализации. При нормализации сталь нагревают до температуры на 30 – 50 °С выше точки Ас₃. Отливки выдерживают 2 ч затем охлаждают на воздухе.

Термообработку применяют для снятия внутренних напряжений в отливках, получения необходимых механических свойств. Литая сталь до термообработки

										Лист
										32
Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата	22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ					

имеет грубую структуру и внутренние напряжения, которые снижают механические свойства металла и приводят к деформации отливок.

Термообработка отливок проходит в газовой печи ГТСХМ с радиационным нагревом с защитной атмосферой из эндогаза, который получают в эндогенераторах при температуре 860 – 880 °С. Используется эндогаз следующего состава: 20% – CO, 40% – H₂, до 1% – CH₄, до 1% – CO₂, остальное – N₂.

2.10 Контроль технологического процесса и качества отливок

На модельном участке проверяют модельный состав, модели, блоки моделей, на участке формовки контролируют связующий раствор, суспензию, соблюдение режимов сушки после каждого нанесенного слоя, состояние оболочки после выплавления моделей, на плавильно-заливочном участке проверяют режим прокаливания форм, качество и количество шихты, состояние форм перед заливкой, температуру металла перед заливкой, производят экспресс-анализ его химического состава. Операции выбивки отливок, очистки и обрубки их совмещают со 100 % визуальной проверкой залитых блоков и отделенных от ЛПС отливок

Оснастку проверяют периодически в мерительной лаборатории или цеховых контрольно-проверочных пунктах. Пресс-формы следует проверять периодически обмером и разметкой партий отливок [2].

Отливка «Захват» относится к отливкам общего назначения, расчет на прочность для них не производится. Качество таких отливок контролируется по внешнему виду, размеру, химическому составу.

Химический состав отливок определяют методами химического или спектрального анализа. Пробой на химический и спектральный анализ служит обычно прилитый к отливкам образец.

Геометрические размеры отливок контролируют с помощью специальных приспособлений. Отклонения размеров не должны превосходить допускаемых.

Структуру металла отливок устанавливают макро– или микроанализом при рассмотрении излома специально изготовленных образцов или шлифа.

					22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата		33

2.11 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 "Захват" 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 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, могут быть вызваны смыванием струей металла керамических заусенцев в оболочке формы, образовавшихся в результате попадания суспензии в зазор между звеньями моделей при неплотном их соединении [2].

											Лист
											34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ						

3 ВНЕПЕЧНАЯ ОБРАБОТКА ЖИДКОГО РАСПЛАВА СТАЛИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОТЛИВОК

Доля литых деталей в машинах из черных и цветных сплавов составляет 40 – 50%, а в металлообрабатывающих станках и кузнечно – прессовом оборудовании до 70% по массе и 20% по стоимости машин. Многие машины и механизмы работают в сложных условиях совместного воздействия высоких нагрузок, низких ($-20 \dots -60^{\circ}\text{C}$) или высоких (от 600 до 1200°C) температур и агрессивной среды. Надежность и долговечность деталей стального литья машин и оборудования определяется, прежде всего, характеристиками пластичности и вязкости литейной стали, сопротивлением материала хрупким разрушениям. Повышение эксплуатационных свойств возможно при условии успешного удаления из металла вредных примесей (кислород, водород, сера, фосфор).

Особенностью стального литья, отличающая его от металла, подвергающегося деформации (проката, штамповок и др.) состоит в том, что все недостатки и особенности плавки и разливки четко наследуются и отражаются на свойствах готовых литых деталей. Термическая обработка отливок не устраняет в полной мере структурные особенности литого металла. Зависимость эксплуатационной надежности литых деталей от технологии выплавки и разливки при прочих равных условиях более сильная, чем для металла подвергающегося деформации. Поэтому возникает необходимость разработки методов внепечной обработки жидкой стали.

Первоначально все процессы по доводке стали до нужного химического состава (операции легирования, раскисления, рафинирования, модифицирования) и температуры выполняли непосредственно в сталеплавильном агрегате. Это приводило к увеличению времени плавки (соответственно снижению производительности агрегата) и большому угару легирующих элементов (которые могут быть очень дорогими). Постепенно вышеуказанные операции стали переносить в сталеразливочный ковш и специальные агрегаты.

Данные процессы получили название внепечной обработки стали или ковшевой металлургии.

Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата	22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ	Лист 35

Однако уже начало внедрения современных процессов внепечной обработки показало, что они позволяют не только существенно улучшить качество стали (механические свойства, коррозионную стойкость, электротехнические показатели и др.), но и получить сталь с принципиально новыми свойствами. Подвергать внепечной обработке можно сталь, выплавленную любым способом. Таким образом, внепечная обработка стали позволяет:

- увеличить производительность основного сталеплавильного агрегата за счет выноса операций раскисления, рафинирования и легирования в агрегат внепечной обработки;

- повысить качество металла за счет удаления вредных газовых примесей и неметаллических включений;

- повысить эффективность процессов раскисления и десульфурации;

- обеспечить более точное соблюдение химического состава металла;

- получать металл с принципиально новыми свойствами;

- обеспечить необходимую температуру металла перед разливкой;

- уменьшить угар дорогих легирующих элементов.

Металлургические процессы, обеспечивающие получение указанных результатов, протекают эффективнее при внепечной обработке, чем в сталеплавильных печах благодаря ряду особенностей:

- создание наиболее благоприятных термодинамических условий для развития данного процесса, в частности наводка шлака, обеспечивающего более глубокую десульфурацию;

- увеличение скорости взаимодействия с газовой фазой или шлаком вследствие дробления металла на порции (капли) с развитой контактной поверхностью;

- повышение интенсивности массопереноса в металле вследствие его дробления на порции (капли) и, следовательно, увеличение градиента концентраций растворённых в нём элементов.

Методы внепечной обработки стали могут быть условно разделены на простые (обработка одним способом) и комбинированные (обработка металла несколькими способами одновременно).

											Лист
											36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ						

К простым методам относятся:

- 1) обработка металла вакуумом;
- 2) продувка инертным газом;
- 3) обработка металла синтетическим шлаком, жидкими и твёрдыми шлаковыми смесями;
- 4) введение реагентов вглубь металла.

Основными недостатками перечисленных простых способов обработки металла являются, необходимость перегрева жидкого металла в плавильном агрегате для компенсации падения температуры металла при обработке в ковше и ограниченность воздействия на металл.

Лучшие результаты воздействия на качество металла достигаются при использовании комбинированных или комплексных способов, когда в одном или нескольких последовательно расположенных агрегатах осуществляется ряд операций. Выбор необходимого оборудования определяется той или иной технологией обработки металла.

Внепечная обработка металла комбинированными методами может производиться:

- в обычном сталеразливочном ковше;
- в сталеразливочном ковше, оборудованном для вдувания газа или газопорошковой струи снизу через смонтированные в днище устройства;
- в установке ковш-печь с крышкой (сводом), через которую опущены электроды, нагревающие металл в процессе его обработки;
- в агрегате типа конвертера с продувкой металла кислородом, аргоном;
- в агрегате типа конвертера, снабжённом оборудованием для вакуумирования расплава.

Продувка стали инертным газом в ковше.

