

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Лысьвенский филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Кафедра Технических дисциплин
Направление подготовки 22.03.02 «Металлургия»
направленность (профиль) «Металлургия черных металлов»

Допускается к защите

Зав. кафедрой

_____/Д.С. Балабанов/

« ____ » _____ 2019 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на тему: «Разработка технологического процесса выплавки сплава
СЧ 15 ГОСТ 1412-85 в условиях литейного участка ООО «ЭТМ-
Привод»».

Студент _____ / Власов С.О. /

Состав ВКР:

1. Пояснительная записка на _____ стр.
2. Графическая часть на _____ листах.

Руководитель _____ / Гусельникова Л.Н. /

Лысьва, 2019г.

Содержание

Реферат.....	4
Введение.....	5
1. Общий раздел.....	6
1.1 Краткая характеристика организации, ее структурных подразделений..	6
1.2 Описание основных объектов производства.....	7
1.3 Характеристика металлического сплава СЧ15.....	7
1.4 Жаростойкость чугунов СЧ.....	12
1.5 Применение серого чугуна СЧ15 ГОСТ 1412-85.....	14
2. Исследовательский раздел.....	16
2.1 Описание технических средств и материалов литейного цеха «ЭТМ-Привод» при работе с чугуном СЧ15 ГОСТ 1412-85.....	16
2.2 Электродуговая печь индукционная тигельная ИЧТ-2,5/1С4.....	17
2.3 Технологическая оснастка и средства измерения.....	19
2.4 Техническая документация.....	20
2.5 Объем поставки.....	21
2.6 Принцип действия и конструкция	22
2.7 Разработка технологического процесса выплавки сплава СЧ15 ГОСТ 1412-85 в условиях литейного участка ООО «ЭТМ-Привод».....	25
2.7.1 Подготовка и пуск печи ИЧТ -2,5/1СЧ.....	25
2.7.2 Подготовка шихтовых материалов.....	25
2.7.3 Расчет состава шихты.....	26
2.7.4 Плавка чугуна	29
Заключение.....	33
Список литературы.....	34

Реферат

Настоящая выпускная квалификационная работа состоит из задания, введения, 2 глав, заключения, списка литературы.

Выпускная квалификационная работа изложена на 35 страницах, содержит 2 рисунка, 7 таблиц.

«Разработка технологического процесса выплавки сплава СЧ15 ГОСТ 1412-85 в условиях литейного участка ООО «ЭТМ-Привод»

Объектом исследования является: серый чугун марки СЧ-15ГОСТ 1412-85, технология выплавки, методы исследования и анализ.

Цель работы: разработка технологического процесса выплавки сплава СЧ15 ГОСТ 1412-85 в условиях литейного участка ООО «ЭТМ-Привод»

Данная работа рассматривает: назначение, химический состав и область применения серого чугуна СЧ15, технологию выплавки чугуна СЧ15ГОСТ 1412-85 в условиях ООО «ЭТМ-Привод». Выбран и рассмотрен плавильный агрегат для выплавки данного чугуна.

					ВКР.2019 – ПЗ	Лист
						3
Изм.	Лист	№	Документ	Подпись	Дата	

1. Общий раздел

1.1 Краткая характеристика организации, ее структурных подразделений

ООО «Электротяжмаш-Привод» - один из российских производителей электрогенерирующего оборудования и аппаратуры управления для нефтегазовой, энергетической, атомной, транспортной, металлургической и других отраслей промышленности. Обладая научным и техническим потенциалом, «Электротяжмаш-Привод» осуществляет проектирование, разработку, производство, техническую поддержку и сервисное обслуживание электрических машин, разработанных под конкретные требования заказчика.

