

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

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

Технология изготовления отливки "Стакан"

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-22.03.02.2018.537.00.00 ПЗ ВКР

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

Руководитель проекта
доцент, к.т.н.
О.В. Ивочкина
«__»_____2018г.

Автор проекта
студент группы
ПЗ-537
П.Д. Чеплыгин
«__»_____2018г.

АННОТАЦИЯ

Чеплыгин П. Д. Технология
изготовления отливки «Стакан».
Челябинск, ЮУрГУ. ПЗ – 537, 2018, 68
с., 3 чертежа ф. А1, 2 плаката ф. А1,
8 ил, библиогр. список –
11 наименований.

В выпускной квалификационной работе разработана технология изготовления отливки «Стакан» из высоколегированного чугуна марки ЧХ16М2 в соответствии с техническими требованиями на литую деталь.

Проанализировав чертеж детали «Стакан» стало очевидным, что ее конструкция достаточно технологична для изготовления литьем по выплавляемым моделям.

Специальная часть проекта посвящена технологии плавки и свойствам чугуна марки ЧХ16М2.

В проекте также рассмотрены вопросы обеспечения безопасности жизнедеятельности и охраны окружающей среды.

					<i>22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ</i>		
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>	<i>Чеплыгин П.Д.</i>				<i>Лит.</i>	<i>Листов</i>	<i>Лист</i>
<i>Провер.</i>	<i>Ивачкина О.В.</i>				Д	68	3
<i>Т.конт</i>					Технология изготовления отливки «Стакан» ЮУрГУ Кафедра ЛП		
<i>Н.конт.</i>	<i>Заславская О.М.</i>						
<i>Утв.</i>	<i>Кулаков Б.А.</i>						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ	7
2 ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ	15
2.1 Анализ технологичности изготовления отливки «Стакан»	15
2.2 Выбор положения отливки в период заливки и затвердевания	16
2.3 Определение припусков на механическую обработку, усадки и формовочных уклонов	16
2.4 Разработка конструкции и расчет литниково–питающей системы	17
2.5 Разработка конструкции пресс–формы	20
2.6 Приготовление модельного состава	22
2.7 Приготовление суспензии	23
2.8 Технология изготовления моделей	26
2.9 Формовочно–заливочное отделение	28
2.10 Термообрубное отделение	30
2.11 Разработка системы контроля техпроцесса и качества отливок	31
3 ТЕХНОЛОГИЯ ПЛАВКИ И СВОЙСТВА ЧУГУНА ЧХ16М2	33
3.1 Свойства чугуна и химический состав	33
3.2 Выбор плавильного агрегата	38
3.3 Расчет шихты	40
3.4 Технология плавки сплава	45
4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	47
4.1 Общая характеристика литейного цеха	47
4.2 Анализ опасных и вредных производственных факторов	48
4.2.1 Запыленность воздуха рабочей зоны	49
4.2.2 Микроклимат на рабочих местах	51
4.2.3 Шум	52
4.2.4 Вибрация	53

4.2.5 Освещение	54
4.3 Безопасность производственных процессов и оборудования	56
4.3.1 Электробезопасность	61
4.3.2 Пожаровзрывобезопасность	62
4.4 Охрана природной среды	64
4.4.1 Очистка выбросов в атмосферу	64
4.4.2 Очистка производственных сточных вод	65
4.4.3 Обезвреживание и утилизация отходов	66
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	67
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	68

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 1мм, с шероховатостью от $Rz=20$ мкм до $Ra=1,25$ мкм и повышенной точностью размеров. 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 износ инструмента, экономятся энергетические ресурсы, сокращается потребность в рабочих высокой квалификации, в оборудовании, приспособлениях, производственных площадях. Положительной особенностью данных способов литья является также возможность высокой степени автоматизации и комплексной механизации производства, улучшение санитарно-гигиенических условий труда.

Современный уровень развития литейных технологий и научных исследований существенно выше уровня оборудования, применяемого в отечественных литейных цехах. Применение современных разработок позволяет улучшить условия труда, повысить качество и снизить время изготовления продукции.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка технологии изготовления отливки «Стакан» из высоколегированного чугуна марки ЧХ16М2 используя современные технологии в области литейного производства.

					<i>22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		6

1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ

Современный уровень развития литейных технологий и научных исследований существенно выше уровня оборудования, применяемого в отечественных литейных цехах. Применение современных разработок позволяет улучшить условия труда, повысить качество и снизить время изготовления продукции.

В действующих российских цехах для выплавки стали применяются дуговые печи постоянного тока, дуговые печи переменного тока и индукционные тигельные печи повышенной частоты.

В настоящее время во всем мире для массовой выплавки стали в основном применяют дуговые сталеплавильные печи.

Однако, индукционные печи из-за высокой эффективности, высокой удельной мощности, высоких экологических параметров и показателей надежности всегда находилось на высочайшем технологическом уровне. Поэтому тенденция роста количества индукционных печей, используемых в литейном производстве для получения черных и цветных металлов, а также для производства неметаллических сплавов, является вполне закономерной. Применение исключительно эффективной конструкции преобразователя с использованием цифрового управления при переключении ступеней индуктора привело к значительному расширению диапазона использования индукционных печей средней частоты в различных областях металлургии. Благодаря этому плавка металла в таких печах, с учетом специфики производства конкретных отливок, стала технологией, находящей все более широкое применение на литейных заводах.

Количество действующих литейных заводов и цехов в машиностроении, в том числе выпускающих литейные материалы и оборудование, составляет около 1250 ед., загрузка которых в среднем достигает лишь около 30%. Сохранившаяся суммарная мощность литейных производств составляет 12,5 млн. т отливок в год.

					22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		7

Сейчас в литейном производстве машиностроения и металлургии занято около 300 тыс. человек, в том числе около 78% рабочих, 14% инженерных и 8% научных работников. Выпуск отливок на одного работающего составляет 20,8 т в год.

В общей структуре машиностроительных заводов литейное производство, как правило, является убыточным, так как полностью зависит от ценовой политики на рынке на сырьевые материалы, топливо, электроэнергию, транспорт. В настоящее время структура себестоимости отливок такова: энергозатраты и затрат на топливо составляют 50...60%, затраты на исходные материалы (пески, глины, краски, смолы, шихтовые материалы и ферросплавы) – 30...38%, зарплата – 8...17%.

Анализ литейного производства европейских стран показывает, что в последние годы наблюдается тенденция падения производства отливок на 35...40%, в основном снижается производство отливок из черных сплавов, выпуск же отливок из цветных сплавов растет. Технологическая оснащенность и техническое обеспечение наших литейных предприятий вполне позволяет производить высококачественные отливки. К сожалению, экспорт отливок за рубеж (Францию, Германию, Швецию, Австрию) составляет лишь около 50 тыс. т.

С другой стороны, литейное производство является наиболее 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 комплекса составляет:

- автомобильная и тракторная – 60%;
- электротехническая – 6%;
- тяжелое и энергетическое машиностроение – 8%;
- химическое и нефтяное машиностроение – 12%;

- дорожное и коммунальное машиностроение – 10%
- 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 машинах (автомобилях, тракторах, комбайнах, самолетах, танках и др.) составляет 40...50%, а в металлообрабатывающих станках и кузнечно–прессовом оборудовании до 70% по массе и до 20% от стоимости машин. В настоящее время, как правило, литейные цехи находятся в структуре машиностроительных предприятий и производят отливки для собственных нужд [1].

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

Несмотря на продолжающийся кризис в литейном производстве на ряде отечественных заводов проведена реконструкция литейных производств на базе прогрессивных технологических процессов и оборудования.

Литье по выплавляемым моделям – способ получения мелких точных отливок из различных сплавов черных и цветных металлов в многослойных оболочковых неразъемных разовых формах. Данные формооболочки изготавливают по выплавляемым разовым моделям. Литье по выплавляемым моделям используется достаточно широко. Таким способом получают точные и сложные по конфигурации отливки массой от нескольких граммов до десятков килограммов с минимальной толщиной стенки 0,5 мм, с шероховатостью поверхности $R_z = 20...40$ мкм по ГОСТ 2789–73 и точностью размеров, соответствующих 8...10 классам по ГОСТ 25347–82 или 3...5 классам точности по ГОСТ 26645–85. Данный способ позволяет изготавливать отливки, максимально приближенные по форме, размерам и массе к готовой детали.

Модели отливок и литниково–питающей системы (ЛПС) изготавливают из воскообразных легкоплавких материалов (воск, стеарин, парафин), растворимых в воде солей (карбамид), смол и пластмасс (полистирол). Модели соединяют в блоки

(спаиванием, склеиванием, механическим скреплением) и наносят на них слои суспензии из связующего раствора и пылевидного огнеупорного наполнителя. Каждый слой суспензии обсыпают зернистым огнеупорным материалом и сушат. Из полученной многослойной неразъемной оболочковой формы модели удаляют выплавлением. Освобожденные от модельного состава оболочки отдельно или в опорном наполнителе прокаливают для удаления органических остатков модельных и связующих материалов, после чего горячие или охлажденные формы заливают расплавом.

В отличие от песчано-глинистой формовочной смеси, смесь, используемая при литье по выплавляемым моделям, представляет собой суспензию, состоящую из пылевидного огнеупорного материала – наполнителя: пылевидного кварца SiO_2 , электрокорунда Al_2O_3 , дистенсиллиманита $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ и др. и связующего – коллоидного раствора SiO_2 , например, гидролизованного этилсиликата марок ЭТС-40, ЭТС-32 или жидкого стекла $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$ с модулем $M = 2,4 \dots 3,2$ и плотностью $(1,2 \dots 1,25 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3)$. Этилсиликаты (ЭТС) представляют собой смесь эфиров кремниевой кислоты типа $(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_4\text{Si}$, $(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_6\text{Si}_2\text{O}$, $(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_8\text{Si}_3\text{O}$.

Оболочковые формы при изготовлении крупных отливок могут растрескиваться и расслаиваться. В настоящее время широко применяется изготовление отливок в объемные наливные формы методом литья по выплавляемым моделям.

Наиболее перспективным и развивающимся является получение изделий в оболочковые формы на кристаллогидратном связующем. Наполнителем в таких формах является пылевидный кварц, а растворителем вода. Для регулирования времени схватывания формовочной суспензии и предотвращения седиментации в нее вводят различные добавки.

Существует несколько разновидностей литья по выплавляемым моделям (ЛВМ), применение которых на практике обусловлено рядом причин. Так в настоящее время в машиностроении наиболее распространенным способом получения точных отливок является литье по выплавляемым моделям в многослойные оболочковые формы на гидролизованном этилсиликате в качестве

					22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		10

связующего с применением различных наполнителей. Выбор материала наполнителя зависит чаще всего от типа заливаемого сплава. При изготовлении отливок из цветных сплавов, чугуна и стали, чаще всего используют пылевидный кварц в качестве наполнителя огнеупорной суспензии и кварцевый песок в качестве обсыпки. Для литья жаропрочных сплавов применяют электрокорунд, дистенсиллиманит. Для формирования внутренних полостей отливки используются стержни, получаемые методом твердофазного спекания из порошков огнеупорных материалов. Менее широко распространены оболочковые формы на жидкостекольном связующем.

Значительными достижениями специалистов в области совершенствования производства литья по выплавляемым моделям являются: разработка технологии получения сложных тонкостенных отливок с использованием керамических стержней и водорастворимых мочевиновых моделей; исследование и внедрение в производство этилсиликатных связующих растворов, полученных без использования органических растворителей; разработка совмещенного метода приготовления связующего раствора и суспензии; внедрение в производство вакуумно–аммиачного метода сушки слоев суспензии и выпуск оборудования для его осуществления; освоение процесса направленной кристаллизации и получение отливок с направленной и монокристаллической структурой.

Технический прогресс в производстве точных отливок по выплавляемым моделям в последние десятилетия связан в основном с максимальным использованием 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 благоприятных, безопасных условий труда, сокращением отходов производства и обеспечением

					22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		11

безопасности его для окружающей среды, совершенствованием методов контроля как моделей, форм и отливок в процессе изготовления, так и готовой продукции.

Реализовать в полной мере преимущества литья по выплавляемым моделям перед другими способами получения литых изделий не позволяет отсутствие системных научных данных, характеризующих общие физические и химические закономерности поведения кремнеземистых и силикатных материалов литейных форм и компонентов сплавов в условиях заливки и формирования точных отливок, их взаимодействии с заливаемым сплавом и влиянии на качество отливок, отсутствуют обобщающие теоретические подходы, позволяющие выработать эффективные методы управления данными процессами.

В связи с этим на основе анализа теории и технологии применяемых в точном литье процессов необходимо наметить направления их совершенствования путем создания обобщающих теоретических положений формообразования на основе кремнеземистых и силикатных систем, разработке процессов формообразования на основе термохимически устойчивых материалов, как связующих, так и наполнителей, которые обладают лучшими технологическими свойствами и позволяют избавиться от существующих недостатков.