Продувку металла инертным газом осуществляют или отдельно в сталеразливочном ковше или применяют как операцию, сопутствующую другим процессам. В качестве инертного газа используют в основном аргон, реже азот. При продувке массу металла пронизывают тысячи пузырей инертного газа, каждый из ко-

торых представляет собой миниатюрную вакуумную камеру, поскольку парциальные давления водорода и азота в таком пузыре равны нулю. Внутри таких пузырей вовлекаются вредные газовые примеси, а к их поверхности прилипают неметаллические включения, которые выносятся на поверхность металла. Также при продувке инертным газом происходит интенсивное перемешивание металла и усреднение его состава. Если требуется понизить содержание углерода в металле, то к инертному газу можно добавить кислород.

Продувка инертным газом сопровождается снижением температуры металла (газ нагревается и интенсивно уносит тепло), поэтому продувку инертным газом часто используют для регулирования температуры металла в ковше.

Продувку металла осуществляют путем ввода инертного газа различными способами в нижнюю часть ковша (см. рисунок. 3.1).

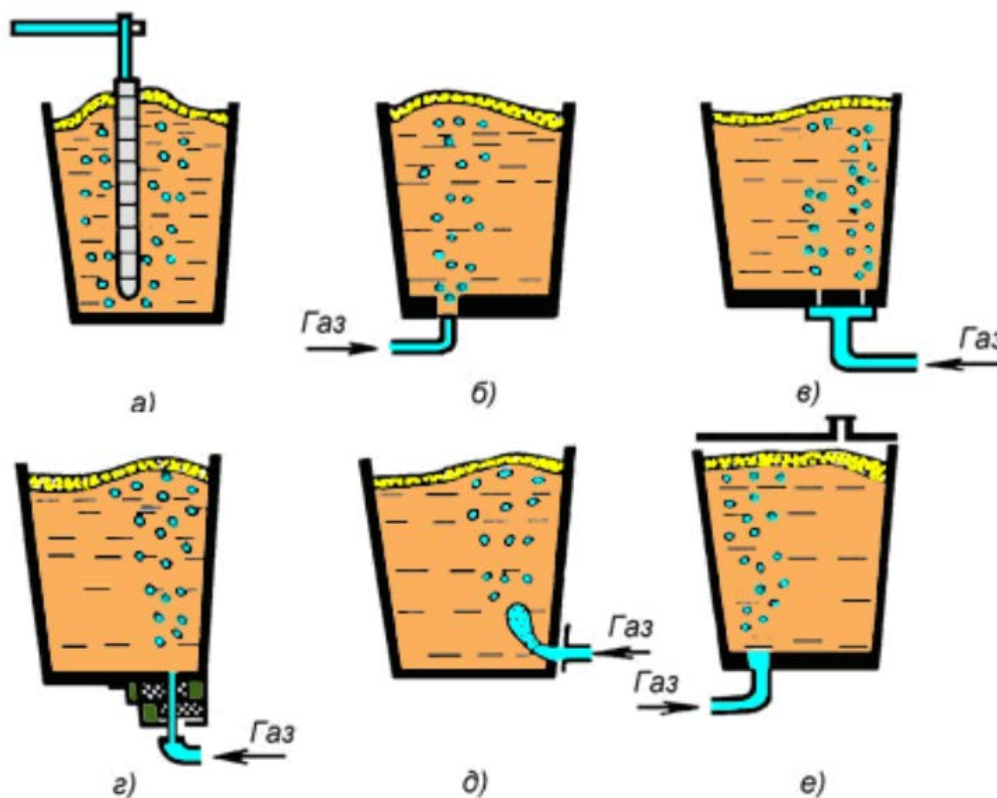


Рисунок 3.1 – Способы продувки металла в ковше: а – через погружаемую фурму; б – через пористый блок; в – через пористые швы в днище; г – через шиберный затвор; д – через боковую стенку ковша; е – способ SAB

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ

Лист

38

Расход инертного газа поддерживают в пределах 0,5...2,5 м³/т в зависимости от необходимой степени обработки. Совмещение продувки инертным газом с выдержкой в условиях разрежения (вакуумированием) позволяет уменьшить расход инертного газа. Применение синтетического шлака при продувке инертным газом способствует более эффективному удалению из металла вредных примесей и неметаллических включений.

Обработка синтетическими шлаками.

Для интенсификации и повышения полноты перехода в шлак серы, фосфора и кислорода применяют перемешивание металла с жидким синтетическим шлаком (рисунок. 3.2).

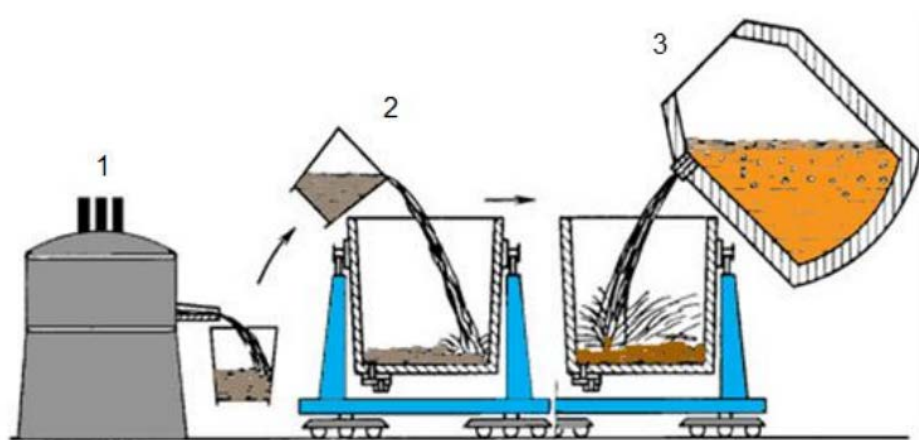


Рисунок 3.2 – Технологическая схема обработки стали жидкими синтетическими шлаками: 1 – дуговая электропечь для выплавки синтетического шлака; 2 – заливка синтетического шлака в сталеразливочный ковш; 3 – выпуск стали

Для снижения содержания серы в металле и его раскисления применяют известково-глиноземистый шлак, для дефосфорации – известково-железистый, а для снижения содержания кислорода и оксидных включений – кислый.

Обработку ведут в ковше во время выпуска металла из сталеплавильного агрегата, одновременно из шлакового ковша подавая струю жидкого шлака на струю жидкой стали. Синтетический шлак предварительно выплавляют и нагревают до температуры ~1600 °С в электродуговой печи и перед обработкой металла выпускают в шлаковый ковш.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ

Лист

39

Расход синтетического шлака не превышает 6 % от массы металла. Такое количество шлака позволяет стабилизировать его состав и свойства и поддерживать их постоянными от плавки к плавке. Продолжительность обработки стали синтетическим шлаком ограничивается лишь длительностью выпуска металла из агрегата в ковш.

Возможно и совмещение обработки синтетическим шлаком с продувкой инертным газом или вакуумированием.

Агрегат «печь-ковш».

Наиболее эффективным приемом внепечной обработки стали является комплексная обработка расплава в сталеразливочном ковше с применением мощного высокотемпературного источника локального нагрева, который обеспечивает непрерывную компенсацию тепловых потерь. Агрегаты, обеспечивающие нагрев и перемешивание стали в ковше, ее рафинирование и корректировку химического состава, получили название «печь-ковш» (от английского ladle-furnace (LD)).