В состав «Электротяжмаш-Привод» входят:

- структура управления и коммерческая дирекция (Россия, г. Москва), задачами которой являются тщательное изучение потребностей Заказчика и оперативное реагирование для повышения конкурентоспособности продукции в целевом сегменте рынка. Привлечение новых клиентов и укрепление ранее налаженных партнерских отношений с потребителями продукции. Взаимовыгодное сотрудничество с электротехническими и машиностроительными российскими и мировыми компаниями, в том числе с АО «Тяжмаш», «ОДК-газовые турбины», GeneralElectric, MAN Diesel&Turbo и другими;

- инженерно-технические центры в городах Лысьва, Санкт-Петербург, Екатеринбург, Новосибирск позволяют решать самые сложные задачи проектирования современного электротехнического оборудования и создания электротехнических комплексов;

- производственный комплекс полного цикла (Россия, г. Лысьва) оснащен современным оборудованием, позволяющим ежегодно выпускать более 150 средних и крупных электрических машин в широком диапазоне мощностей от 6,5 кВт до 300 МВт. Готовая продукция проходит полный цикл испытаний на собственном испытательном центре, включая балансировку

									Лист
									5
Изм.	Лист	№	Документ	Подпись	Дата				

роторов при номинальной и повышенной частоте вращения в комплексе «Schenck», а так же полное испытание электрических машин;

- сервисный центр (Россия, г. Лысьва) оказывает комплекс услуг по шеф-надзору за монтажом и пусконаладочными работами электрических машин, выпускаемых заводом. Осуществляет гарантийное и постгарантийное обслуживание оборудования в течение всего жизненного цикла.

Электрические машины марки «Привод» пользуются устойчивым спросом в России и за рубежом и успешно эксплуатируются в 35 странах мира.

1.2 Описание основных объектов производства

В состав «Электротяжмаш-Привод» входит литейный цех.

Литейный цех основан в 1952 году. 5 октября в честь XIX съезда КПСС была выдана первая плавка чугуна. Литейный цех вот уже почти 67 лет своевременно обеспечивает основное производство литыми деталями по своей номенклатуре выпускаемых электрических машин, обеспечивая при этом высокое качество и необходимые технические требования отливок.

Расчитанный по первоначальному проекту на выпуск 700 тонн в год чугунного литья, цех в дальнейшем, с развитием завода, постоянно наращивал объемы, и в лучшие свои годы достигал выпуска до 2000 тонн в год чугунного и 1500 тонн в год цветного литья.

Завод в августе 1953 года выпустил первую электрическую машину ДСК, а с января 1953 года и до настоящего времени литейный цех стал укомплектовывать машины ДСК литьем собственного производства, это была отливка магнитного колеса.

Вес одной отливки с прибылями составлял 3,5 тонны. Формовка магнитных колес производилась в почве из песчано – глинистых

									Лист
									6
Изм.	Лист	№	Документ	Подпись	Дата				

составляющих, и выпуск их в месяц составлял 25 штук. Так что проектная мощность по выпуску 700 тонн в год годного литья была быстро перекрыта. С учетом изготовления литья на машины СТМ (щиты, крышки, стояки, вкладыши и др.) к моменту начала изготовления машин серии СТД, цех стал выпускать 1900-1950 т/год годного чугунного литья, обеспечивая литьем всю номенклатуру выпускаемых машин.

Следующим новшеством стал выпуск литья на новую машину ТМВ-22 особенность которых была в том, что все отливки были из тяжелых цветных сплавов (латунь). Требования к отливкам были очень высокие, каждую отливку сдавали военному представителю Заказчика. Почти все отливки на эти машины заливались в металлические формы (кокиль), кроме корпуса водопровода, который из – за сложности отливки приходилось заливать в сухие земляные формы, а после заливки испытывать на гидроплотность керосином.

В скором времени начался серийный выпуск машин серии СТД и Т. С их выпуском резко увеличился выпуск цветного алюминиевого литья (лабиринты, уплотнения, вентиляторы, напр. аппараты, кольца, щиты, диффузоры). Началось внедрение передовых методов литья из цветных сплавов и кокиль, под давлением, центробежного.