Метод литья в оболочковые керамические формы по выплавляемым и растворяемым моделям широко используется при изготовлении отливок массой от десятков граммов до сотен килограммов из черных и цветных сплавов. Особенно широко он применяется для деталей из жаропрочных или специальных труднообрабатываемых сплавов. Высокие точность и качество поверхности отливок позволяют снизить припуски на механическую обработку до 0,2...0,7 мм, сократить потери металла на стружку, уменьшить потребность в металлорежущем оборудовании. Наиболее эффективно изготовление литья по выплавляемым моделям в серийном и массовом производстве, где успешно работают механизированные и комплексно-автоматизированные линии.

Технология литья по таким моделям в керамические формы имеет ряд специфических особенностей:

					22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		12

- модель служит для получения только одной отливки, так как вытапливается, растворяется или выжигается в процессе изготовления формы;
- модель служит для получения только одной отливки, так как вытапливается, растворяется или выжигается в процессе изготовления формы;
- металл заливают в тонкостенные неразъемные формы, получаемые путем нанесения огнеупорного покрытия на модель, сушки покрытия, удаления модели и последующего прокаливания формы;
- формовочная смесь представляет собой суспензию, состоящую из наполнителя в виде мелкозернистого огнеупорного материала и связующего раствора;
- применение мелкозернистых пылевидных огнеупорных материалов обеспечивает очень высокое качество поверхности отливки.

Схема изготовления по выплавляемым моделям мелких деталей в условиях крупносерийного и массового производства представлена на рисунок 1.1.

Восковые модели изготавливают в многоместной пресс-форме на специальном пресс-автомате в виде звеньев (рисунок 1.1, а), а затем собирают в модельный блок с общей литниковой системой (рисунок 1.1, б). Затем на модельный блок наносят огнеупорную суспензию (рисунок 1.1, в), состоящую из связующего раствора (как правило, на основе этилсиликата) и огнеупорного порошка (наполнителя). Для укрепления слоя суспензии его обсыпают также огнеупорным зернистым материалом, но более крупной фракции (рисунок 1.1, г), после чего просушивают. На блок последовательно наносят несколько слоев.

В зависимости от материала модели ее удаляют из керамической оболочки выплавлением, растворением или выжиганием (рисунок 1.1, д). Оболочку прокаливают для удаления остатков модельного состава и других органических веществ (рисунок.1, е), а также спекания зерен огнеупорного наполнителя со связующим. Если прочность оболочки недостаточна, ее перед прокаливанием заформовывают в огнеупорный наполнитель и в таком виде после прокалики заливают металлом (рисунок.1, ж) [1].

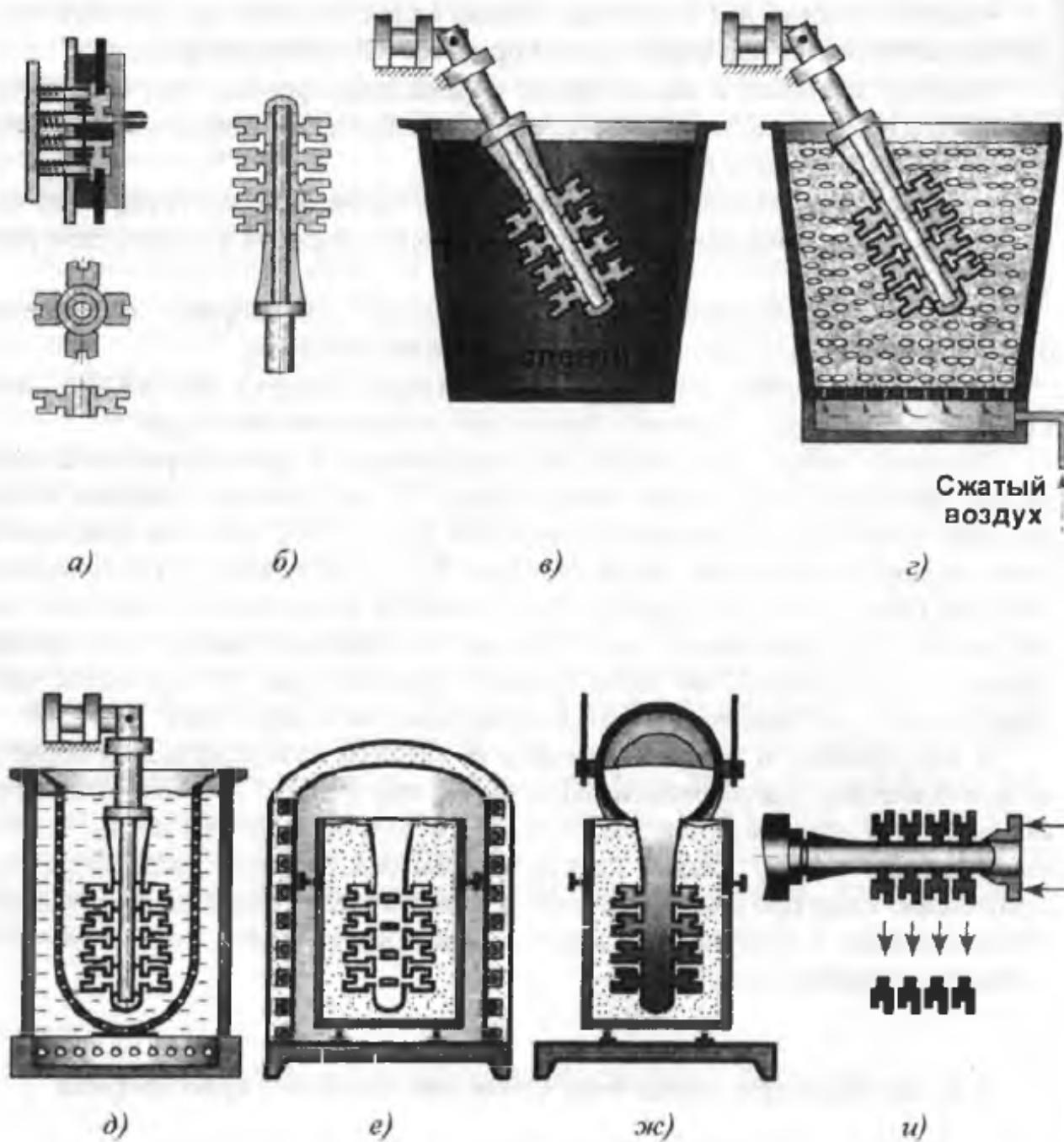


Рисунок 1.1 – Изготовление мелких отливок по выплавляемым моделям: *а* – пресс-форма; *б* – сборка моделей на каркас-стояк; *в* – нанесение суспензии на модельный блок; *г* – обсыпка слоя суспензии кварцевым песком; *д* – выплавление модельного состава в горячей воде; *е* – прокаливание литейной формы; *ж* – заливка формы; *и* – отделение отливок от стояка

2 ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ

2.1 Анализ технологичности изготовления отливки «Стакан»

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

Анализ чертежа детали «Стакан» показывает, что ее конструкция достаточно технологична для изготовления литьем по выплавляемым моделям. Эскиз детали представлен на рисунке 2.1.

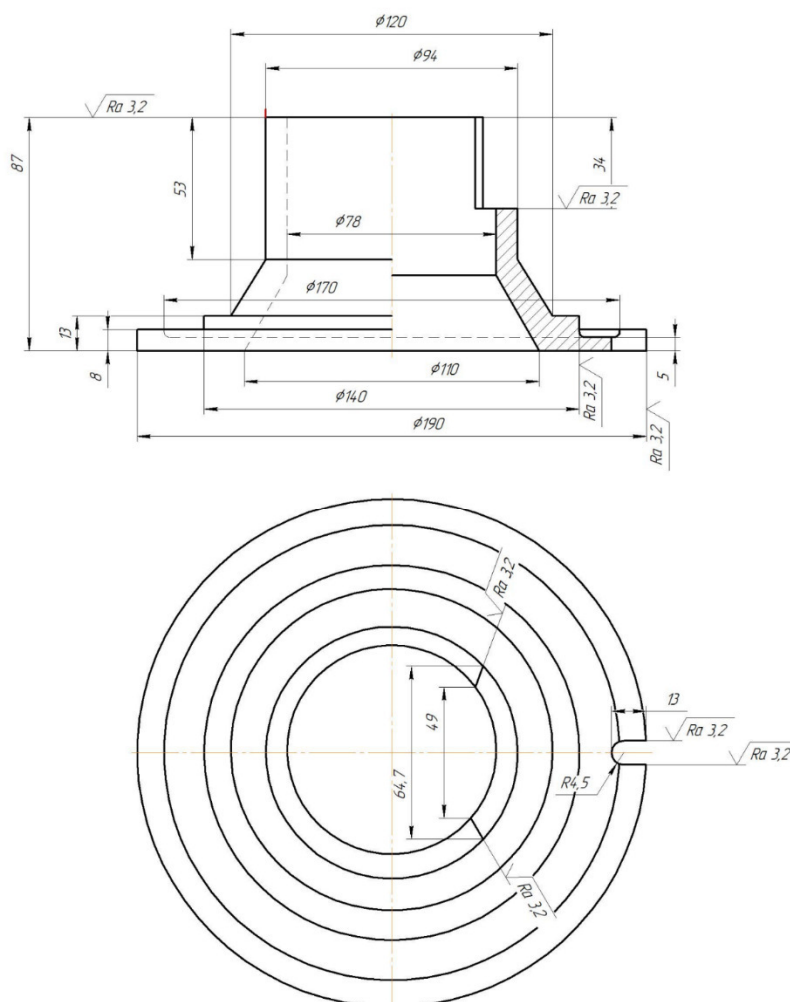


Рисунок 2.1 – Эскиз детали «Стакан»

Масса детали 3 кг, минимальная толщина стенки отливки 8 мм, максимальная – 16 мм, что является нормой при литье по выплавляемым моделям. Отливка не имеет тонких и плоских стенок, плавность перехода от одной стенки к другой обеспечивается галтелями.

Модели следует вынимать из пресс-формы без поломок и нарушения их геометрии. Поэтому необходима конусность на поверхностях, перпендикулярных к плоскости разъема пресс-формы.

2.2 Выбор положения отливки в период заливки и затвердевания

Одним из важнейших факторов получения качественной отливки является рациональное расположение ее в момент заливки и затвердевания. При литье по выплавляемым моделям необходимо располагать отливку таким образом чтобы обеспечить направленное затвердевание от тонких стенок к более толстым, а затем к питателю и стояку, который является общей прибылью для всего куста отливок.

Для данной отливки рациональным является горизонтальное положение, фланцем к стояку.

2.3 Определение припусков на механическую обработку, усадки и формовочных уклонов

Размер отливки отличается от размеров детали на величину припусков на механическую обработку. Припуски на механическую обработку для отливок из черных и цветных металлов и сплавов назначаются по ГОСТ Р53464–2009 в зависимости от класса точности и ряда припусков на механическую обработку.

Точность отливки 7–6–6–7 ГОСТ Р53464–2009:

7– класс размерной точности;

6 – степень коробления;

6 – степень точности поверхности;

7 – класс точности массы;

					22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		16

Величины припусков приведены на чертеже детали с элементами литейной формы и составляют 3 мм. Мелкие отверстия и пазы, которые обрабатываются механически литьем не выполняют. Для отливки «Стакан» неуказанные литейные уклоны 0,5°. Масса отливки с учетом припусков – 3,5 кг. Усадка для сплава 1,6 %.

2.4 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 «Стакан» выбрана литниковая система типа – «центральный стояк». ЛПС этого типа представляет собой стояк компактного сечения, непосредственно к которому с разных сторон присоединяются небольшие отливки с одним индивидуальным питателем. Литниковая система изображена на рисунке 2.2. 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 3 кг.

Для расчета ЛПС при литье по выплавляемым моделям применяют метод приведенных толщин.

Для обеспечения направленного затвердевания необходимо соблюсти условие непрерывного увеличения приведенной толщины от удаленных тонкостенных участков отливки к стояку–прибыли. За тепловой узел принимаем половину отливки.

Рассчитаем приведенную толщину теплового узла [3]:

$$R_{\text{узла}} = \frac{V_{\text{узла}}}{S_{\text{узла}}}, \quad (2.1)$$

где $V_{\text{УЗЛА}}$ – объем теплового узла, мм³;
 $S_{\text{УЗЛА}}$ – площадь теплового узла, мм².