Печь-ковш представляет собой установку, состоящую из крышки для ковша с отверстиями, через которые установлены три электрода. Под крышку помещается сталеразливочный ковш с металлом после выпуска из сталеплавильной печи. Кроме того, в состав установки «печь-ковш» обычно также входят средства для перемешивания металла инертным газом, система подачи ферросплавов и материалов для рафинирования стали в ковше.

Одним из энергосберегающих способов при обработке стали на печи-ковш является подача аргона через полые электроды. Данная технология позволяет сократить расход электроэнергии и угар электродов.

В настоящее время непрерывный ввод различных веществ (углерода, раскислителей, модификаторов) проводят с применением порошковой проволоки, имеющей в своем сечении круг или прямоугольник, стальная оболочка которой обычно завальцована. Такая проволока большой длины поставляется в катушках на металлической или деревянной раме.

Ввод порошковой проволоки в расплав осуществляется по направляющей трубе с помощью специального трайб – аппарата, состоящего из подающего и

										Лист
										40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ					

разматывающего устройств. Схема установки «печь-ковш» производства фирмы SMS Mevac приведена на рисунке 3.3.

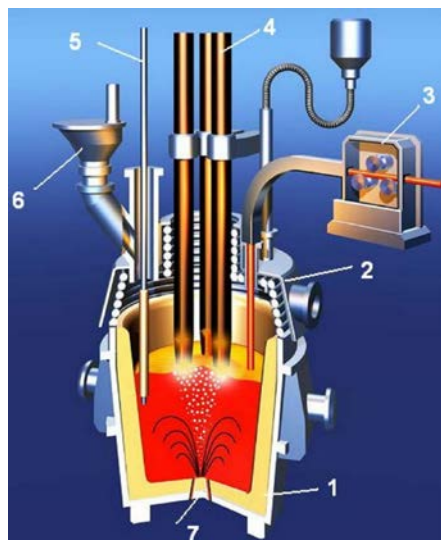


Рисунок 3.3 – Схема установки «печь-ковш»: 1 – ковш; 2 – крышка-свод; 3 – трайб-аппарат для подачи проволоки; 4 – электроды; 5 – фурма для вдувания порошка силикокальция в струе аргона; 6 – устройство для подачи сыпучих ферросплавов и флюсов; 7 – пористая пробка для подачи аргона.

Схема подачи проволоки в ковш трайб-аппаратом показана на рисунке 3.4

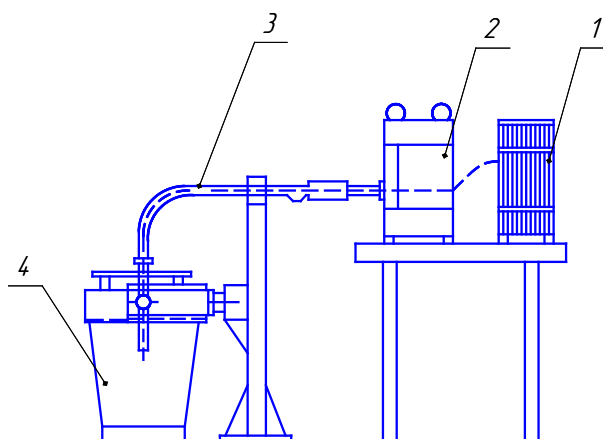


Рисунок 3.4 – Схема подачи проволоки в ковш: 1 – бунт проволоки; 2 – аппарат для подачи проволоки в расплав; 3 – направляющая труба; 4 – ковш с жидкой сталью

Такой способ ввода ограничивает тепловой поток на реагент в начале обработки, предотвращает его взаимодействие с расплавом в верхних слоях металла, способствуя плавлению реагента в нижних горизонтах жидкого металла, что уве-

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ

Лист

41

личивает, время контакта и позволяет более эффективно использовать элементы, имеющие низкие температуры плавления, кипения и малую растворимость в металле. Способ находит все большее применение при внепечной обработке стали.

Стальная оболочка проволоки выполняет несколько функций:

- защищает порошкообразные реагенты от взаимодействия атмосферы, влаги во время хранения и транспортировки;
- предохраняет от окисления при прохождении через слой шлака на поверхности металла;
- обеспечивает соответствующую жесткость, необходимую для прохождения металлического и шлакового слоев;
- задерживает быстрый непосредственный контакт реагентов с жидкой сталью, что позволяет путем изменения скорости введения проволоки и толщины ее оболочки регулировать глубину погружения легирующих добавок [5].

Для обеспечения равномерного распределения легирующих добавок в стали металл в ковше, как правило, продувают инертным газом через пористую пробку. Место введения проволоки в ванну металла должно находиться над этой пробкой.

В качестве наполнителей ПП могут использоваться модификаторы – магний, кальций, барий и др; легирующие металлы и сплавы – ванадий, ниобий, бор, хром; специальные легирующие элементы – сера, свинец, селен; элементы, обычно содержащиеся в стали, и вводимые в ковш для корректировки химического состава, – углерод, марганец, кремний.

Наиболее широко проволоку используют для ввода алюминия при раскислении углеродистой стали, для ввода ферротитана при производстве коррозионно-стойких сталей (0,3 – 0,4 % Ti в стали) и для модифицирования неметаллических включений – проволоку с силико-кальцием.

Обработка стали вакуумом.

Вакуумирование металла осуществляют основным образом в сталеразливочном ковше. Лучшие результаты при этом получаются при вакуумировании нераскисленного металла. За счет создания разрежения над поверхностью металла происходит интенсивное выделение пузырьков растворенных в нем газов – водо-

					22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

рода, азота и монооксида углерода. Также к поверхности этих пузырьков прилипают неметаллические включения, которые выводятся на поверхность и переходят в шлак. Кроме того, растворенный в металле кислород взаимодействует с углеродом, поэтому этот процесс используют и для получения безуглеродистых коррозионностойких сталей. После интенсивной дегазации в металл сверху из помещенного в вакуумной камере бункера вводят раскислители и легирующие добавки.

Различают две разновидности процесса:

- VD (Vacuum Degassing) — вакуумная дегазация металла;
- VOD (Vacuum Oxygen Decarburization) – вакуумно-кислородное обезуглероживание, при котором для удаления углерода из металла используют и продувку кислородом.

Однако в последнее время все большее распространение получают комбинированные агрегаты, сочетающие в себе обе разновидности.

В настоящее время наиболее распространенными способами обработки металла вакуумом в ковше являются:

1. Помещение ковша с металлом в вакуумную камеру, последующее перемешивание металла инертным газом и ввод раскислителей из бункера, данный метод часто называют «ковшовым вакуумированием» (рисунок 3.5, а), аналогичным образом происходит и обезуглероживание металла (рисунок 3.5, б);
2. Вакуумирование при переливе из ковша в ковш или из ковша в изложницу. Поскольку обработке вакуумом подвергается «струя» металла, данный метод иногда называют «струйным вакуумированием» или «вакуумированием струи» (рисунок 3.5, в);
3. Циркуляционное вакуумирование, когда металл под действием вакуума всасывается в специальную камеру, где и происходит удаление вредных примесей (рисунок 3.5, г);
4. Порционное вакуумирование, при котором металла закачивается в камеру вакуумирования отдельными порциями (рисунок 3.5, д).