По заказу сибиряков на заводе и в цехе освоен выпуск погружных двигателей (ПЭД) и в цехе начат выпуск отливок на ПЭД (переходники, рабочие колеса, опоры, напр. Аппараты), а так же цветное литье под давлением.

Площадей цеха стало не хватать и с северной стороны литейного цеха возвели новый пристрой общей площадью 1070 кв.м., где разместились участок ЛПД и кокильный участок, а так же выделено место под заливку роторов. На вновь построенном участке было размещено новое технологическое оборудование, установлено 12 штук машин для литья под давлением, 5 штук печей ИАТ-0,4 и оборудование для литья в кокиль.

					ВКР.2019 – ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№	Документ	Подпись	Дата	

Со строительством пристроя для литья под давлением, одновременно было расширено «узкое место» участка чугунного литья, т.к. 2 пролета в пристрое были выделены под обрубное отделение чугуна. На участке обрубки была смонтирована новая дробеметная камера ДК-10, галтовочный барабан и современная вытяжная вентиляция.

Нарастали объемы выпуска литья и площадей вновь стало не хватать, был построен новый пристрой площадью 900 кв.м. с восточной стороны цеха, где и расположился участок кокильного литья и участок заливки роторов. Выпуск литья все нарастал и цех стал выдавать в год до 1900 тонн чугунного литья и 1500 тонн цветного литья.

В связи с выпуском отливок для Франции в цехе освоено производство высокопрочного чугуна ВЧ-40.

В соответствии с проектом 210-124ПЗ инв. № 97734 от 13.07.2006 где города Новосибирска в начале 2007 года был осуществлен перевод производства чугунного литья из аварийного помещения на площади бывшего участка литья под давлением. Вновь построенный чугунолитейный корпус предназначен для выпуска отливок для эл. машин из серого чугуна массой от 3,5 кг и до 2000 кг, легированного немагнитного чугуна марки ЧГ8ДЗ массой от 400 кг до 2500 кг и алюминиевых сплавов марок АК12 и АК5М2 для отливок на крупные эл. машины и турбогенераторы. Несмотря на постоянно меняющиеся условия работы, изменившейся номенклатуры выпускаемых эл. машин, цех продолжает усиленно работать на новых площадях, обеспечивая литьем все выпускаемые машины, и при этом обеспечивает высокое качество отливок и требуемые технические условия.

1.3 Характеристика металлического сплава СЧ15 ГОСТ 1412-85

Чугун является наиболее распространенным материалом для изготовления фасонных отливок. В разных странах, в зависимости от развития

										Лист
										8
Изм.	Лист	№	Документ	Подпись	Дата					

машиностроения и других отраслей производства, чугунные отливки составляют 74...83% от общего числа отливок. Область применения чугуна продолжает расширяться вследствие непрерывного повышения его прочности и эксплуатационных свойств, а также разработки чугунов новых марок со специальными физическими и химическими свойствами. Широкое распространение чугуна получил благодаря хорошим технологическим свойствам и низкой себестоимости по сравнению с другими сплавами.

СЧ15 — металлический сплав, основу которого составляет железо (Fe), его содержание в СЧ15 должно быть не менее 92,8%. Обязательно в сплаве СЧ15 присутствуют углерод, кремний, марганец. Допустимое количество примесей определено в таблице 1 химического состава.

Таблица 1 – Химический состав в % чугуна СЧ15 ГОСТ 1412-85

Химический состав в % чугуна СЧ15		
1	2	3
C	3,5 - 3,7	
Si	2 - 2,4	
Mn	0,5 - 0,8	
S	до 0,15	
P	до 0,2	
Fe	~93	

Из таблицы 1 мы видим, что минимальное количество составляет до 0,15% примеси серы, до 0,2% фосфора, 0,5 – 0,8% марганец, 2 – 2,4% составляет кремний, 3,5 – 3,7% углерод, и 92,8% основа сплава это железо.