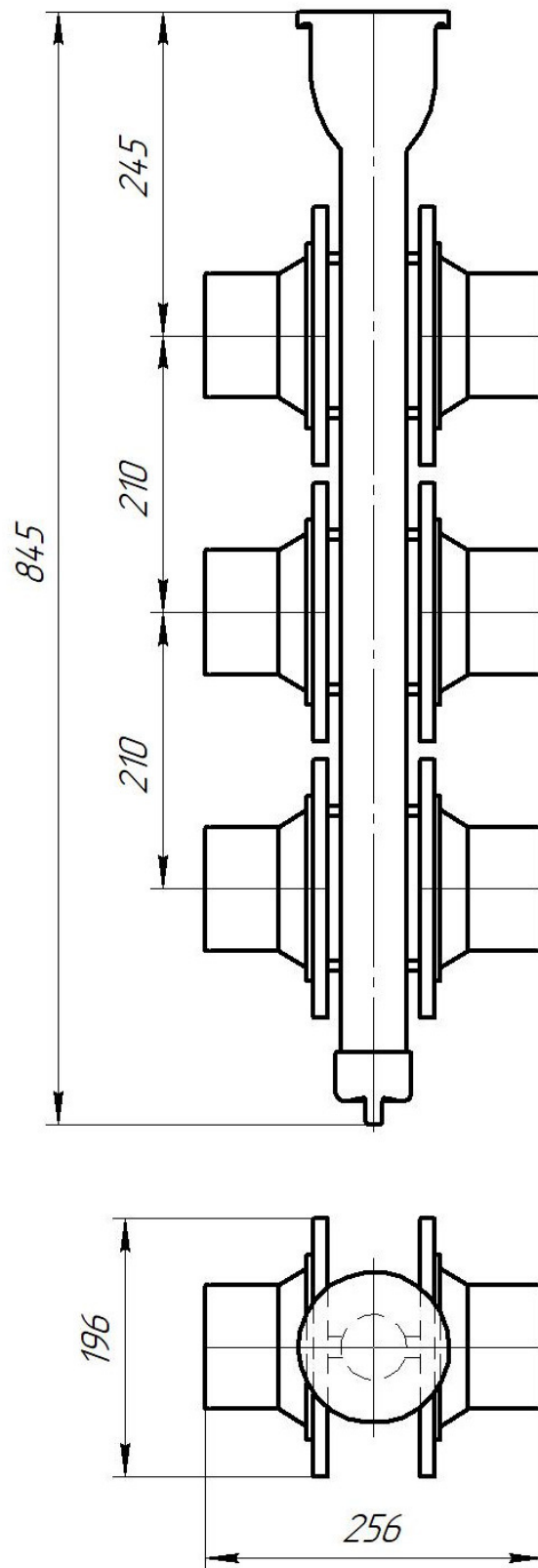


Рисунок 2.2 – Модельный блок отливки «Стакан»

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ

Лист

18

$$R_{\text{УЗЛА}} = \frac{144063}{46472} = 3,1 \text{ мм.}$$

Далее принимаем длину питателя $L_{\text{ПИТ}} = 10$ мм и диаметр стояка $d_{\text{СТОЯКА}} = 50$ мм.

Рассчитаем приведенную толщину сечения стояка [3]:

$$R_{\text{СТОЯКА}} = \frac{F_{\text{СТОЯКА}}}{P_{\text{СТОЯКА}}} = \frac{\left(\frac{\pi}{4}\right) \cdot d_{\text{СТОЯКА}}^2}{\pi \cdot d_{\text{СТОЯКА}}} = \frac{1}{4} \cdot d_{\text{СТОЯКА}}, \quad (2.2)$$

где $F_{\text{СТОЯКА}}$ – площадь стояка, мм²;

$P_{\text{СТОЯКА}}$ – периметр стояка, мм;

$d_{\text{СТОЯКА}}$ – диаметр стояка, мм.

$$R_{\text{СТОЯКА}} = \frac{1}{4} \cdot 50 = 12,5 \text{ мм.}$$

Рассчитаем приведенную толщину сечения питателя [3]:

$$R_{\text{ПИТ}} = k \cdot \sqrt[4]{R^3_{\text{УЗЛА}} \cdot m_{\text{ОТЛ}} \cdot \sqrt[3]{L_{\text{ПИТ}}}} / R_{\text{СТОЯКА}}, \quad (2.3)$$

где k – коэффициент пропорциональности эмпирический; $k=11$.

$m_{\text{ОТЛ}}$ – масса отливки, кг;

$$R_{\text{ПИТ}} = 11 \cdot \sqrt[4]{3,1^3 \cdot 1,75 \cdot \sqrt[3]{10}} / 12,5 = 3,75 \text{ мм.}$$

Принимая прямоугольное сечение питателя, находим его размеры по формуле [3]:

$$R_{\text{П}} = \frac{F_{\text{П}}}{P_{\text{П}}} = \frac{a \cdot 0,5 \cdot a}{2 \cdot (a + 0,5 \cdot a)}, \quad (2.4)$$

$$a = R_{\Pi} \cdot 4, \quad (2.5)$$

Питание будем вести через два питателя к каждой отливке. Поэтому приведенную толщину питателя принимаем 3,6.

$$a = 3,75 \cdot 4 = 15 \text{ мм.}$$

Условие направленного затвердевания $R_{\text{У}} < R_{\Pi} < R_{\text{С}}$ выполняется. На рисунках 2.3...2.4 изображены сечения элементов литейной формы.

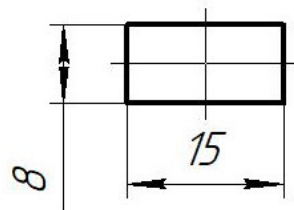


Рисунок 2.3 – Эскиз сечения питателя

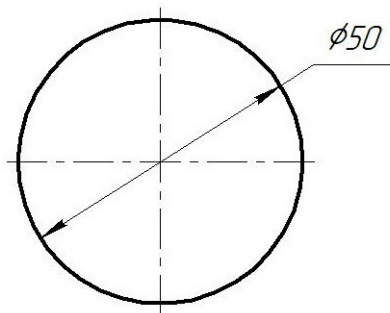


Рисунок 2.4 – Эскиз сечения стояка

2.5 Разработка конструкции пресс-формы

Модель изготавливается в разъемной пресс-форме, рабочая полость которой имеет конфигурацию и размеры отливки с припусками на усадку модельного

состава и материала отливки, а также обработку резанием. Модель изготавливают из материалов, либо имеющих невысокую температуру плавления (воск, стеарин, парафин), либо способных растворяться (карбамид) или сгорать без образования твердых остатков (полистирол).

Положение модели в пресс-форме должно обеспечивать следующие условия:

- легкое извлечение модели без поломки;
- иметь направленное затвердевание модельного состава;
- минимально возможно количество отъемных частей или стержней в пресс-форме.

Поверхность разъема пресс-формы одна и вертикальная. Положение модели в форме обеспечивает ее направленное затвердевание. Для изготовления отливки необходим один центральный стержень.

Выбранное положение модели в пресс-форме обеспечивает наиболее простое оформление литниковой системы, питатели располагаются в плоскости разъема пресс-формы. Выбранное положение модели в пресс-форме и положение модели в форме изображено на чертеже детали с элементами литейной формы.

Таким образом, обеспечено максимальное количество требований для получения отливки литьем по выплавляемым моделям требуемого качества [2].

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;
- 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 крупносерийном, а особенно 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 «Стакан» применяют пресс-форму из стали 45Х ГОСТ 4543–71.

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

Из-за непостоянной усадки модельной композиции и металла, а также расширения оболочки формы при нагреве невозможно точно рассчитать размеры полостей пресс-форм. Так как суммарная усадка модельной композиции и металла больше расширения оболочки при нагреве, то для предварительных расчетов можно принять среднюю усадку для чугуна сталей 0,8 %. С учетом обязательной последующей доводки элементы пресс-формы, оформляющие наружные части отливки, должны иметь уменьшенные размеры, а оформляющие внутренние части – увеличенные.

Конструкция пресс-формы представлена в графической части работы на чертеже «Пресс-форма».

2.6 Приготовление модельного состава

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

					22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		22

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

Свойства состава :

- температура плавления 77,5 °С;
- температура состава в пастообразном состоянии 62...64 °С;
- свободная линейная усадка при запрессовке пастообразного состава 1,1...1,25%;
- зольность 0,02% по массе.

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. При выплавлении моделей воздушные включения, равномерно распределенные в них, частично выполняют роль компенсаторов расширения модельного состава, в результате снижается давление модельного состава на стенки оболочки формы и уменьшается вероятность ее растрескивания.

При подготовке выплавляемого модельного состава используют до 80 % возврата, собранного при удалении моделей из оболочек форм и брака моделей [4].

2.7 Приготовление суспензии

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

					22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		23

Поверхность блока моделей смачивают суспензией окунанием и тут же обсыпают зернистым материалом–песком. Суспензия прилипает к его поверхности и точно воспроизводит конфигурацию; зернистый материал внедряется в слой суспензии, смачивается ею, фиксирует суспензию на поверхности блока, создает скелет оболочки и утолщает её.

Свеженанесенный слой оболочки практически не обладает прочностью и удерживается на поверхности блока только благодаря действию сил смачивания; упрочнение его происходит в процессе сушки – химического твердения. Наносят 6 слоев: два слоя на основе этилсиликатного связующего, четыре – на основе жидкостекольного связующего. Первый облицовочный слой обсыпают мелким песком марки 1К₃О₁016 ГОСТ 2138–91, чтобы получить гладкую контактную поверхность, а для последующих – более крупным песком марки 1К₃О₁02 ГОСТ 2138–91.

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	30...40
	2	45...50			
Жидкостекольная	3,4 5,6	32...40	12...20	25...33	≤30

Количество компонентов гидролиза на один литр ЭТС–40:

- этилсиликат ГОСТ 26371–84, мл – 1000;
- вода дистиллированная ГОСТ 6709–72, мл – 200...210;
- спирт этиловый ГОСТ 17299–85, мл – 1960...1970;
- кислота соляная ГОСТ 3118–77, мл – 10;
- всего, мл – 3170...3190.

Жидкое стекло относят к основным связующим, так как его водная вытяжка после прокаливания оболочки – щелочная; его получают растворением в горячей воде при повышенном давлении раздробленной силикат–глыбы.

Компоненты суспензии:

- связующее (гидролизированный раствор этилсиликата или жидкое стекло);
- огнеупорный наполнитель (пылевидный кварц);
- высокоглиноземистый дисперсный порошок (ВГДП).

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

- температура плавления, °С – 1710;
- плотность физическая, кг/м³ – 2650;
- КЛТР, 1/°С – $13,7 \cdot 10^{-6}$.

Приготовление огнеупорной суспензии на основе этилсиликатного связующего совмещенным способом:

- вливают в бак расчетное количество смеси ЭТС–40 и спирта.

Смесь ЭТС–40 и спирта готовят в специально отведенных копильниках:

- 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. Оптимальная вязкость полученной суспензии 60...75 с.

В суспензию для первого слоя за 5...10 минут до конца перемешивания вливают 0,5 л глицерина, для увеличения времени его подсыхания.

Приготовление суспензии на основе жидкостекольного связующего:

					22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		25

- 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. Оптимальная вязкость полученной суспензии 32...40 с. Температура огнеупорного покрытия должна быть равна 12...20 °С.

2.8 Технология изготовления моделей

Модели изготавливаются из модельного состава МВС–15 ТУ 6–05–1516–72 на основе парафина, церезина и полиэтиленовых восков ПВ–200 [5].

Свойства состава:

- температура плавления 77,5 °С;
- температура состава в пастообразном состоянии 62...64 °С;
- свободная линейная усадка
(при запрессовке пастообразного состава) 1,1...1,25%;
- зольность 0,02% по массе.

Модельный состав приготавливают на глицериновой бане с электрическим подогревом. Исходные материалы перед загрузкой измельчают до кусков размером не более 50 мм, что ускоряет процесс расплавления.

В установке 652А объединены плавильный агрегат, четыре ёмкостных бака, четыре мазеприготовительных агрегата, четыре насосно–нагревательных станций.

Плавильный агрегат обогревается паром, который поступает от насосно–нагревательных станций. Из плавильного агрегата модельный состав перекачивается центробежным насосом в ёмкостные баки, из которых поступает в мазеприготовительный бак с шестеренчатыми смесителями. Приготовленный

модельный состав пневматическими насосами транспортируется по трубопроводам к запрессовочным автоматам приготовления моделей.

Технические характеристики установки 652А [6]:

- производительность установки, м³/ч 0,150;
- давление модельного состава, Мпа до 1;
- температура пара, °С 100...110;
- расход сжатого воздуха, м³/ч не более 0,5;
- расход воды, м³/ч не более 1;
- габаритные размеры установки, мм 13000 × 4000 × 2400;
- общая установленная мощность, кВт 133,1.

Модельные звенья приготавливаются на карусельных десятипозиционных автоматах модели 653. Охлаждение пресс-форм осуществляется водой с температурой 6...10 °С. Температура модельной массы при запрессовке 48...52 °С. Работа шприца заблокирована с работой поворотного стола. Вращение стола плавное. Удаление модельных звеньев из водяной ванны осуществляется по мере ее наполнения. Не допускается загрязнение установки модельным составом. Периодически в течение смены производится чистка полостей пресс-форм при выключенном автомате.

Технические характеристики установки 653 [6]:

- производительность установки, звеньев в час 190...360;
- размеры поверхностей для крепления пресс-форм, мм 250×250;
- темп работы стола, °С 10...14;
- число устанавливаемых пресс-форм, шт 10;
- ход подвижной плиты, мм 160;
- расход воздуха не более, м³/ч 50;
- расход воды, м³/ч 3...4;
- давление сжатого воздуха, Мпа 0,5;
- усилие смыкания, кН 10;
- габаритные размеры, мм 3700×2900×1400.

Собранный блок обдувают сжатым воздухом от модельной крошки, капель воды, и отправляют на подвесном конвейере в отделение изготовления оболочек форм.