									Лист
									43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ

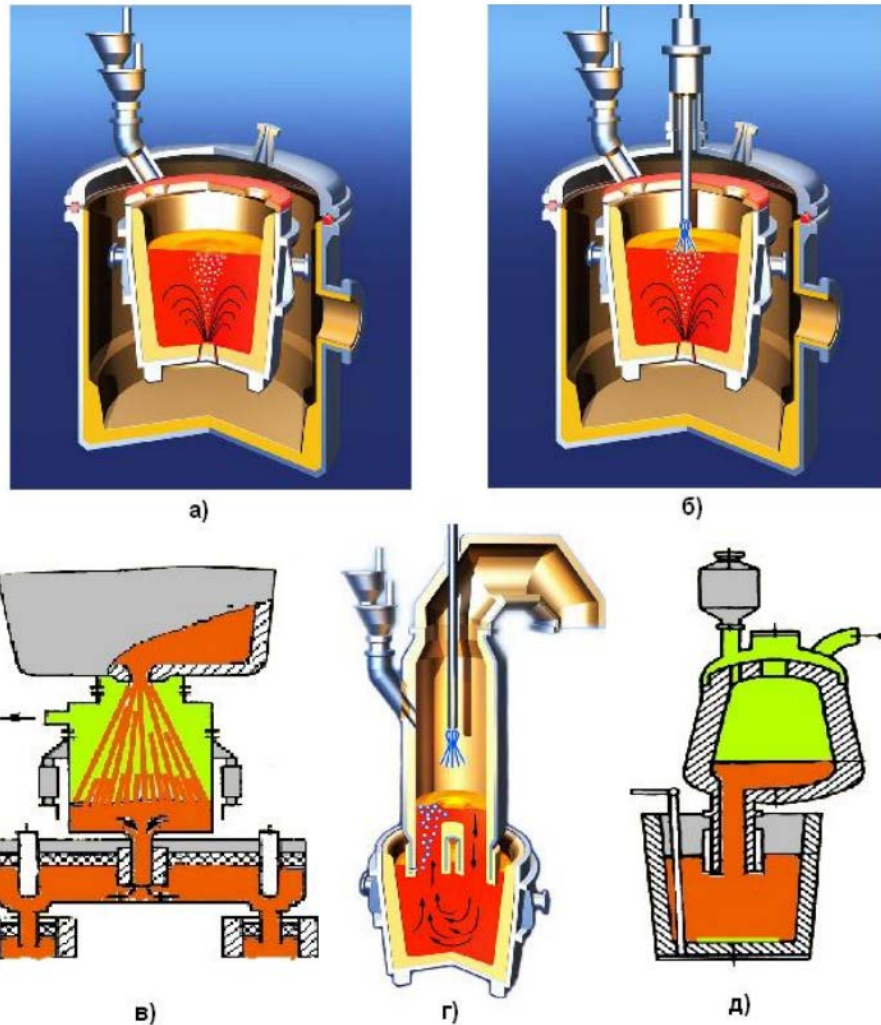


Рисунок 3.5 – Схемы вакуумирования стали: а) камерное вакуумирование; б) обезуглероживание стали; в) струйное вакуумирование; г) циркуляционное вакуумирование; д) порционное вакуумирование

Импульсно-динамическое устройство.

Одним из недавно предложенных является способ внепечной обработки стали в ковше с применением импульсно-динамического устройства (ИДУ). Это устройство благодаря своей простоте существенно дешевле, чем установка печь-ковш и может выполнять ее основные функции.

Импульсно–динамическое устройство (рисунок 3.6), представляет собой кассету (картридж), заполненную материалами, необходимыми для обработки стали в ковше. Материалы располагаются в кассете в необходимом порядке в секторах и разделены плавящимися перегородками сегментов.

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ

Лист

44

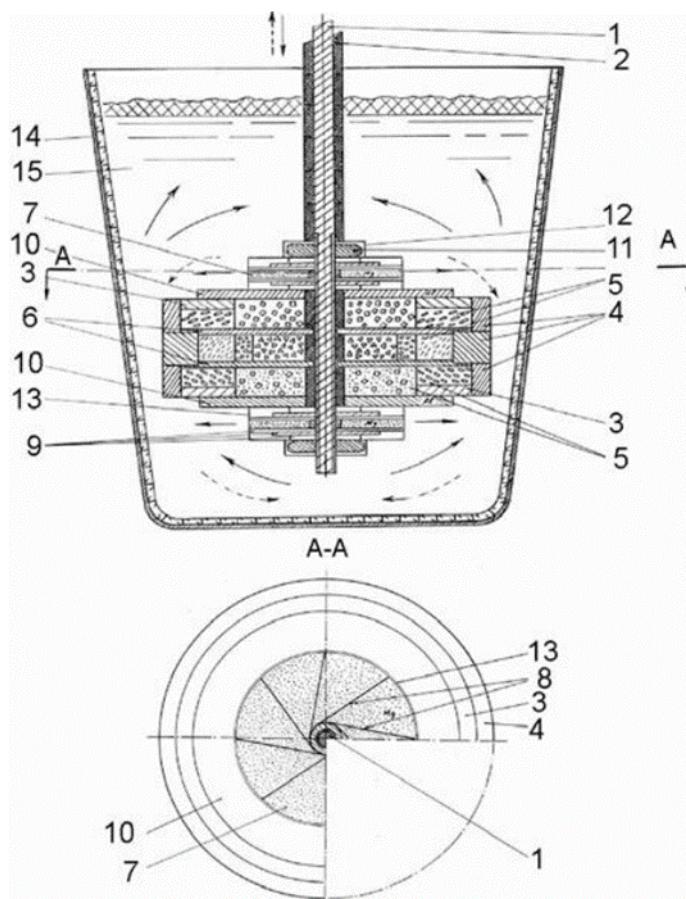


Рисунок 3.6 – Схема импульсно-динамического устройства: 1 – стальной стержень; 2 – футеровочные термостойкие втулки; 3 – горизонтальные стенки; 4 – составная обечайка; 5 – кольцевые элементы из реагентов; 6 – перегородки; 7 – слой магния; 8 – направляющие элементы; 9 – тепловой экран; 10 – алюминиевые пластины; 11 – опора; 12, 13 – защитный кожух; 14 – сталеразливочный ковш; 15 – расплав

С помощью импульсно-динамического устройства возможно выполнять операции раскисления, легирования, рафинирования, модифицирования, дегазации, удаление шлака, усреднение химического состава и температуры.

Перемешивание металла в ковше осуществляется за счет использования реактивной энергии струйных течений, получаемых при помощи струйно-вихревых смесителей (рисунок 3.7), работающих на основе испарения активной составляющей (Mg или Ca) и экзотермических реакций окисления примесей, что позволяет

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ

Лист

45

рассчитывать на эффективное перемешивание при рафинировании стали. Время обработки при помощи этого устройства не превышает 10 мин. [5].