Рассмотрим механические свойства серого чугуна СЧ15, представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Механические свойства чугуна СЧ15ГОСТ 1412-85

Механические свойства чугуна СЧ15 при T=20°C							
1	2	3	4	5	6	7	8
Прокат	Размер	Напр.	σ_B (МПа)	σ_T (МПа)	δ_5 (%)	ψ %	КСУ (кДж / м ²)
			150				

Из таблицы 2 можно сделать вывод, что механические свойства серого чугуна СЧ15 при температуре 20°C временное сопротивление составляет 150 МПа.

В сером чугуне присутствие графита пластинчатой формы действует как внутренние надрезы, поэтому серый чугун характеризуется сравнительно низкой прочностью и особенно низкой пластичностью. Вместе с тем, наличие графита придает чугуну ряд ценных качеств (например, низкая чувствительность к внешним надрезам, высокая циклическая вязкость и др.). Серый чугун обладает лучшими литейными свойствами, чем сталь. Детали из серого чугуна легко обрабатываются режущим инструментом, хорошо сопротивляются износу, впитывают и удерживают смазочные масла на трущихся поверхностях. Вследствие чувствительности чугуна к изменению скорости охлаждения прочность в различных узлах отливки может отличаться от прочности, характеризующей данную марку.

Далее рассмотрим физические свойства чугуна СЧ15ГОСТ 1412-85, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Физические свойства чугуна СЧ15ГОСТ 1412-85

Физические свойства чугуна СЧ15						
T (Град)	E 10 ⁻⁵ (МПа)	α 10 ⁶ (1/Град)	λ (Вт/(м·град))	ρ (кг/м ³)	C (Дж/(кг·град))	R 10 ⁹ (Ом·м)
20	0.9		59	7000		
100		9			460	

Таблица 3 нам показывает, что при температуре 20°C были получены следующие результаты: модуль упругости первого рода составил 0,9МПа, коэффициент теплопроводности (теплоемкость материала) равен 59 Вт/(м·град), плотность материала – 7000 кг/м³. При температуре 100°C были получены такие показатели, как коэффициент температурного (линейного) расширения, он равен 9/Град и удельная теплоемкость материала – 460 Дж/(кг·град).

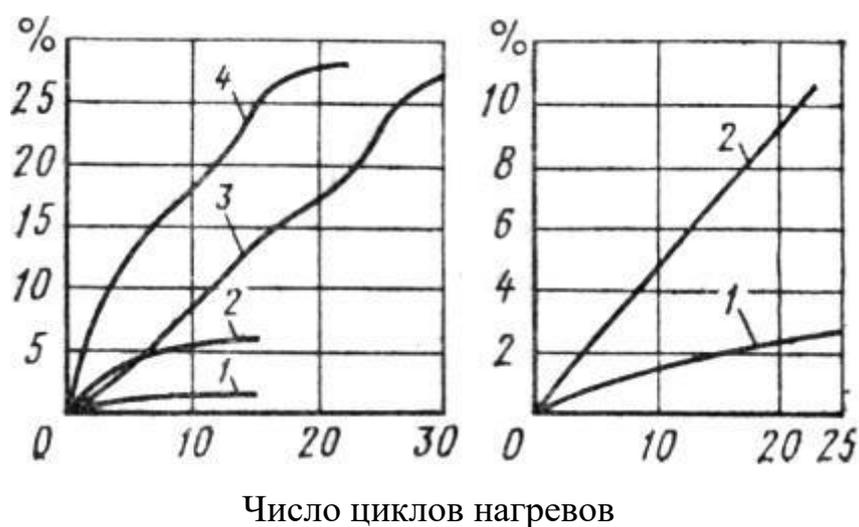
Твердость материала: $HV 10^{-1} = 130 - 241$ Мпа.