2.9 Формовочно–заливочное отделение

Формирование оболочек на блоках моделей и выплавление последних производится на автоматических линиях изготовления оболочек модели 6Б60. В линию объединены автоматы изготовления оболочек (мод 6А67), камера сушки (мод. 6А82) и ванна выплавления моделей (мод. 672).

Огнеупорное покрытие готовится в агрегатах для приготовления суспензии мод. 661А.

Расход суспензии на 1500 тонн годных отливок при двух слоях этилсиликатного связующего – 300 т.

Технические характеристики установки 661А [6]:

- время перемешивания, мин 30...60;
- производительность max , $\text{м}^3/\text{ч}$; 0,06;
- мощность, кВт; 3.

Далее на блок наносят шесть слоев огнеупорного покрытия: первые два слоя на основе этилсиликатного связующего, остальные четыре – на основе жидкостекольного связующего. При этом блок медленно погружают в суспензию, поворачивая его в различных направлениях. Смачивать суспензией модели можно только после полного завершения процессов их усадки. При нанесении первого слоя суспензия удаляет с поверхности моделей адсорбированный воздух и смачивает поверхность блока. Затем модельный блок присыпается песком в установках «кипящего слоя». Для обсыпки облицовочного (контактного) слоя применяют кварцевый песок марки 1К₃О₁016 ГОСТ 2138–91, а для последующих – более крупные, 1К₃О₁02 ГОСТ 2138–91.

Для получения материала обсыпки с различной фракцией 160...400 мкм применяется конусная пружинная дробилка марки PYD 600 фирмы «XSM».

Технические характеристики конусной дробилки PYD 600 фирмы «XSM»:

					22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		28

- диаметр перемещения конуса, мм 600;
- открытый размер питания, мм 75;
- размер выхода, мм 2...3;
- производительность, т/ч 5...15;
- мощность, кВт 30;
- вес, т 5,5.

Для получения пылевидного динаса и диспергированного кварцевого песка применяется вибромельница ВМ – 45.

Технические характеристики вибромельницы ВМ – 45:

- объем камеры, м³ 0,40;
- производительность, кг/ч 750;
- мощность, кВт 45;
- время измельчения до крупности менее 50 мкм, ч 1,5.

Для измельчения исходного отработанного динаса применяется щековая дробилка PE 150×200 фирмы «KEFID».

Технические характеристики щековой дробилки PE 150×200 фирмы «KEFID»:

- размер входа, мм 150...200;
- макс. размер питания, мм 125;
- размер выхода, мм 10...14;
- производительность, т/ч 1...3;
- мощность, кВт 5,5;
- вес, т 1,5;
- габариты, мм 896×745×935.

После нанесения каждого слоя производится зачистка кромки модельной воронки на подрезных приспособлениях конвейера, установленных при входе блоков в камеры сушки.

Для послойного нанесения суспензии на модельные блоки и обсыпки их в кипящем слое песка используют автоматическую линию мод. 64001–15.

Технические характеристики линии 64001–15:

- расход сжатого воздуха, м³/ч 5;
- расход воды, м³/мин 4;
- производительность тах, покрытий/ч; 200;
- скорость конвейера, м/мин 1,67;
- мощность, кВт; 36,1.

2.10 Термообрубное отделение

В термообрубном отделении очищают отливки от остатков оболочек, отделяют отливки от литниково–питающей системы, проводят термообработку, зачищают питатели и исправляют дефекты отливок.

Отливки очищают в электрогидравлических установках периодического действия модели ЭГУ 36151Т.

Технические характеристики ЭГУ 36151Т [6]:

- производительность, кг/ч 400;
- максимальная масса загрузки, кг 600;
- расход воды, м³/т 0,2...0,5;
- расход электроэнергии, кВт×ч 6;
- установленная мощность, кВт 65;
- габариты, мм 8100×7200×4720.

Для более полного удаления керамики с поверхности отливок применяют выщелачивание в агрегате модели 498А.

Технические характеристики агрегата 498А [6]:

- производительность, кг/ч 500;
- частота вращения его барабана, об/мин 0,4...0,29;
- температура водного раствора концентрированной щелочи, °С 125...130 ;
- температура воды для промывки °С 60;
- время обработки в щелочи, мин 30;

- установленная мощность, кВт 0,6;
- габариты, мм 5200×1800×2720.

Для отделения литников от отливок применяется гидравлический пресс модели 6А93.

Технические характеристики гидравлического пресса модели 6А93 [6]:

- производительность, блок/ч 100;
- наибольшее усилие развиваемое верхним цилиндром, кН 630;
- скорость среза отливок, мм/с 40;
- скорость выталкивания стояка, мм/с 80;
- установленная мощность, кВт 30;
- габариты, мм 2150×1000×2900.

2.11 Разработка системы контроля техпроцесса и качества отливок

Все поступающие в цех материалы должны подвергаться обязательному и систематическому входному контролю. Для каждого материала составляется перечень контролируемых параметров, кроме того закупаемые материалы должны иметь обязательные сертификаты качества.

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 %-ной визуальной проверкой залитых блоков и отделенных от ЛПС отливок.

Оснастку проверяют периодически в измерительной лаборатории или цеховых контрольно–проверочных пунктах. Пресс–формы следует проверять периодически обмером и разметкой партий отливок.

					22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		31

Отливка «Стакан» 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 шаблонов, специальных приспособлений и по плите. Отклонения размеров не должны превосходить допускаемых.

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

Контроль отливок на отсутствие трещин проводят люминесцентным (флюоресцентным) способом. Флюоресценция – свойство вещества поглощать свет одной длины волны и превращать его в свет другой длины волны. Для дефектоскопии используют невидимый глазом ультрафиолетовый («черный») свет, под действием которого флюоресцирующая жидкость ярко светится.

Предварительно очищенные и обезжиренные отливки погружают на 10 – 20 мин в ванну с флюоресцирующей жидкостью. Под действием капиллярных сил жидкость проникает в трещины. Затем «проявляют» дефекты, для чего поверхность отливки опыляют порошком, адсорбирующим жидкость при выдержке 5–10 мин. Порошок не флюоресцирует. После этого отливки облучают ультрафиолетовом светом. Жидкость, вытянутая порошком на поверхность, флюоресцирует, обрисовывая дефекты.

3 ТЕХНОЛОГИЯ ПЛАВКИ И СВОЙСТВА ЧУГУНА ЧХ16М2

3.1 Свойства чугуна и химический состав

Чугуны – это железоуглеродистые сплавы, которые в процессе кристаллизации испытывают эвтектическое превращение и поэтому в их структуре присутствует хрупкая эвтектика. Они содержат углерод в количествах, превышающих 2,14%. Данная концентрационная граница смещается при введении в двойные железоуглеродистые сплавы дополнительных элементов. Чугуны не подвергаются обработке давлением, из них изготавливаются детали методом литья.

В зависимости от условий кристаллизации (скорости охлаждения) и химического состава в них могут реализоваться превращения либо по метастабильному варианту (рисунок 3.1 – диаграмма Fe–Fe₃C), либо согласно стабильной диаграмме Fe–C (графит).

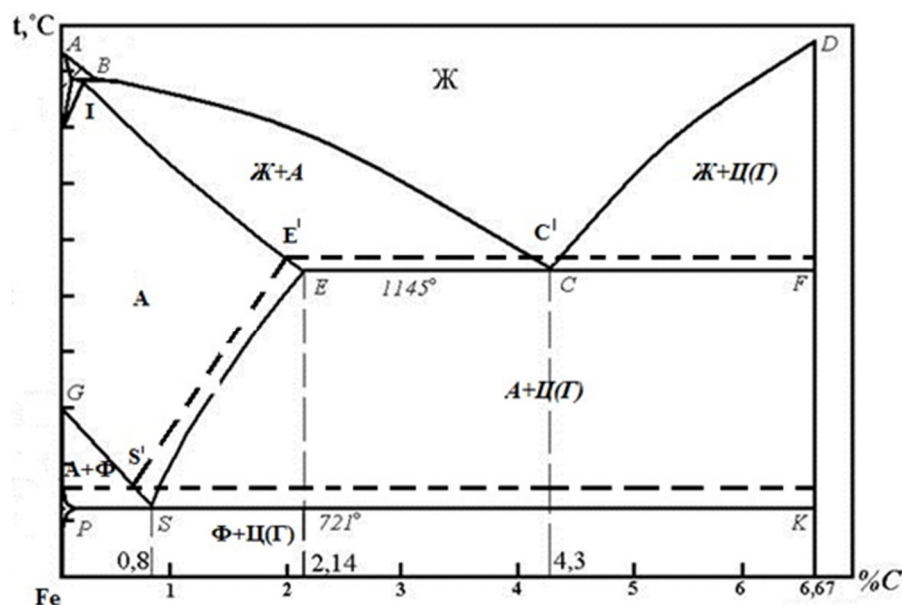


Рисунок 3.1 – Стабильная диаграмма Fe–C (пунктирная линия) и метастабильная диаграмма Fe– Fe₃C (сплошная линия)

Во втором случае возможны следующие превращения:

Ж_C → (A_E + Ψ) эвтектика при t=1147 °C и A_C → (Φ_P + Γ) эвтектоид при t=727 °C.

При метастабильном варианте – Ж_C → (A_E + Ψ) ледебурит при t=1147 °C и A_C → (Φ_P + Γ) перлит при t=727 °C (см. рисунок 3.1).

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ

Лист

33

Способ реализации основных превращений в чугунах в первую очередь определяется скоростью их охлаждения при кристаллизации. Хотя графит и является более стабильной фазой, обладающей меньшей свободной энергией, в условиях ускоренного охлаждения ниже температуры 1147 °С из жидкости выделяется тем не менее цементит, а не графит. Образование цементита Fe_3C требует диффузию углерода на гораздо меньшее расстояния, поскольку он содержит меньше углерода (6,67 %) [7].

Формирование зародышей графита и их дальнейший рост требуют существенно больших флуктуаций концентрации и энергии, на что, естественно, затрачивается больше времени, и потому ниже температуры 1153 °С в условиях медленной кристаллизации в чугунах образуется графит (углерод в чистом виде).

Чугуны, в которых весь углерод находится в связанном состоянии в виде цементита Fe_3C , имеют светло кристаллический излом и называются белыми. Серые чугуны содержат углерод в основном в виде графита, и потому их излом приобретает серый отблеск.

Характер выделения углерода определяется также и химическим составом чугуна. В присутствии карбидообразующих элементов (Mn, W, Mo, V и др.) реализуется метастабильный вариант превращений согласно диаграмме Fe– Fe_3C (сплошные линии на рисунке 3.1). Эти элементы называются отбеливающими. Si, Cu, Ni, напротив, являются графитизирующими элементами. Они способствуют формированию серого чугуна по стабильной диаграмме Fe–C (пунктирные линии на рисунке 3.1).

На практике возможны случаи, когда процесс кристаллизации эвтектики в эвтектических и доэвтектических чугунах начинается по стабильному варианту, а заканчивается по метастабильному варианту. В структуре чугунов тогда на фоне ледебурита можно видеть эвтектический графит. В сплавах заэвтектического состава может сформироваться первичный графит, а оставшаяся жидкость закристаллизуется с образованием ледебурита. Такие чугуны называются половинчатыми, они содержат как графит эвтектический или заэвтектический, так и ледебурит.

					22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		34

Дальнейшее охлаждение чугунов до температур, соответствующих нижней части диаграммы состояния (в области эвтектоидной линии), сопровождается дополнительными изменениями в структуре. Стабильный вариант эвтектоидного превращения аустенита требует очень малых скоростей охлаждения, и потому эвтектоидное превращение в реальных условиях довольно часто реализуется по метастабильному варианту с образованием перлита.

По структуре чугуны делятся на эвтектические, доэвтектические и заэвтектические. Способ выделения углерода, строение структуры металлической основы влияют на уровень всех характеристик чугунов.

Тройные диаграммы

Диаграмма Fe – C – Cr в метастабильном варианте представлена на рисунке 3.2. Cr расширяет и повышает интервал температур эвтектического равновесия и уменьшает содержание углерода в эвтектике. В системе обнаружено несколько карбидных фаз: легированный цементит $(Fe, Cr)_3C$, кубический карбид K₁ состава $(Cr, Fe)_{23}C_6$, тригональный карбид K₂ состава $(Cr, Fe)_7C_3$. Система имеет три области эвтектически–перитектического равновесия: Fe + A + K₁ + L при 1275° C, A + K₁ + K₂ + L при 1225° C и A + Ц + K₂ + L при 1175° C и две области эвтектоидно–перитектоидного равновесия: Fe + A + K₁ + K₂ при 795° C и Fe – { – A – J – Ц – f – K₂ при 760° C.

Современное машиностроение требует применения материалов, обладающих не только повышенной прочностью, но и рядом специальных свойств, обеспечивающих длительную и надежную работу отливок в самых разнообразных условиях эксплуатации. Такими материалами являются легированные чугуны, которые обычно классифицируются как жаростойкие, жаропрочные, износостойкие, коррозионностойкие, немагнитные, а по составу — как хромовые, никелевые, кремнистые, алюминиевые, марганцовые. При этом часто один и тот же легирующий элемент придает чугуну одновременно несколько специальных свойств.