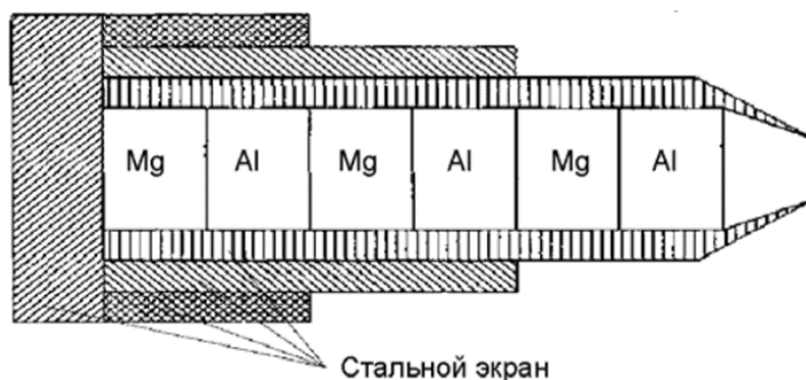


Рисунок. 3.7 Схема расположения элементов в кассете ИДУ

Устройство вводится в ковш с металлом при помощи подъемного механизма и экранного модуля. Во время обработки производятся попеременные подъем и опускание ИДУ с целью дополнительного перемешивания металла в ковше.

Из всех известных приёмов улучшения качества стали модифицирование является наиболее эффективным и в то же время недорогим методом. При минимальных затратах модифицирование позволяет:

- измельчить микро- и макроструктуру;
- уменьшить развитие химической, физической и структурной неоднородности;
- снизить содержание газов;
- благоприятно изменить природу и форму неметаллических включений;
- повысить комплекс технологических, механических и эксплуатационных свойств.

В производстве стали на заготовки, подвергающиеся в последующем деформации, в последние 15 – 20 лет происходит бум технического перевооружения, связанный с внедрением методов внепечной обработки металла на "ковшах-печах", на которых металл доводится по химическому составу, подвергается продувке аргоном для усреднения температуры металла в ковше. Непременной и окончательной операцией в ходе внепечной обработки металла является его мо-

Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата

22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ

Лист

46

дефицирование. В основном для этой цели используется простейшая композиция – силикокальций.

Модифицирование металла осуществляется вводом в жидкий металл, как правило, комплекса химических элементов, и знание их физико–химических характеристик позволяет изменить качество металла в нужном направлении.

Один из основных модифицирующих элементов - кальций. Он отличается высокой упругостью паров, низкой растворимостью в металле и низкими температурами плавления (852°C) и кипения (1484°C), что позволяет ему практически полностью удаляться из металла. Чтобы этого не происходило, его вводят в состав лигатур многие другие элементы, способствующие продлению и углублению действия кальция.

Магний в лигатуре для модифицирования стали содержится в пределах 1,0.. 2,0%. Этот чрезвычайно активный металл обладает ещё меньшими, чем кальций температурами плавления (650°C) и кипения (1107°C) и, вступая первым в реакцию при вводе в жидкую сталь предупреждает окисление кальция, снижает степень вторичного окисления металла.

Следующий элемент из щёлочноземельных - барий. Считается, что растворимость его в металле чрезвычайно низкая. Совместное применение кальция и бария, обладающих полной взаимной растворимостью в жидком состоянии, приводит к тому, что упругость их паров будет ниже упругости пара каждого отдельно взятого элемента.

Гарантированное получение плотных отливо, без трещин и других дефектов, можно организовать лишь при двухстадийном или даже трехстадийном проведении операции – раскисления, модифицирования и микролегирования металла. Например, на первой стадии мы вводим в ковш алюминий, ванадий и титан. Ванадий, как известно, способствует упрочнению металла, образуя карбонитриды. Титан дополнительно его раскисляет и связывает азот, в целях предупреждения образования нитридов алюминия. На второй стадии – при сливе металла из ковша вводим комплексный модификатор типа INSTEEL с кальцием и РЗМ. Введение в металл, микролегированный ванадием, кальция позволяет повысить пла-

стические свойства за счет того, что кальций как горофильная примесь "убирает" с границ зерен нитриды ванадия. На третьей стадии, например, при внутриформенном модифицировании, следует вводить в расплав силикокальций с барием, производя максимальное рафинирование металла от неметаллических включений, добиваясь высокой плотности металла.

Переход на обработку жидкой стали модификатором марки INSTEL кальцием и барием по сравнению с феррокальцием позволит увеличить усвоение металлом кальция больше чем в 3 раза при более высокой стабильности его содержания в металле. Механические характеристики металла по всем показателям выше, чем на сравнительных плавках, модифицированных феррокальцием. Брак отливок по различным дефектам значительно снижен. Модификаторы такого рода изготовленные по «чипс» процессу, в результате введения их в расплав стали повышают степень усвоения легкоокисляющихся компонентов. Получение положительных результатов по улучшению качества металла связано с тем, что в микрокристаллических модификаторах все компоненты в нем сплавлены и находятся в молекулярных и межатомных связях друг с другом.

Дальнейшее улучшение результатов модифицирующей обработки стали достигнуто применением сплава INSTEL 11, содержащий дополнительно цирконий. Механизм действия модификаторов на жидкий расплав имеет одну основу – рафинировочно-коагуляционную. Модифицирование обеспечивает расплаву существенную нейтрализацию вредных примесей.

На основании вышесказанного можно сделать следующий вывод: внепечной обработка стали в «ковше – печи» модификаторами INSTEL приводит к повышению жидкотекучести сплава, качества поверхности отливок, понижения температуры разливаемой стали и величины усадки, ослабление дефектов газосадочного характера, повышение механических свойств методом модифицирования.

Модифицирование металла осуществляется вводом в жидкий металл, как правило, комплекса химических элементов, и их физико-химические характеристики позволяют изменить качество металла в нужном направлении. Один из ос-

					22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ	Лист 48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

новых модифицирующих элементов – кальций. Он отличается высокой упругостью паров, низкой растворимостью в металле.

Применяется обработка металла порошковой проволокой. Способ введения в жидкую сталь смесей и сплавов в виде порошка, спрессованного в стальную трубчатую оболочку.

Наиболее эффективным способом ввода проволоки в металл является применение трайб-аппарата. Время плавления ферросплава в стали, вводимого в порошковой проволоке, лимитируется плавлением стальной оболочки и зависит от диаметра проволоки и толщины оболочки.

Высокие результаты по обработке модификаторами могут быть достигнуты за счет создания новых составов модификаторов, оптимизации технологии модифицирования стали различного назначения. Решение этих задач позволит в значительной мере повысить качество стальных отливок. Разработка методов внепечной обработки стали, позволяет находить новые пути по улучшению качества отливок и повышение технико-экономических показателей производства.

									<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ</i>				<i>49</i>

4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНИДЕЯТЕЛЬНОСТИ

4.1 Общая характеристика литейного цеха.

Конструкция здания литейного цеха выполняется в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003-01 – ССБТ «Оборудование производственное». Цех представляет собой одноэтажное здание площадью в 6048 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, внутренних – 18 м. Кровельное покрытие – рубероидный ковер. Покрытие пола – стальные перфорированные плиты толщиной 1,5 – 3 см.

Цех точного литья согласно СанПиН 2.2.1/2.2.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» в зависимости от состава и количества выделяемых вредных веществ и условий технологического процесса относится к четвертому классу, санитарно-защитная зона 100 м.

Санитарно-гигиенические требования к вентиляции помещения выполняются по СНиП 41–01–03 – «Отопление, вентиляция и кондиционирование». Объем подаваемого воздуха в помещение цеха составляет не менее 60 м³/ч на одного работающего. Воздух подаваемый в здание системами механической вентиляции в холодный период года подогревается, а удаляемый воздух перед выбросом в атмосферу очищается местными отсосами.