1.4 Жаростойкость чугунов СЧ

На воздухе чугун марки СЧ сохраняет повышенную стойкость при температурах до 450—500°C, а в атмосфере печных газов лишь до 350°C, в атмосфере водяного пара не выше 300°C. Явление роста в высокопрочном чугуне с шаровидным графитом (ВЧШГ) практически не наблюдается при температурах до 400—500°C.

При более высоких температурах следует применять специальные легированные чугуны. Наиболее часто для повышения жаростойкости используют легирование Si, Al и Cr.

Влияние Si и Al на окалиностойкость и ростоустойчивость чугуна не однозначно. При небольших добавках этих элементов в обычный чугун с пластинчатым графитом рассматриваемые свойства ухудшаются. Даже незначительное количество Si в белых чугунах резко понижает их жаростойкость. Однако при достаточно высоком содержании Si и Al стойкость чугуна против окисления и роста резко повышается.



а)

б)

Рисунок 1 – Изменение объема (а) и рост чугуна (б) в зависимости от числа циклов нагрева до 900°С:

а – серый чугун с пластичным графитом: нагрев; 1 – в водороде; 2 – в вакууме; 3 – в атмосфере печных газов; 4 – в CO₂. б – чугуны с ферритной основой: 1 – марки СЧ состава 3,27-3,43% С; 2,19-2,23% Si; 0,47-0,68% Mn; 0,13-0,20% P, до 0,15% S; 2 – марки ВЧ того же состава, кроме того, до 0,01% S, 0,05-0,077% Mg; 1,5-1,95% Ni

Благоприятные результаты действия высоких концентраций Si на окалиностойкость и ростоустойчивость связаны с получением стабильной структуры графит + кремнеферрит. По мере увеличения содержания Si критические точки располагаются при более высокой температуре. Так, при 6 % Si точка Ас₁ располагается около 950°С, а при 7 % Si — около 1000 °С. Кремний, входя в твердый раствор, повышает температуру образования непрочной вюститной фазы (Fe₃O₄), т. е. увеличивает стойкость металлической основы против окисления.

Влияние Al на жаростойкость чугуна проявляется прежде всего путем образования им защитных оксидных пленок. Алюминий повышает

температуру возникновения вюститной фазы и способствует образованию оксидных пленок с шпинельным типом решетки ($\text{FeO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$).

На уменьшение роста и окисления отливок хром влияет уже при небольших количествах (0,5—1,5 %; рис. 2, а). Ввод хрома в таких количествах тормозит графитизацию эвтектоидного цементита, измельчает включения графита и повышает сопротивляемость окислению металлической основы вследствие повышения температуры образования вюститной фазы. Максимального уровня эти свойства достигают при $\text{C}_{\text{T}} > 15\%$. Большинство жаропрочных хромистых чугунов ($> 10\% \text{C}_{\text{T}}$) относятся к типу белых чугунов.

Никель повышает жаростойкость даже при относительно небольших добавках (до 1,5—2,0). Однако это влияние ощутимо лишь в области относительно низких температур. Жаростойкость непрерывно повышается с ростом концентрации в них Ni. Жаростойкими при 1220 К являются чугуны, содержащие не менее 25 % Ni. При таких концентрациях никеля чугуны имеют однофазную аустенитную структуру металлической основы.

Наиболее эффективно для повышения жаростойкости и сохранения других свойств комплексное легирование, например, C_T и Ni, Cr и Cu, Si и Al и др.