					22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		35

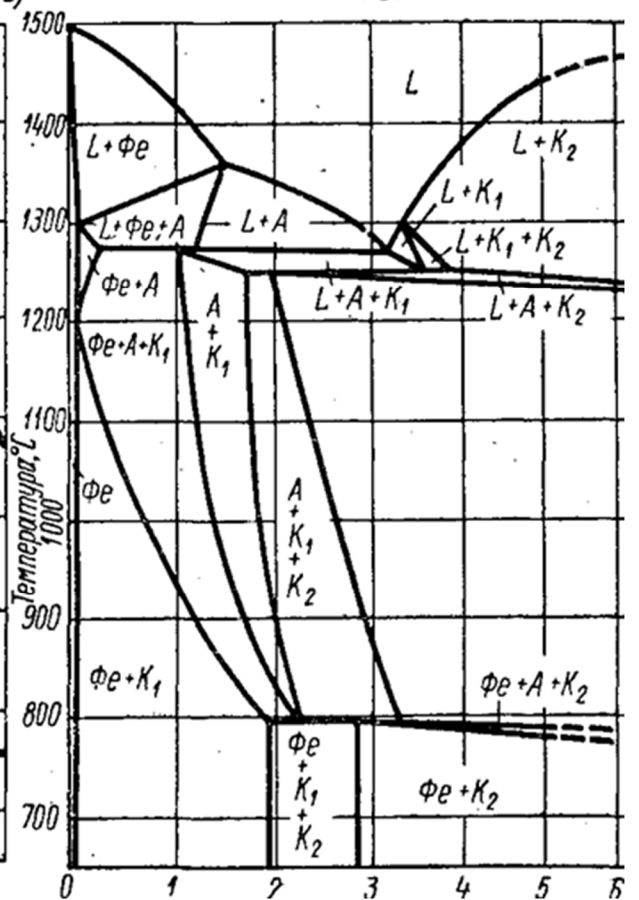
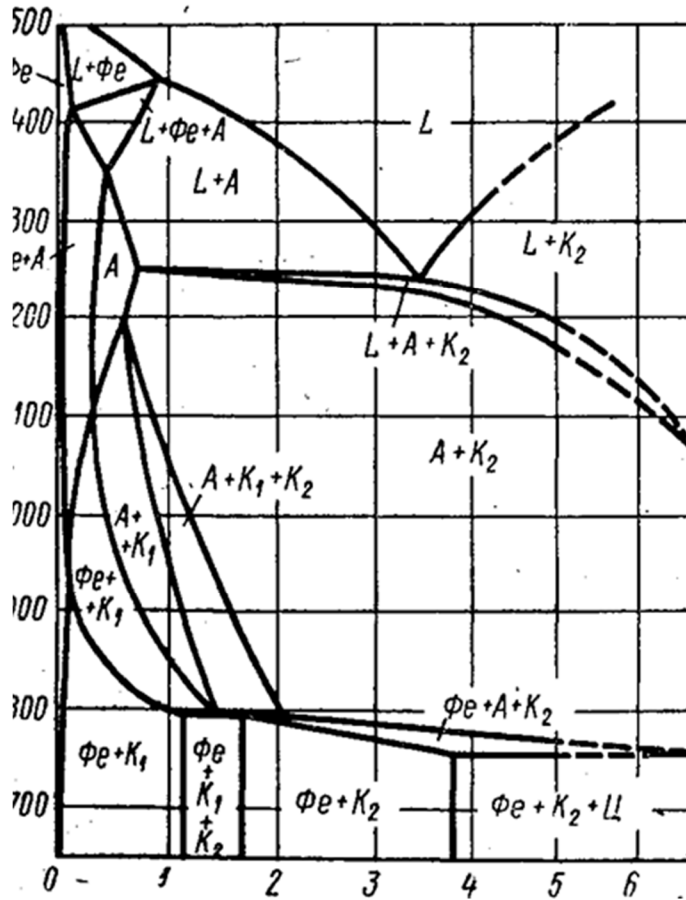
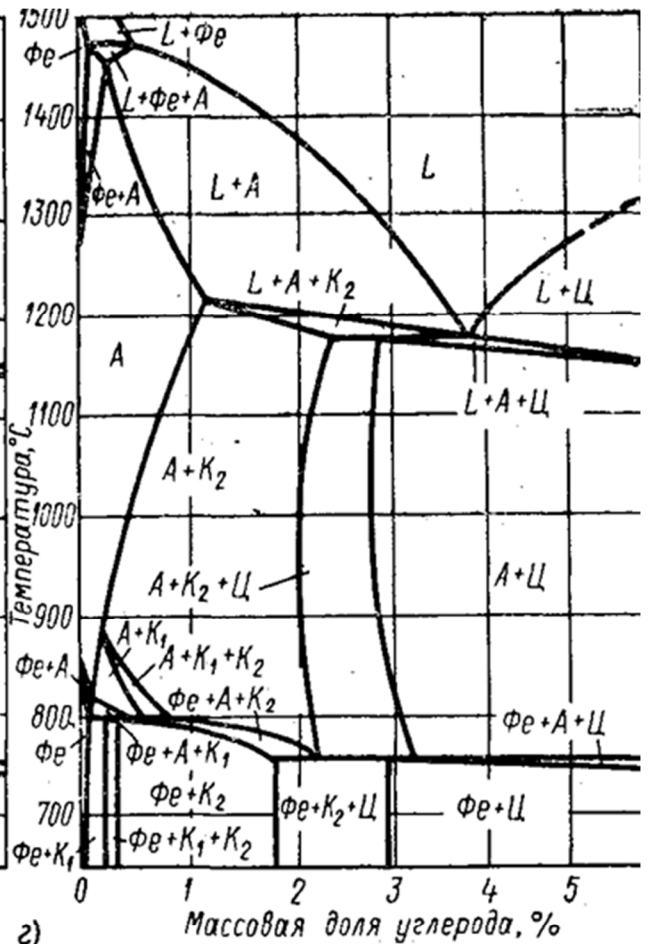
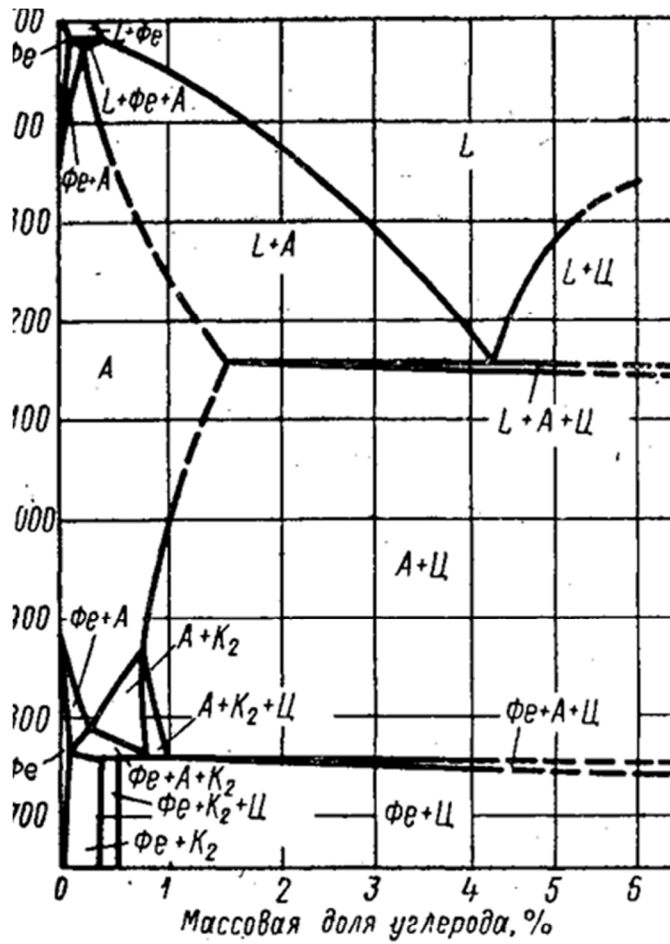


Рисунок 3.2 – Диаграмма Fe – C – Cr в метастабильном варианте

Хромовый чугун

Особенностью кристаллизации хромовых чугунов является образование твердых растворов и цементита, а при содержании Cr свыше 3% – специальных карбидов и твердого, немагнитного и хрупкого интерметаллида Fe – Cr, содержащего 42 – 48% Cr и известного как α -фаза. Хромовые чугуны применяются главным образом как жаростойкие, коррозионностойкие и износостойкие материалы. Жаростойкость чугуна, естественно, возрастает с повышением в нем содержания Cr. Вместе с тем благоприятное влияние оказывает и повышение содержания C до 2,5 – 3,5%, особенно в сплавах, работающих одновременно в условиях истирания и высоких температур. Кремний повышает сопротивление чугуна окалинообразованию, однако он снижает при повышенных температурах, а также пластичность и термическую стойкость чугуна; поэтому его содержание в высокохромовых чугунах обычно не превышает 4%.

Материал отливки – ЧХ16М2 относится к высоколегированным чугунам.

Применение: для деталей с высокой стойкостью против ударно-абразивного износа и истирания в мельницах, дробеметных и дробеструйных камерах

Обычный углеродистый, мало- и среднелегированный чугун не может во многих случаях обеспечить нужные свойства деталей, например: повышенную коррозионную стойкость, жаростойчивость, жаропрочность и т. п. Эти свойства обеспечивает высоколегированный чугун.

В нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности широко применяется высоколегированный чугун — главным образом нержавеющей (аустенитный), высокохромистый и высококремнистый, сочетающий в себе коррозионную стойкость, теплоустойчивость и другие свойства. Нержавеющий (аустенитный) чугун благодаря однофазной структуре аустенита обладает высокой химической стойкостью во многих агрессивных средах. Так, он обладает повышенной стойкостью (в 5–10 раз по сравнению с серым обычным чугуном) в серной муравьиной, уксусной кислотах, в каустической соде, в ряде щелочных сред, в морской воде, однако менее стоек в соляной и быстро разрушается в азотной кислоте.

					22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		37

Аустенитный чугун также достаточно прочен, износоустойчив, обладает хорошими технологическими свойствами.

Химический состав сплава ЧХ16М2 представлен в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Химический состав сплава ЧХ16М2

Обозначение	Массовая доля элементов, %							Примеси, не более	
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Cu	Fe	S	P
ЧХ16М2	2,4 – 3,6	0,5 – 1,5	1,5 – 2,5	13 – 19	0,5 – 2	1 – 1,5	≈75	до 0,05	до 0,1

Хромистые чугуны, к которым относится ЧХ16М2, применяются главным образом как жаростойкие, коррозионностойкие и износостойкие материалы. Износостойкость чугуна определяется структурой и твердостью. Большая часть высокохромистых чугунов успешно работают в условиях ударного абразивного изнашивания и истирания. Износостойкие чугуны при НВ 4000 МПа и более могут обрабатываться резцами с пластинами ВК4, ВК6М.

С увеличением содержания Cr увеличивается склонность чугуна к образованию усадочных раковин и холодных трещин. Вследствие этого при высоком содержании Cr необходимо предусматривать установку прибылей для питания отливок и обеспечивать равномерное охлаждение отливок в форме и при термической обработке [8].

3.2 Выбор плавильного агрегата

Выбор плавильного оборудования зависит от большого количества факторов, основные из которых:

- металлургические возможности обеспечения заданного качества выплавляемого сплава,
- наличие необходимых шихтовых материалов и энергетических ресурсов,
- условия труда обслуживающего персонала,
- защита окружающей среды от газовыделений и отходов плавки,

- эффективность производства.

В индукционной печи можно получать чугуны практически всех марок, применяя в качестве шихты любые легковесные отходы.

Индукционный комплекс – это высокоэффективный тип электрических печей с КПД более 95–97 %, предназначенных для плавки шихты из черного (стали, чугуна) или цветного лома. Высокотехнологичные решения позволяют использовать среднечастотные индукционные печи, как в качестве плавильной печи, так и индукционного миксера для хранения расплава.

Для получения жидкого чугуна выбираем печь тип GWJ фирмы «Asian Industrial Technologies». Общий вид печи показан на рисунке 3.3.