Огнестойкость здания по СНиП 22–07–08 «Классификация зданий по степени огнестойкости, конструктивной и функциональной пожарной опасности» второй степени. По опасности поражения электрическим током помещение цеха относится ко второму классу. В цехе установлены щиты с противопожарным инвентарем, ящики с песком, огнетушители.

Для транспортировки грузов предусмотрены сквозные проезды 4 м. Во всех отделениях есть проходы 1,5 – 3 м. При подаче сыпучих материалов используется пневмотранспорт.

					<i>22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докum.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>50</i>

4.2 Анализ производственных и экологических опасностей

В цехе можно выделить следующие опасные и вредные производственные факторы в соответствии с ГОСТ 12.0.003-99 – ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы», основными из которых являются: движущиеся машины и механизмы, различные подъемно-транспортные устройства, повышенная температура поверхности оборудования, пыль, выделение паров и газов, тепловой поток, избыточное выделение теплоты, повышенный уровень шума, электромагнитные излучения, повышенное значение напряжения в электрических цепях [7].

4.3 Техника безопасности

4.3.1 Безопасность веществ и материалов

В литейном цехе к опасным и вредным производственным факторам можно отнести пыль, выделяющиеся газы и пары, тепловой поток, источниками которых являются плавильные агрегаты, оборудование для приготовления суспензии, участки формовки, выбивки и очистки отливок.

Вредные вещества в проектируемом цехе регламентируются ГОСТ 12.1.007-99-ССБТ «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».

Анализ опасностей сталелитейного цеха представлен в таблице 4.1

Для устранения вредного воздействия веществ на рабочих, население и окружающую среду предусмотрена очистка технологических выбросов.

На жизнедеятельность рабочего большое влияние оказывает газовый состав воздуха. Условия считаются благоприятными при следующем составе воздуха:

- кислорода 19 – 20 %;
- углекислого газа не более 1 %.

Для устранения вредного воздействия веществ на рабочих, население и окружающую среду предусмотрена очистка технологических выбросов.

Таблица 4.1 – Анализ опасностей сталелитейного цеха

Участок	Наименование технологических операций, оборудование	Применяемые вещества, материалы	Опасные производственные факторы	Вредные производственные факторы	Экологические факторы	Возможные аварии, ЧС
1	2	3	4	5	6	7
1. Прокально-заливочный	Прокалка оболочки форм, плавка и заливка металла в формы, охлаждение. Поточная автом. линия мод.675А, индукционная печь ИСТ 0,16, ковши, монорельс, мостовой кран	Шихтовые материалы	Повышенная температура поверхности оборудования	Загазованность: диоксид азота, оксид углерода, шум, интенсивный тепловой поток,	Выделение газов: аэрозоли металлов избыточное выделение теплоты	Всплеск металла, аварии при заливки, травматизм, поломка манипуляторов.
2. Модельно-керамический	Приготовление модельного состава, запрессовка, сборка моделей в блоки. пастоприготовитель мод. 652, конвейер, автомат мод.653	а) Парафин ГОСТ 784-53 б) Синтетический церезин ГОСТ 2488-47 в) Полиэтиленовый воск ПВ-200 ГОСТ 4139-53	Движущиеся части механизмов	Этаноламин, углеводороды, эпоксидные смолы, анилин, шум	Выделение газов	Просыпь материалов, травматизм
3. Изготовления оболочек форм	Подготовка материалов покрытия, приготовление покрытия, нанесение его на модельные блоки, сушка покрытия, извлечение стояков и выплавление модельного состава. Установка приготовления суспензии мод.661, автоматическая линия мод 64001, манипулятор мод. 5102, ванна вытопки, конвейер.	а) Пылевидный кварц КПЗ ГОСТ 9077-82 б) Этилсиликат ГОСТ 26371-84 в) Спирт этиловый ГОСТ 17299-85 г) Вода дистиллирован. ГОСТ6709-72 д) Кислота соляная ГОСТ 3118-77	Ожог	Загазованность химическими веществами: кремнийсодержащие аэрозоли, шум,	Пары химикатов: кислот, ПВС,	Отравление, поломка манипуляторов

Продолжение таблицы 4.1

Участок	Наименование технологических операций, оборудование	Применяемые вещества, материалы	Опасные производственные факторы	Вредные производственные факторы	Экологические факторы	Возможные аварии, ЧС
1	2	3	4	5	6	7
4. Термообрубное	Очищение отливки от остатков оболочек, отделение отливки от ЛПС, термообработка, зачищение питателей и исправление дефектов отливок. Электрогидравлическая установка, гидравлический пресс, агрегат выщелачивания, пресса, газовые печи ГТСХМ, конвейер, электрокары, обдирочно-шлифовальные станки мод. 3М-636	Раствор щелочи КОН, эндогаз, отливки стальные	Повышенная температура поверхности оборудования, движущиеся механизмы	Вибрация, шум, загазованность: кремнийсодержащими аэрозолями, едким калием, угарным газом	Избыточное выделение теплоты	Аварии при работе на обрубном оборудовании, травматизм
5. Склад шихты	Хранение шихтовых материалов, мостовой кран, пневмотранспорт	Шихтовые материалы	Движущиеся механизмы, электрический ток	Запыленность рабочей зоны: оксид железа, шум	Пыль: оксид железа	Разрушение материалов, травматизм

Таблица 4.2 – ПДК и классы опасности вредных веществ

Наименование веществ	ПДК, мг/м ³	Класс опасности
Оксид углерода	20,0	4

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

22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ

Лист

53

Продолжение таблицы 4.2 – ПДК и классы опасности вредных веществ

Наименование веществ	ПДК, мг/м ³	Класс опасности
оксид железа	0,04	3
диоксид серы	0,05	3
известняк	6,0	4
оксид марганца	0,3	2
спирт поливиниловый	1000,0	4
кварц	1,0	3
едкий калий	0,5	2
оксид азота	0,4	3
этаноламин	1,0	2
анилин	0,05	2

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны и воздухе населенных мест не должно превышать установленных ПДК, представленных в таблице 4.2 [7].

Таким образом, самыми вредными являются оксид марганца и едкий калий. Материалом, содержащим марганец, является ферромарганец, применяемый при выплавке стали. Физические и химические свойства марганца температура плавления 1224°C, 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 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 [7].

Горючие газы и пары, газодисперсные системы являются потенциальными источниками пожаро- и взрывоопасности. В помещениях цеха, где возможно выделение в атмосферу горючих газов и паров, устанавливаются сигнализаторы взрывоопасных концентраций и аварийную вытяжную вентиляцию.

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 4.3 представлен дисперсный состав пыли.

Таблица 4.3 – Дисперсный состав пыли

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

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.

4.3.2 Безопасность производственных процессов и оборудования

Безопасность технологических процессов достигается соблюдением требований ГОСТ 12.2.003-01 – ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности» и ГОСТ 12.3.002-00 – ССБТ «Процессы производственные. Общие требования безопасности», использованием средств индивидуальной защиты.

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, использованием средств индивидуальной защиты обеспечивает безопасность литейного производства.