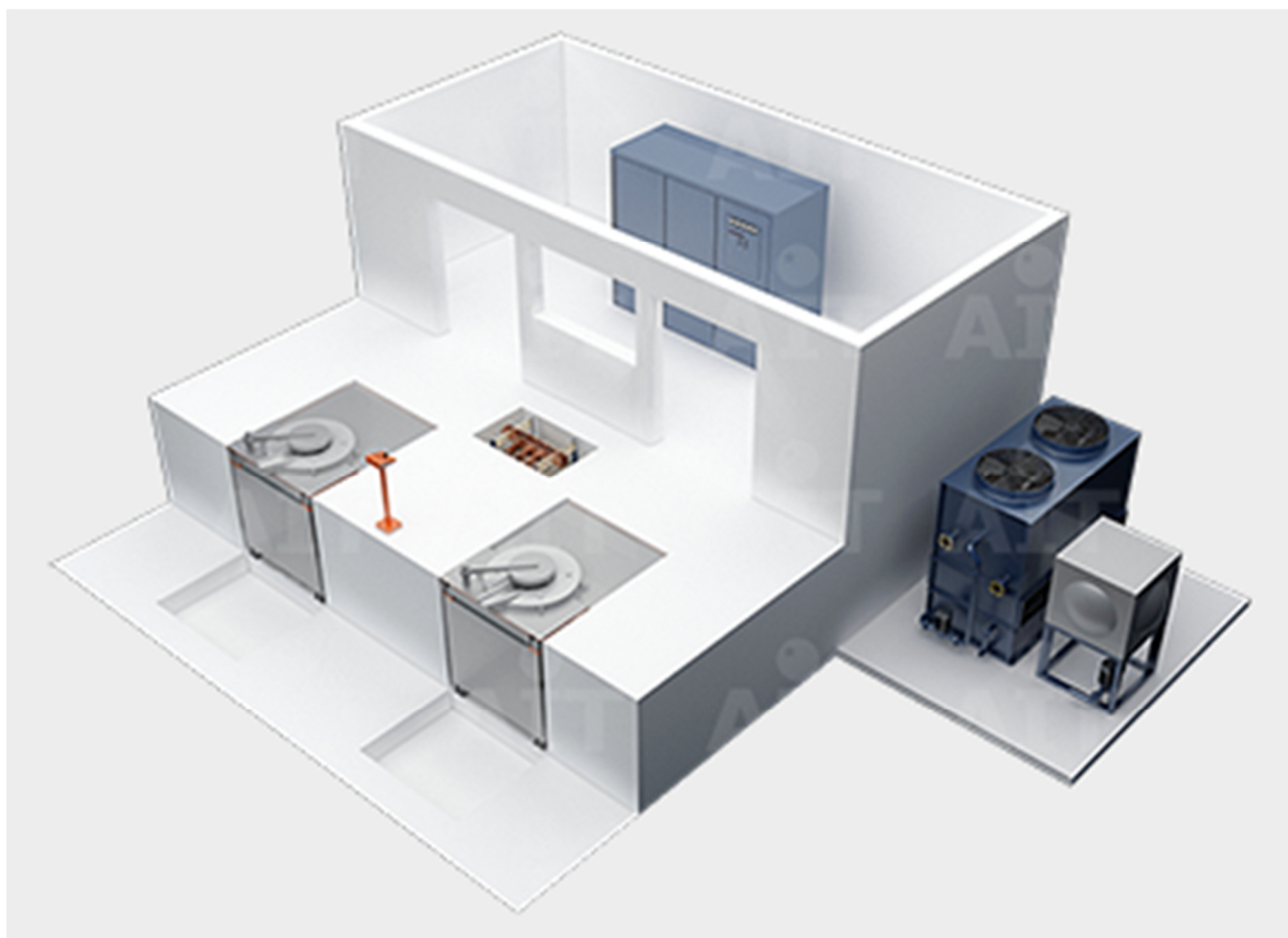


Рисунок 3.3 – Общий вид печи

					22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		39

Преимущества индукционных тигельных печей:

- хорошее соотношение «качество / цена»;
- надежная конструкция;
- высокий коэффициент производительности и долговечности;
- низкие затраты на эксплуатацию печи;
- незначительный угар шихтовых и легирующих компонентов;
- низкие характеристики шума не более 85Дб;
- высокий уровень электробезопасности;
- компактность расположения оборудования в небольших помещениях.

Технические характеристики печь тип GWJ фирмы «Asian Industrial

Technologies»

Емкость печи, т	1
Номинальная мощность, кВт	500/600/750
Входное напряжение, В	380
Производительность, т/ч	0,79...1,31

3.3 Расчет шихты

При шихтовке следует учитывать, что содержание углерода в чугуновой стружке всегда меньше, чем в обрабатываемой отливке, поэтому доводка выплавляемого чугуна по углероду обязательна. Осуществляется это присадкой углеродсодержащих материалов.

Усредненное содержание основных компонентов, %:

C – 3,0;

Si – 1,0;

Mn – 2,0;

Cr – 16,0;

Mo – 1,25;

Cu – 1,25;

					22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		40

Fe – 75,5.

Угар по элементам, %:

C – 15,0;

Si – 3,0;

Mn – 20,0;

Cr – 0;

Mo – 0;

Cu – 0;

Fe – 3.

Для удобства расчет проводится на 100 кг сплава.

Количество элементов в шихте с учетом угара при плавке рассчитывается по формуле:

$$C = 3,0 \cdot \frac{100}{100 - 15} = 3,529 \text{ кг};$$

$$Si = 1,0 \cdot \frac{100}{100 - 3} = 1,031 \text{ кг};$$

$$Mn = 2,0 \cdot \frac{100}{100 - 20} = 2,5 \text{ кг};$$

$$Cr = 16,0 \cdot \frac{100}{100 - 0} = 16,0 \text{ кг};$$

$$Mo = 1,25 \cdot \frac{100}{100 - 0} = 1,25 \text{ кг};$$

$$Cu = 1,25 \cdot \frac{100}{100 - 0} = 1,25 \text{ кг};$$

$$Fe = 75,5 \cdot \frac{100}{100 - 3} = 77,835 \text{ кг};$$

					<i>22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		41

Общая масса шихты составляет 103,395 кг.

Химический состав исходных шихтовых материалов и принятые обозначения приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Состав шихты для получения сплава ЧХ16М2

Шихтовый материал	Обозначение	Химический состав, %							Примеси, не более	
		С	Si	Mn	Cr	Mo	Cu	Fe	S	P
Возврат ЧХ16М2	X ₁	3,	1,0	2,0	16,0	1,25	1,25	75,5	0,05	0,1
Чугун передельный П1	X ₂	4,1	0,7	1,2	–	–	–	94	0,04	0,06
ФС75	X ₃	–	75	–	–	–	–	25	0,02	0,04
ФМн75	X ₄	7	1,0	75,0	–	–	–	17	0,1	0,03
ФХ001А	X ₅	–	–	–	68,0	–	–	32	0,02	0,02
ФМо60	X ₆	–	–	–	–	60,0	–	40	0,1	0,05
М2	X ₇	–	–	–	–	–	99,7	–	–	–

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 = 103,395 \text{ (баланс по количеству шихты),}$$

$$X_1 = 30,$$

$$X_1 \frac{3,0}{100} + X_2 \frac{4,1}{100} + X_4 \frac{7}{100} = 3,529,$$

$$X_1 \frac{1,0}{100} + X_2 \frac{0,7}{100} + X_3 \frac{75}{100} + X_4 \frac{1}{100} = 1,031,$$

$$X_1 \frac{2,0}{100} + X_2 \frac{1,2}{100} + X_4 \frac{75}{100} = 2,5,$$

$$X_1 \frac{16,0}{100} + X_5 \frac{68,0}{100} = 16,0,$$

$$X_1 \frac{1,25}{100} + X_6 \frac{60,0}{100} = 1,25 ,$$

$$X_1 \frac{1,25}{100} + X_7 \frac{99,7}{100} = 1,25 ,$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 = 103,395 \text{ (баланс по количеству шихты),}$$

$$X_1 = 30,$$

$$3X_1 + 4,1X_2 + 7X_4 = 352,9 ,$$

$$X_1 + 0,7X_2 + 75X_3 + X_4 = 103,1,$$

$$2X_1 + 1,2X_2 + 75X_4 = 250,0 ,$$

$$16X_1 + 68X_5 = 1600,0 , X_5 = 16,47;$$

$$1,25X_1 + 60X_6 = 125,0 , X_6 = 1,458;$$

$$1,25X_1 + 99,7X_7 = 125,0 , X_7 = 0,878.$$

$$4,1X_2 + 7X_4 = 262,9 ,$$

$$0,7X_2 + 75X_3 + X_4 = 73,1 ,$$

$$1,2X_2 + 75X_4 = 190,0 ,$$

Выражаем X_2 :

					<i>22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		43

$$X_2 = \frac{262,9 - 7X_4}{4,1},$$

$$\frac{1,2}{4,1}(262,9 - 7X_4) + 75X_4 = 190,0,$$

$$76,946 - 2,049X_4 + 75X_4 = 190,0,$$

$$76,951X_4 = 113,054,$$

$$X_4 = 1,549,$$

$$X_2 = \frac{262,9 - 7 \cdot 1,549}{4,1} = 52,66,$$

Подставляем X_2 и X_4 :

$$X_3 = \frac{73,1 - 0,7X_2 - X_4}{75,0} = 0,38.$$

Решение системы линейных алгебраических уравнений дает:

$X_1 = 30$ кг; $X_2 = 52,66$ кг; $X_3 = 0,38$ кг; $X_4 = 1,549$ кг; $X_5 = 16,47$ кг; $X_6 = 1,458$ кг;

$X_7 = 0,878$ кг;

$\Sigma = 103,395$ кг.

Проверка шихты по содержанию примесей:

Содержание S:

					<i>22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		44

$$30 \frac{0,05}{103,395} + 52,66 \frac{0,04}{103,395} + 0,38 \frac{0,02}{103,395} + 1,549 \frac{0,1}{103,395} + 16,47 \frac{0,02}{103,395} + 1,458 \frac{0,1}{103,395} + 0,878 \frac{0}{103,395} = 0,041 \leq 0,05.$$

Содержание Р:

$$30 \frac{0,1}{103,395} + 52,66 \frac{0,06}{103,395} + 0,38 \frac{0,04}{103,395} + 1,549 \frac{0,03}{103,395} + 16,47 \frac{0,02}{103,395} + 1,458 \frac{0,05}{103,395} + 0,878 \frac{0}{103,395} = 0,064 \leq 0,1.$$

Металлозавалка приведена в таблице 3.3.

Таблица 3.3 –Metalлозавалка

Компонент	Содержание, %	Масса, кг
Возврат ЧХ16М2	30,000	295...305
Чугун передельный П1	52,660	520...530
ФС75	0,380	3,78...3,82
ФМн75	1,549	15,40...15,60
ФХ001А	16,470	162...166
ФМо60	1,458	14,50...14,60
М2	0,878	8,75...8,85
Всего	103,395	1019,43...1043,87

3.4 Технология плавки сплава

При ведении плавки в индукционной печи необходимо придерживаться определенной последовательности в загрузке составляющих шихты.

Пуск печи осуществляется с помощью пусковой болванки требуемого химического состава массой около 10 – 12 % общей емкости тигля, по форме, соответствующей форме тигля, но несколько меньшего диаметра. Болванку помещают в тигель и расплавляют. После этого приступают к загрузке составляющих шихты. В момент загрузки печь должна быть отключена. На зеркало расплавленного металла загружают электродную стружку, затем легковесные отходы

металлообработки и в последнюю очередь – возврат собственного производства. После полного расплавления шихты в печь вводят ферросплавы. Metall в печи перегревают до температуры 1350 – 1400 °С. По достижении этой температуры печь выключают и отбирают пробы для анализов [9].

После корректирования доводят температуру металла до 1450 – 1470 °С и производят выпуск его в ковши. Во всех случаях в печи должен оставаться жидкий металл в количестве 25 – 50 % общей емкости, в который вновь загружают шихту. Остаток от предыдущей плавки, называемый зумпфом или болотом, необходим потому, что при использовании электрического тока промышленной

					<i>22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		46

4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

4.1 Общая характеристика литейного цеха

Конструкция здания литейного цеха выполнена в соответствии с СанПиН 2.2.3.1385–03 – «Гигиенические требования к предприятиям производства строительных материалов и конструкций».

В соответствии с СП 18.13330.2011 «Генеральные планы промышленных предприятий» (актуализированная редакция СНиП II–89–80) с учетом их требований здание цеха расположено по отношению с ближайшими зданиями жилого комплекса и культурно–бытового назначения с подветренной стороны по отношению к господствующим ветрам.

Температура в цехе в холодный период 15 – 21 °С, в теплый период 16 – 27 °С. Предприятие относится ко 2–му классу санитарной классификации по СанПиН 2.2.11.1200–2003 «Санитарно–защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и других объектов. Минздрав России». Поэтому территория цеха отделена от жилого массива санитарно–защитной зоной на расстоянии (500 м).

Санитарно–гигиенические требования к вентиляции помещения выполняются по СанПиН 2.04.05–07 «Отопление, вентиляция и кондиционирование». Объем подаваемого воздуха в помещение цеха составляет не менее 60 м³/ч на одного работающего. В холодный переходный периоды года подаваемый в здание системами механической вентиляции воздух подогревается, а удаляемый местными отсосами воздух очищается перед выбросом в атмосферу.

В соответствии со СанПиН 2.09.02–07 «Производственные здания» литейное производство относится к категории взрыво–пожароопасных. Категория производства – В. По СанПиН 21–01–07 огнестойкость здания – 2 степени.

Помещение цеха по опасности поражения электрическим током относится ко второму классу. В цехе установлены щиты с противопожарным инвентарем, ящики с

					22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		47

песком, огнетушители.

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

4.2 Анализ опасных и вредных производственных факторов

В соответствии с ГОСТ 12.0.003–07 – ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» в цехе можно выделить следующие опасные и вредные производственные факторы: 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, вибрация, электромагнитные излучения, повышенное значение напряжения в электрических цепях.

Природно–климатические условия местности расположения цеха представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Природно–климатические условия местности расположения цеха

Наименование показателя	Холодный период	Тёплый период
Экстремальная температура, °С	–47	40
Наиболее холодная пятидневка, °С	–38	–
Скорость ветра, м/с	3,7	4
Количество осадков, мм	114	383

В литейном цехе можно выделить ряд опасных и вредных факторов:

- подвижные части производственного оборудования;

- повышенная температура воздуха рабочей зоны и горячая поверхность оборудования;
- пониженный уровень освещённости;
- повышенный уровень шума;
- повышенный уровень вибрации;
- запылённость воздуха рабочей зоны;
- повышенные значения напряжения в электрической цепи.

Опасные факторы являются причиной травматизма и смертности.

4.2.1 Запыленность воздуха рабочей зоны

В литейном цехе к 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.

В соответствии с ГОСТ 12.0.003–07 «СББТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» в литейном цехе к опасным и вредным производственным факторам можно отнести пыль, выделяющиеся газы и пары, источниками которых являются плавильные агрегаты, оборудование для приготовления смесей и стержней, участки формовки, выбивки и очистки отливок.

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

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

ПДК и классы опасности вредных веществ приведены в таблице 4.2 по ГОСТ 12.1.007–99 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».

Материалом, содержащим марганец является ферромарганец, применяемый при выплавке стали. Физические и химические свойства марганца температура плавления 1224 °С, температура кипения 2095 °С, плотность 7440 кг/м. Взаимодействует с галогенами, серой, фосфором, углеродом, кремнием. При

					22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		49

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.

Таблица 4.2 – ПДК и классы опасности вредных веществ

Наименование веществ	ПДК, мг/м ³	Класс опасности
Оксид углерода	20,0	4
Оксид железа	6,0	3
Диоксид серы	10,0	3
Известняк	6,0	2
Оксид марганца	0,3	1
Соляная кислота	5,0	3
Серная кислота	1,0	2
Этилсиликат	20,0	4
Спирт этиловый	1000,0	4
Кварц	1,0	2
Керосин	300	4
Фенол	1	2
Ацетон	200	5

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

Пыль содержит около 80 % диоксида кремния. Типичное заболевание, возникающее под действием кремнесодержащей пыли – силикоз. Наиболее опасен прогрессирующий фиброз лёгочной ткани (пылевой пневмосклероз). Помимо естественной вентиляции, для эффективного распределения воздуха по всему производственному помещению, применяется механическая вентиляция, которая состоит из вытяжной вентиляционной установки. В общем случае цеховая приточная установка включает в себя: воздухоприемное устройство, пористый фильтр для

очистки поступающего воздуха, систему кондиционирования для подогрева и охлаждения воздуха, вентилятор.

Кроме общецеховой, предусматривается приточная местная вентиляция – воздушные завесы для защиты производственных помещений от проникновения холодного воздуха при открытии ворот, дверей.

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

4.2.2 Микроклимат на рабочих местах

Производственный микроклимат – сочетание температуры, влажности и скорости движения воздуха, а в горячих цехах ещё и теплового излучения.

Оценка микроклимата проводится на основе измерений его параметров (температура, влажность воздуха, скорость его движения, тепловое излучение) на всех местах пребывания работника в течение смены и сопоставления с нормативами согласно СанПиН 2.2.4.548–96 и ГОСТ 12.1.005–88, которые устанавливаются с учетом интенсивности энергозатрат работающих, времени выполнения работы, периодов года. Правила и нормы микроклимата предназначены для предотвращения неблагоприятного воздействия микроклимата рабочих мест, производственных помещений на самочувствие, функциональное состояние, работоспособность и здоровье человека.

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

К показателями, характеризующим микроклимат относятся:

- температура воздуха;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового излучения.

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

					<i>22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		51

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

Интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования, осветительных приборов, инсоляции на постоянных и непостоянных рабочих местах не должна превышать 35 Вт/м^2 при облучении 50% поверхности тела и более, 70 Вт/м^2 – при величине облучаемой поверхности от 25 до 50 % и 100 Вт/м^2 – при облучении не более 25 % поверхности тела.

Интенсивность теплового облучения работающих от открытых источников (нагретый металл, стекло, «открытое» пламя и др.) не должна превышать 140 Вт/м^2 , при этом облучению не должно подвергаться более 25 % поверхности тела и обязательным является использование средств индивидуальной защиты, в том числе средств защиты лица и глаз.

Кроме того, при обеспечении допустимых величин микроклимата на рабочих местах:

- перепад температуры воздуха по высоте должен быть не более $3 \text{ }^\circ\text{C}$;
- перепад температуры воздуха по горизонтали, а также ее изменения в течение смены не должны превышать (при категориях работ Пб) 5°C .

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) являются одной из мер предупреждения неблагоприятного воздействия на работающих ОВФ РС и ТП. Обеспечение рабочих надежными и эффективными СИЗ, способствует повышению безопасности труда, снижению производственного травматизма и профессиональной заболеваемости.

4.2.3 Шум

Интенсивный шум оказывает негативное влияние на работоспособность человека. Шум затрудняет своевременную реакцию работающих на предупредительные сигналы внутрицехового транспорта, что способствует возникновению несчастных случаев. Уровень шума в производственных помещениях

					22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		52

должен соответствовать СН 2.2.4/2.1.8.562–96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

Уровень звукового давления в производственных помещениях, на постоянных рабочих местах и на территории предприятия не должен превышать 80 дБА. Наибольшие уровни шума характерны для участков формовки, выбивки отливок, зачистки и обрубки. Параметры шума и общие требования безопасности регламентируются СН 2.2.4/2.1.8.562–01.

Общие требования безопасности при использовании машин и оборудования, работа которых сопровождается шумом, допустимые уровни звукового давления на рабочих местах устанавливаются в соответствии с ГОСТ 12.1.003–03 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности». В отделениях цеха, где имеются производства с эквивалентными уровнями шума более 85 дБ, должны быть предусмотрены комнаты отдыха с уровнем шума не более 40 дБ.

Для снижения механического шума используем упругие вставки между деталями и частями агрегатов, а также проводим принудительную смазку трущихся частей, что уменьшает уровень шума на 5...7 дБ. Применение звукопоглощающих кожухов является простым и дешёвым способом снижения шума. Применение индивидуальных средств защиты также уменьшает вредное воздействие шума на человека ГОСТ 27409–97 «Шум. Нормирование шумовых стационарного оборудования. Основные положения» [11].

4.2.4 Вибрация

В литейном цехе по ГОСТ 10816.1–97 «Вибрационная безопасность. Общие требования» локальная и общая вибрация второй категории.

Источниками общей вибрации являются сотрясения пола и других конструктивных элементов здания вследствие ударного действия выбивных решеток, центробежных и других машин. Параметры общей и локальной вибрации регламентируются СН 2.2.4/2.1.8.566–01.

Местная и общая вибрация вызывают вибрационную болезнь.

					22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		53

Поскольку технология изготовления отливок предусматривает использование формовочных вибрационных машин, то необходимо проводить следующие мероприятия по снижению уровня вибрации:

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

В таблице 4.3 приведены гигиенические нормы вибрации.

Основным средством обеспечения вибрационной безопасности является создание условий работы, при которых вибрация, воздействующая на человека, не превышает некоторых установленных пределов. Параметры вибрации на рабочих местах не должны превышать допустимых величин по ГОСТ 12.1.012–2004 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования».

Таблица 4.3 – Гигиенические нормы вибрации

Вид вибрации	Допустимый уровень вибростойкости, дБ, в активных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										
	1	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Транспортно–технологическая	–	117	108	102	101	101	101	–	–	–	–
Технологическая	–	108	99	93	92	92	92	–	–	–	–
В служебном помещении	–	91	82	76	75	75	75	–	–	–	–
Локальная вибрация	–	–	–	115	109	109	109	109	109	109	109

4.2.5 Освещение

Для создания благоприятных условий труда важное значение имеет рациональное освещение. Неудовлетворительное освещение затрудняет проведение работ, ведёт к снижению производительности труда и работоспособности. Может явиться причиной заболевания глаз и несчастных случаев.

Освещение в производственной деятельности, как фактор охраны труда, имеет большое значение. Недостаточное или неправильно устроенное освещение ухудшает зрение работников, вызывает общее утомление, ведет к снижению производительности труда, к увеличению брака в работе и может явиться одной из основных причиной травматизма. Естественное и искусственное освещение производственных и санитарно-бытовых помещений литейного цеха должно соответствовать нормам СанПин 2.1.2.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению».

Кроме естественного освещения через окна и аэрационные фонари в цехе применяется искусственное освещение. Для общего освещения используются газоразрядные источники света типа ДРИ и ДРЛ.

В соответствии со СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования» освещение должно обеспечивать санитарные нормы освещенности на рабочих местах, равномерную яркость, отсутствие ярких теней, правильность направления светового потока.

Рекомендуемые значения освещенности приведены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Рекомендуемые значения освещенности

Наименование участков операций	Рабочая поверхность	Нормируемая поверхность	Разряд зрительной работы	Общее освещение, ЛК	КЕО, $L_{н}$, % при освещении совме-щённом
Погрузка и разгрузка материалов	площадка, заком	горизонталь	IV _а	150	2,4
Плавление металла	печь	горизонталь, вертикаль	IV _г	150	2,4
Загрузка шихты	загрузочная площадка, свод	горизонталь	VIII _б	200	0,7
Изготовление форм	0,8 от пола	горизонталь	VI	300	1,8

Непостоянство естественного света вызывает необходимость использования искусственного и комбинированного освещения.

Искусственное освещение осуществляется лампами накаливания, ртутными лампами мощностью 250, 400, 700, 1000 кВт. Местное освещение осуществляется установленными на высоте 3...4 м люминесцентными лампами. Предусматривается аварийное освещение для безопасного продолжения работы и выхода людей из помещения при внезапном повреждении освещения.

4.3 Безопасность производственных процессов и оборудования

Безопасность литейного производства обеспечивается выбором техпроцессов и производственного оборудования, помещений и исходных материалов, способом их хранения, транспортирования, а также правильным размещением оборудования, установлением функций работающих, их обучением, использованием средств индивидуальной защиты.

Безопасность технологических процессов достигается соблюдением требований ГОСТ 12.2.003–91 (2001) – ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности» и ГОСТ 12.3.002–75 (2000) – ССБТ «Процессы производственные. Общие требования безопасности», использованием средств индивидуальной защиты.

Правильная организация рабочих мест предполагает учет эргономических требований, предусмотренных ГОСТ 12.2.049–80 (2003) – ССБТ «Оборудование производственное. Общие эргономические требования».

Расстояние между единицами оборудования, а также между оборудованием и стенами производственных зданий, сооружений и помещений должно соответствовать ГОСТ 12.3.002–75 (2000) – ССБТ «Процессы производственные. Общие требования безопасности».

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

					<i>22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		56

токсикологические характеристики. На участке приготовления суспензии, изготовления блоков, плавки стали, термообработки и выщелачивания имеется приточно–вытяжная вентиляция, пожарная сигнализация и средства пожаротушения.

Безопасность работ при заливке форм достигается механическим транспортированием расплавленного металла.

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

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

Модельное отделение.

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

Безопасность труда обеспечивается:

- приточно–вытяжной вентиляцией для удаления вредных паров согласно ГОСТ 21.602–09 «Отопление, вентиляция и кондиционирование». Скорость отсасываемого воздуха не менее 0,7 м/с;
- оборудование для плавления модельных составов имеет систему терморегуляции и обогреваться паром;
- ограждением по периметру карусели у автомата изготовления модельных звеньев;
- средствами пожаротушения;
- закреплением на стенах памятки «НЕ КУРИТЬ»;
- снабжением рабочих специальной одеждой и средствами индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.016–83(2001) – ССБТ «Одежда специальная защитная. Номенклатура показателей качества».

Отделение изготовления оболочек.

					22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		57

На участке приготовления суспензии, применяемые в работе: технический спирт и этилсиликат–40 являются легковоспламеняющимися жидкостями, поэтому наличие противопожарных средств обязательно.

ЭТС–40 должен храниться в закрытой таре, в специально отведенном месте на складе химикатов, с надписью «НЕОПАСНО». Раз год производится проверка на содержание паров ЭТС–40. В соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.007–76 (2003) – ССБТ «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» содержание паров ЭТС–40 в воздухе не должно превышать 20 мг/м³.

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

Учитывая это, в отделении проводится следующий комплекс мероприятий:

- рабочие снабжены специальной одеждой и средствами индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.016–83 (2001) – ССБТ «Одежда специальная защитная. Номенклатура показателей качества»;

- над емкостями в установках приготовления и нанесения суспензии установлена приточно–вытяжная вентиляция для удаления пыли и вредных паров согласно ГОСТ 21.602–09 «Отопление, вентиляция и кондиционирование». Объем отсасываемого воздуха не менее 1,0 м/с;

- гидролизёры снабжены системой циркуляции воды для поддержания необходимого температурного режима при гидролизе;

- установлены средства пожаротушения и тара с нейтрализатором кислоты;

- при наполнении кружек кислотой применяют УРАЖ (устройство для разлива агрессивных жидкостей);

- ванна для выплавки модельного состава в горячей воде оборудована укрытием и вентиляционной системой. Скорость отсасываемого воздуха 0,5 м/с.