Правильная организация рабочих мест предполагает учет эргономических требований, предусмотренных ГОСТ 12.2.049-01 – ССБТ «Оборудование производственное. Общие эргономические требования». Расстояние между единицами оборудования, а также между оборудованием и стенами производственных зданий, сооружений и помещений должно соответствовать ОМ1П-90-03 [2].

На все поступающие в цех материалы должны быть токсикологические характеристики. На участке приготовления суспензии, изготовления блоков, плавки стали, термообработки и выщелачивания имеется приточно-вытяжная вентиляция, пожарная сигнализация и средства пожаротушения.

При заливке форм для безопасности работ используют механическое транспортирование расплавленного металла.

Для предотвращения возможного воздействия опасного или вредного производственного фактора на рабочего используются оградительные устройства. Для облегчения труда рабочих и уменьшения травматизма применяется механизация и автоматизация техпроцессов.

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

Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих на рабочих местах от производственных источников, нагретых до темного свечения (материалов, изделий и др.) должны соответствовать значениям согласно

ГОСТ 12.1.005-01 – ССБТ «Санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Нормирование электромагнитных излучений от печей осуществляется согласно ГОСТ 12.1.006-99 – 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».

										Лист
										56
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ					

В литейном цехе проводится следующий комплекс мероприятий. На участке приготовления суспензии, применяемый в работе поливиниловый спирт является легковоспламеняющимся веществом, поэтому наличие противопожарных средств обязательно.

В соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.007–99 – ССБТ «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» тары, в которых хранятся химикаты, должны быть в исправном состоянии и иметь этикетку с названием химиката. Хранение «неизвестных» материалов не допускается. Проводится следующий комплекс мероприятий:

- движущиеся механизмы имеют защитные ограждения;
- для удаления пыли и вредных паров установлена приточно-вытяжная вентиляция (СанПиН 41-01-03 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Нормы проектирования»);
- по ГОСТ 12.4.016-01 – ССБТ «Одежда специальная защитная. Номенклатура показателей качества» рабочие снабжены специальной одеждой и средствами индивидуальной защиты;
- установлены средства пожаротушения и тара с нейтрализатором кислоты;
- при наполнении кружек кислотой применяют УРАЖ (устройство для разлива агрессивных жидкостей).

Плавильно-заливочное отделение.

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. Для удаления вредных примесей в виде выделений, установлены вытяжные зонты.

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

Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих на рабочих местах от производственных источников, нагретых до темного свечения

							<i>22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				<i>57</i>

(материалов, изделий и др.) должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 4.4 согласно ГОСТ 12.1.005–01 – ССБТ «Санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Нормирование электромагнитных излучений от печей осуществляется согласно ГОСТ 12.1.006-99 – 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 4.5

Таблица 4.4 – 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

Таблица 4.5 – 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

Учитывая это, 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 12.4.016-01 – ССБТ «Одежда специальная защитная. Номенклатура показателей качества»;
 - установлена приточно-вытяжная вентиляция для удаления пыли и вредных паров согласно СанПиН 41–01–03 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Нормы проектирования».
- 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;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ

Лист

59

- спецодежда для защиты от повышенных температур по ГОСТ 12.4.016-01
- ССБТ «Одежда специальная защитная. Номенклатура показателей качества»;
- запрещается загружать шихту в грузовую тару выше борта.

Термообрубное отделение.

Вредными факторами термообрубного отделения являются выделение тепла от термической печи, воздействие угарного газа, едкого калия. Для снижения вредного влияния этих факторов предусмотрены следующие меры безопасности:

- для удаления пыли и вредных паров по СанПиН 41-01-03 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Нормы проектирования» установлена приточно-вытяжная вентиляция;

- рабочие снабжены спецодеждой и средствами индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.016-01 – ССБТ «Одежда специальная защитная. Номенклатура показателей качества»;

- механизмы управления и обслуживания печи расположены в местах не подверженных воздействию высокой температуры и газов согласно

ГОСТ 12.2.064-01 – ССБТ «Органы управления производственным оборудованием. Общие требования безопасности»;

- для удаления абразивно-металлической пыли из зоны обдирочно-шлифовальных станков применяют кожух-пылеуловитель КПТОК;

- тепло отходящих газов термической печи используется в хозяйственно-бытовых нуждах цеха.

4.4 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 12.1.019-01 – ССБТ «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

										Лист
										60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ

Цех точного литья по опасности поражения электрическим током относится ко второй категории согласно ГОСТ 12.1.019-01 «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты», характеризуется наличием химически активной среды, влажностью.

Для защиты электроустановок от перегрузки применяются плавкие предохранители. Рубильники располагаются в заземленных кожухах

ГОСТ 12.1.030-01 «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. Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, не должны превышать: напряжения 2.0 В, силы тока 0,3 мА. По ГОСТ 12.1.038-01 «ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов» [7]. 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 – ГОСТ 12.1.019-01 «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

4.5 Пожаровзрывобезопасность

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

В цехе предусмотрены пожарные меры профилактики и активной взрыво- и пожарной защиты согласно Федеральным законам РФ №123-ФЗ от 22 июля 2008 г.

									Лист
									61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ				

«Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

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

В цехе постоянно присутствует расплавленный металл, горючие газы, пыль, пары, поэтому имеет место высокая взрывопожароопасность. Конструкция здания относится ко второй степени огнестойкости. В профилактических целях на участках устанавливаются щиты с противопожарным инвентарем в количестве 6 шт., ящики с песком в количестве 5 шт., пожарные краны в количестве 6 шт. и огнетушители различных типов 7 шт.: распыляющаяся вода для тушения горючих жидкостей; воздушно-пенные и пенные для тушения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей твердых материалов; порошковые сухие для тушения твердых горючих материалов в том числе металла [7].

Парафины, применяемые в модельном отделении, относятся к горючим жидкостям и обладают температурой вспышки 158-195°C, а температурой воспламенения 300-310°C. Поливиниловый спирт также относится к горючим материалам обладает температурой воспламенения 205 °C, температура самовоспламенения 344°C, этаноламин обладает температурой воспламенения 93°C, а температурой самовоспламенения 450°C; анилин обладает температурой вспышки 73°C, а температурой самовоспламенения 617°C; ацителен обладает температурой воспламенения 28°C, температура самовоспламенения 335°C, взрывоопасное содержание в воздухе 2,3 г/м³; диоксид углерода обладает температурой воспламенения 15°C, температура самовоспламенения 630°C, взрывоопасное содержание в воздухе 6,7 – 36,5 г/м³.

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. Основными мерами предупреждения взрывов является контроль концентрации пыли. Причем

									Лист
									62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ				

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, а также используется телефонная сеть.

4.6 Промышленная санитария

Оценка условий труда. Под тяжестью труда понимают степень совокупного влияния производственных элементов условий труда на функциональное состояние организма человека, его здоровье, работоспособность и эффективность труда. Выполняемые в цехе работы в соответствии с ГОСТ 12.1.005-01 – 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 10кг, а также работы, производимые стоя) [7].

Нормирование микроклимата на рабочих местах. Микроклимат определяется действием на организм человека температуры, влажности и скорости движения воздуха – СанПиН 2.2.4.548-98 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». Нормирование микроклимата представлено в таблице 4.6.

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.