Плавильно–заливочное отделение.

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

					22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		58

В плавильном отделении используются индукционные печи, которые работают практически бесшумно.

Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих на рабочих местах от производственных источников, нагретых до темного свечения (материалов, изделий и др.) должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 4.5 согласно ГОСТ 12.1.005–88 (2001) – ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху санитарной зоны» и СанПиН 2.2.4.548–96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Таблица 4.5 – 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

Учитывая это, в цехе проводится следующий комплекс мероприятий:

- для предотвращения замыкания в системе электропитания индукционных печей на щитах и пусковых установках устанавливаются сигнальные лампы;
- для удаления вредных испарений над плавильными печами, печами проковки и в местах охлаждения форм установлена приточно-вытяжная вентиляция для удаления пыли и вредных паров согласно ГОСТ 21.602–09 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»;
- 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;

					22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		59

- на выходе из цеха имеется световое табло, во время работы крана на нем высвечивается надпись: «Проход закрыт. Работает кран»;
- печи снабжены системой контроля футеровки, которая измеряет утечку тока через футеровку печи, обеспечивает индикацию нормальной работы печи, с выдачей аварийного сигнала и отключением установки;
- безопасность выдачи расплава из плавильных печей достигается тщательной подготовкой и просушкой футеровки желобов печей и ковшей;
- заполнять ковш расплавленным металлом допускается не более чем на 7/8 его высоты;
- для предупреждения травматизма и защиты от теплового и электромагнитного излучения, рабочие снабжены специальной одеждой и средствами индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.016–83(2001) – ССБТ «Одежда специальная защитная. Номенклатура показателей качества»;
- электрогидравлическая установка полностью механизирована, оборудована блокировкой, закорачивающей батарею конденсаторов, обеспечена световым табло «Высокое напряжение».

Безопасная работа на складе шихты обеспечивается:

- автоматизацией операций навески шихты и доставки ее к печам;
- движущиеся и вращающиеся детали и механизмы имеют защитные ограждения;
- спецодежда для защиты от повышенных температур по ГОСТ 12.4.016–83(2001) – ССБТ «Одежда специальная защитная. Номенклатура показателей качества»;
- запрещается загружать шихту в грузовую тару выше борта;
- емкости для хранения сыпучих материалов оснащены крышками, их передача производится пневмотранспортом.

Термообрубное отделение.

Вредными факторами термообрубного отделения являются выделение тепла от термической печи, образующиеся во время выщелачивания отливок испарения едкого калия, угарного газа, шум на станках.

					<i>22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		<i>60</i>

Для снижения вредного влияния этих факторов предусмотрено следующее:

- станки и пресса оборудованы защитным ограждением;
- установлена приточно–вытяжная вентиляция для удаления пыли и вредных паров ГОСТ 21.602–09 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»;
- рабочие снабжены спецодеждой и средствами индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.016–83(2001) – ССБТ «Одежда специальная защитная. Номенклатура показателей качества»;
- механизмы управления и обслуживания печи расположены в местах неподверженных воздействию высокой температуры и газов согласно ГОСТ 12.2.064–81(2001) – ССБТ «Органы управления производственным оборудованием. Общие требования безопасности».

4.3.1 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».

Цех литья по выплавляемым моделям по опасности поражения электрическим током относится ко второй категории согласно ГОСТ 12.1.019–79 (2001) – 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 12.1.030–81 (2001) – ССБТ «Электробезопасность. Защитное заземление, зануление» (особоопасное).

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

					22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		61

токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, не должны превышать: напряжения 2.0 В, силы тока 0.3 мА. По ГОСТ 12.1.038–82 (2001)– ССБТ «Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов».

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 12.1.019–79 (2001) – ССБТ «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

4.3.2 Пожаровзрывобезопасность

Пожаровзрывобезопасность производственных помещений и технологического оборудования литейного цеха во многом определяется наличием горючих газов, паров легковоспламеняющихся жидкостей и горючих жидкостей, горючей пыли. Пожаровзрывобезопасность объекта должна обеспечиваться системой предотвращения взрыва и пожара, системой противопожарной защиты и организационно–техническими мероприятиями по ГОСТ 12.1.004–91(2004) – ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования» и ГОСТ 12.1.010–76 (2004) – ССБТ «Взрывобезопасность. Общие требования».

Согласно федеральному закону № 123–ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22 июля 2008 года цех относится к категории В пожароопасных.

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. Литейный цех относится по пожарной опасности к категории «В». Регламентирующие условия

					22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ	лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		62

пожарной безопасности определяются по ППР «Правила противопожарного режима». Общие требования» и согласно федеральному закону № 123–ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22 июля 2008 года.

Конструкция здания относится ко второй степени огнестойкости. В профилактических целях на участках устанавливаются щиты с противопожарным инвентарем, ящики с песком и огнетушители, сигнализаторы взрывоопасных концентраций и аварийную вытяжную вентиляцию.

В таблице 4.6 представлены температуры воспламенения материалов и гасящие материалы.

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

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

Таблица 4.6 – Пожаро- и взрывоопасные вещества, гасящие материалы

Вещество	Температура воспламенения, °С	Температура самовоспламенения, °С	Взрывоопасное содержание в воздухе, %	Материалы, применяемые при тушении пожара
Спирт этиловый	13	425	3,61 – 19	ящик с песком, асбест, огнетушащие пены
Керосин	>40	465	0,64 – 7	
Этилсиликат	18	507	8 – 45	
СО	280 – 320	610	12 – 75	

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 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.

4.4 Охрана природной среды

Федеральный закон от 10 января 2002 г. N 7-ФЗ "Об охране окружающей среды". Настоящий Федеральный закон регулирует отношения в сфере взаимодействия общества и природы, возникающие при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, связанной с воздействием на природную среду как важнейшую составляющую окружающей среды, являющуюся основой жизни на Земле, в пределах территории Российской Федерации, а также на континентальном шельфе и в исключительной экономической зоне Российской Федерации.

Литейное производство, как и другие отрасли промышленности, является загрязнителем окружающей среды. В процессе производства образуются различные газообразные отходы и пыль, которые загрязняют атмосферу, кроме того, происходит загрязнение воды, а также образование твердых отходов, таких как шлака, отработанной смеси и др. Наиболее крупными источниками пыли и газовыделений в атмосферу в литейном цехе являются: индукционные тигельные печи; участки складирования и переработки шихты, формовочных материалов; участки выбивки и очистки литья. Снижение, а по возможности предотвращение попадания вредных веществ за пределы цеха, является основной задачей по охране природной среды.

4.4.1 Очистка выбросов в атмосферу

Для очистки вентиляционных выбросов в цехе используются аспирационные системы. Система аспирации включает в себя: бортовой отсос, который помогает

					22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		64

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, выбрасываемого вытяжной вентиляцией от содержания в нем вредных примесей в виде пыли неорганической и спирта этилового установлен циклон–промыватель типа ЦС–11–400 со степенью очистки 70%, производительность по воздуху 970 – 1270 м³/ч.

Для очистки вентиляционных выбросов от загрязняющих веществ (пыли неорганической, пыли абразивной) применяются циклоны типа ВЦНИИОТ №9 со степенью очистки 65%, производительность по воздуху 300 м³/ч.

В плавильном отделении уходящие газы от индукционных печей очищают от взвешенных в них твердых или жидких частиц электрофильтры и циклоны типа СИОТ № 4 со степенью очистки 73 %, производительность 6000 м³/ч.

Для удаления абразивно–металлической пыли из зоны обдирочно–шлифовальных станков применяют кожух–пылеуловитель КПТОК.

4.4.2 Очистка производственных сточных вод

Очистка сточных вод производится механическим способом. Для этого применяют отстойники и фильтры. Грубодисперсные частицы в зависимости от размеров улавливаются решетками, ситами, песколовками, септиками, а поверхностные загрязнения (нерастворенные и частично коллоидальные загрязнения минерального и органического происхождения) – радиальным отстойником 2К–30М с производительностью по воде 2900 м³/ч.

Крошку отработанной керамики, полученную после предварительной чистки отливок, вывозят в отвал при соблюдении СанПиН 2.1.7.1322–03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления». На одну тонну годного литья по выплавляемым моделям образуется 1100 – 200 кг керамической крошки. Ее вместе со шлаками плавильного производства, возможно использовать в дорожном строительстве, для засыпки отработанных карьеров, шахт и так далее. Отходы отработанной керамики относят к первому классу опасности. Степень вредного воздействия на окружающую среду очень высокая [11].

					22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		65

На одну тонну годного литья по выплавляемым моделям образуется 600–700 кг маршалитовых стоков и шлама после выщелачивания. Эти отходы перекачивают в очистные сооружения, где их нейтрализуют серной кислотой согласно СанПиН 2.1.7.1322–03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления» и направляют в систему гидрошламоудаления для доочистки. Шлам в течении 3 – 4 часов обрабатывают острым паром, затем известью для извлечения из раствора 95% щелочи. При захоронении остатка необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.3.027–2004 ССБТ – «Работы литейные. Требования безопасности».

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.

4.4.3 Обезвреживание и утилизация отходов

Литейное производство характеризуется высоким расходом сырьевых и энергетических ресурсов, и поэтому очень важным является решение вопросов экономии и организации процессов замкнутого цикла.

Твердые отходы литейного цеха включают: отработанные стержневые смеси, просыпи и шлаки из отстойников пылеочистой аппаратуры. Данные отходы относятся к четвертой категории опасности. При условии соответствующего складирования и последующей рекультивации отходы не должны наносить серьезного ущерба окружающей среде.

С целью экономии ресурсов и снижения расхода исходных материалов, 80% отходов литейного цеха (из расчета на одну тонну залитого металла) идет на дальнейшую переработку, для введения их в производственный цикл (регенерация отработанных смесей, переплав возврата и т.д.), остальные же 20 % увозится в отвалы.

Одним из рациональных способов защиты литосферы от производственных отходов является освоение технологий по сбору и переработки отходов.

Данные отходы относятся к четвертому классу опасности. Согласно Федерального закона № 89–ФЗ от 24.06.98 г "Об отходах производства и потребления".

					22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		66

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе разработана технология изготовления отливки «Стакан», технология позволяет получать качественные отливки за счет улучшения их питания и снизить высокий процент брака, характерный для производства литья по выплавляемым моделям.

В технологической части работы проведен анализ технологичности детали, выбор положения отливки в процессе заливки и затвердевания, определены основные технологические параметры процесса, проведен расчет литниковой системы.

Для изготовления детали «Стакан» был принят метод литья по выплавляемым моделям. Разработан техпроцесс на всех стадиях производства, выбрано основное оборудование.

Также разработана и описана система контроля технологического процесса и качества получаемой продукции.

Специальная часть проекта посвящена технологии плавки и свойствам чугуна марки ЧХ16М2. В специальной части дано описание процесса выплавки чугуна, а также проведен расчет шихты аналитическим методом.

В проекте также рассмотрены вопросы обеспечения безопасности жизнедеятельности и охраны окружающей среды, проведен анализ вредных производственных факторов, которые могут возникать по ходу технологического процесса, а также разработаны меры по нейтрализации вредного воздействия этих факторов на людей и окружающую природу.

					22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		67

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сайт «Исследовательский центр Модификатор». О состоянии и перспективах литейного производства в России. – <http://www.modificator.ru/ecology/evseev.html>.
2. Озеров, В.А. Литье повышенной точности по разовым моделям / В.А. Озеров, В.Ф. Гаранин. – М.: Высшая школа, 1988. – 85 с.
3. Технология литейного производства. Специальные способы литья: учебное пособие / Б.А.Кулаков, О.В.Ивочкина, А.В.Карпинский, О.М.Заславская. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2010. – 143 с.
4. Лакеев, А.С. Формообразование в точном литье / А.С. Лакеев. – Киев: Наукова Думка, 1986. – 256 с.
5. Степанов, Ю.А. Технология литейного производства: Специальные виды литья / Ю.А. Степанов, Г.Ф. Баландин, В.А. Рыбкин – М.: Машиностроение, 1983.– 287 с.
6. Шкленник, Я. И. Литье по выплавляемым моделям / Я.И. Шкленник, В.А. Озерова — М.: Машиностроение, 1984.– 408 с.
7. Справочник по чугунному литью / Под ред. Н.Г. Гришовича. – 3–е изд. – Л.: Машиностроение, 1978. – 758 с.
8. Сайт «Марочник стали и сплавов». – www.splav-kharkov.com.
9. Трухов, А.П. Литейные сплавы и плавка: учебник для студ. высш. учеб. заведений / А.П. Трухов, А.И. Маляров. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 336 с.
10. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов / Под общ. ред. С.В. Белова. 2–е изд., испр. и доп. – М.: Высш. шк., 1999. – 448 с.
11. Долин, П.А. Справочник по технике безопасности / П.А. Долин. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 800 с.

					22.03.02.2018.648.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		68