									Лист
									63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ				

Таблица 4.6 – 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	не более 0,4
тёплый	20-22	15-28	40-60	75(при 24°С)	0,4	0,3-1,0

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.

Освещенность. Нормальные условия труда в производственных помещениях могут быть обеспечены лишь при достаточной освещенности рабочих мест. В соответствии со СанПиН 23-05-03 «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 6.7.

Искусственное освещение представляет собой лампы накаливания, ртутные лампы мощностью 250, 400, 700, 1000 Вт. Местное освещение реализуется установленными на высоте 2 – 2,5м люминесцентными лампами [7].

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

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

Шум. Уровни звуковой мощности цеха определяются по ГОСТ 12.1.003-99 – ССБТ. В цехе наибольшую шумовую ситуацию создает следующее оборудование: установки для приготовления суспензии, электрогидравлическая установка, гидравлические пресса, агрегаты для выщелачивания, ГТСХМ, обдирочно-шлифовальные станки, мостовые краны.

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 – 7дБ. Простым и дешёвым способом снижения шума является применение звукопоглощающих кожухов. Применение индивидуальных средств защиты также уменьшает вредное воздействие шума на человека. Для отдыха обслуживающего персонала предназначены комнаты, у которых потолки и стены покрыты звукопоглощающим материалом.

Поскольку технология очистки отливок предусматривает использование вибрационных установок, электрогидравлическая установка, пресса, и обдирочно-шлифовальные станки, 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.

4.7 Охрана природной среды

4.7.1 Очистка атмосферы

Для очистки вентиляционных выбросов в цехе используются аспирационные системы. Система аспирации включает в себя: бортовой отсос, который помогает уловить вредные выбросы, наклонные воздуховоды из толстостенной стали, которые отводят воздух с пылью от местного отсоса до улицы, высоконапорный вентилятор, систему очистки выбросов.

Для очистки воздуха объемом 5508 м^3 , выбрасываемого вытяжной вентиляцией от содержания в нем вредных примесей в виде пыли неорганической установлен циклон ЦВПЗ со степенью очистки 80 %, производительность по воздуху $1250 - 2000 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Для очистки вентиляционных выбросов объемом 7158 м^3 от загрязняющих веществ (пыли неорганической, пыли абразивной) применяются циклоны типа ВЦНИИОТ №10 со степенью очистки 75 %, производительность по воздуху $450 \text{ м}^3/\text{ч}$.

В плавильном отделении уходящие газы объемом 13608 м^3 от индукционных печей очищают от взвешенных в них твердых или жидких частиц электрофильтры и циклоны типа СИОТ № 5 со степенью очистки 98 %, производительность $7500 \text{ м}^3/\text{ч}$, скорость воздуха во входном патрубке 15 м/сек.

Для удаления абразивно-металлической пыли от уходящих газов объемом 10530 м^3 из зоны обдирочно-шлифовальных станков применяют пылеулавливающую установку УВП – 1200А со степенью очистки 70 %, производительностью $1200 \text{ м}^3/\text{ч}$.

					<i>22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>66</i>

4.7.2 Очистка гидросферы

Очистка сточных вод (120 м³ на 1 т годного литья) производится механическим способом. Для этого применяют отстойники-флотаторы с производительностью 200 – 250 м³/ч и сетчатые фильтры ПВО–ASF–AF–200 с диапазоном фильтрации 10 – 3000 микрон, производительность 30 – 200 м³/ч.

Крошку отработанной керамики, полученную после предварительной очистки отливок, вывозят в отвал при соблюдении СанПиН 2.1.7.1322-03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления».

Отходы отработанной керамики относят к четвертому классу опасности. Степень вредного воздействия на окружающую среду низкое. На одну тонну годного литья по выплавляемым моделям образуется 1900-2000 кг керамической крошки. Ее вместе со шлаками плавильного производства, используют в дорожном строительстве, для засыпки отработанных карьеров, шахт. 20% отходов увозят в отвалы.

Тепло отходящих газов термической печи и установки для сушки ковшей используется в хозяйственно-бытовых нуждах цеха. Получить водяной пар, необходимый для технологических нужд, позволяют котлы-утилизаторы.

В цехе используется газовое оборудование для сушки ковшей и печей и установки для подогрева шихты. Согласно Постановлению Правительства РФ от 29 октября 2010 г. N 870 об утверждении «Технического регламента о безопасности сетей газораспределения и газопотребления» сети газораспределения и газопотребления должны обеспечивать безопасность и энергетическую эффективность транспортирования природного газа с параметрами по давлению и расходу, определенными проектной документацией и условиями эксплуатации.

									<i>Лист</i>
									67
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>					

22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ

4.8 Гражданская оборона и чрезвычайные ситуации

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. Исходя из этого, проектом предусмотрена система мероприятий по пожаротушению цеха. По наружному периметру здания проложен водопровод с интервалом 30 метров, предусмотрены пожарные краны.

Основным способом защиты людей от поражающих факторов являются:

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

										Лист
										68
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ</i>					

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе разработана технология изготовления отливки «Захват» из стали 20Л ГОСТ 977–88. Представленная технология позволяет получать более качественные отливки за счет улучшения их питания и снизить высокий процент брака. Выбрана и рассчитана литниково-питающая система. Описаны процессы изготовления суспензии и изготовления огнеупорной керамической оболочки. Также приведен процесс выплавки стали, операции формовки, прокалки, заливки и финишные операции. Представлена технология изготовления данной детали методом литья по выплавляемым моделям. Разработаны чертежи «Элементы литейной формы» и «Форма литейная».

В технологической части работы описан технологический процесс получения отливки «Захват». Рассчитана литниково-питающая система, выбраны все необходимые материалы для приготовления огнеупорной суспензии. Представлен процесс сушки блоков, вытопки, прокалки и заливки.

В специальной части рассмотрены способы внепечной обработки расплава стали. Внепечная обработка стали в «ковше – печи» модификаторами INSTEL приводит к повышению механических свойств методом модифицирования, что позволяет получать отливки высокого качества.

При использовании современного оборудования, вентиляции, фильтров очистки отходов, улучшилась экологическая обстановка при производстве продукции.

										Лист
										69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	22.03.02.2018.056.00.00. ПЗ					

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Качественное литье – прогресс машиностроения / И.А. Дибров // Труды XIII съезда литейщиков России, 2017 г. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. – 8 с.
2. Шкленник, Я. И. Литье по выплавляемым моделям / Я. И. Шкленник, В. А. Озерова – М.: Машиностроение, 1984.– 408 с.
3. Литейное производство сегодня и завтра: труды международной научно – практической конференции / С.С. Ткаченко // Изд. – во Культ – информ – пресс, 2014. – 410 с.
4. Специальные способы литья: Справочник / В.А. Ефимов, Г.А. Анисович, В.Н. Бабич и др. – М.: Машиностроение, 1991. – 436 с.
5. Скляр, В.О. Инновационные и ресурсосберегающие технологии в металлургии. Учебное пособие. – Донецк.: ДонтНТУ, 2014. – 224 с.
6. Кукин, П.П. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда): Учебное пособие для вузов / П.П. Кукин, В.Л. Лапин, Н.Л. Пономарев, Н. И. Сердюк – М: Высшая школа, 2001. – 319 с.
7. Белов, С.В. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов / С.В. Белов – М.: Высшая. школа, 1999. – 448 с.