1.5 Применение серого чугуна СЧ15ГОСТ 1412-85

Применяется для изготовления отливок картеров, крышек, тормозных барабанов, коробок скоростей, всасывающих и выхлопных труб, маховиков и других деталей автомобилестроения; барабанов, цапф, корпусов редукторов и других деталей химического машиностроения; деталей работающих при сжатии (башмаков, колонн) в строительстве; мелких и средних неотчетственных деталей дизелестроения; канализационных труб и радиаторов отопления; отливок 3 группы для паровых стационарных турбин, турбинного оборудования АЭС, элементов паровых котлов и трубопроводов,

									Лист
									13
Изм.	Лист	№	Документ	Подпись	Дата	ВКР.2019 – ПЗ			

гидравлических турбин, гидрозатворов и другого оборудования энергомашиностроения, подвергающихся статическим нагрузкам и отливок, работающих в условиях паров воды и масла при температуре до 70 °С (корпуса колонок, корпуса подшипников, крышки-опоры валоповорота, рамы подшипников, рамы фундаментов, вкладыши, втулки, стойки, патрубки, кожуха); отливок деталей трубопроводной арматуры и приводных устройств к ней; неотчетственных отливок деталей горно-металлургического оборудования; частей литых соединительных для трубопроводов.

					ВКР.2019 – ПЗ	Лист
						14
Изм.	Лист	№ Документ	Подпись	Дата		

- графит измельченный (фракция 2-5 мм) ТУ 1916-109-71.

2.2 Электропечь индукционная тигельная ИЧТ-2,5/1С4

Плавильная печь типа ИЧТ-2,5/1С4 предназначена для индукционной плавки и перегрева чугуна.

Структура условного обозначения:

ИЧТ-2,5/1С4

И-вид нагрева-индукционный;

Ч - основной выплавляемый материал - чугун;

Т - основной конструктивный признак - тигельная;

1 - мощность, установленная по трансформатору, МВ·А;

С4- порядковый номер исполнения;

У4 - климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Электропечь изготавливается в климатическом исполнении по ГОСТ 15150-69 и предназначена для работы в следующих условиях:

- закрытое помещение;
- высота над уровнем моря - не более 1000 м;
- температура окружающей среды - от + 5 до + 40°С;
- относительная влажность окружающей среды при температуре +20°С – до 90% и при +40°С – до 50%;
- окружающая среда - невзрывоопасная, не содержащая агрессивных газов и примесей, разрушающих изоляцию и металлы;
- температура охлаждающей воды от + 5°С до + 25°С;
- отсутствие в охлаждаемой воде примесей, образующих осадок;

									Лист
									16
Изм.	Лист	№	Документ	Подпись	Дата	ВКР.2019 – ПЗ			

- температура охлаждающей воды не должна быть ниже температуры окружающего воздуха в помещении более, чем на 15°C (во избежание появления росы);
- пары и пыль в концентрациях, не превышающих указанных в ГОСТ 2.1.005-88;
- вибрация и удары в месте установки электропечи должны отсутствовать.

По технике безопасности установки индукционные плавильные соответствуют требованиям ГОСТ 12.2.003-74 (RUS) и 12.3.002-75 (RUS). По пожарной безопасности установки индукционные плавильные соответствуют требованиям ГОСТ 12.1.004-76 (RUS).

Технические данные плавильной печи типа ИЧТ-2,5/1С4 представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Технические данные

Наименование параметра	Норма
Мощность, установленная, кВт	1000
Мощность потребляемая, кВт	990
Емкость номинальная, т	2,5
Частота тока, Гц	50
Число фаз питающей сети	1
Номинальное напряжение, В: - питающей сети - на индукторе	6000 или 10000 1000
Температура перегрева металла, ° С: - номинальная - максимальная	1400 1550
Производительность по расплавлению и перегреву, т/ч	2,0
Удельный расход электроэнергии на расплавление и	510

перегрев, кВт·ч/т	
Масса металлоконструкций электропечи, т	12,1
Масса электропечи (комплекса), т	26,0
Расход охлаждающей воды, м/ч	9,5

Примечание. При определении фактической производительности потребителю необходимо учитывать в каждом конкретном случае технологию ведения плавки, вид шихты, способ загрузки ее и электропечь, время, необходимое на технологические операции (введение легирующих присадок, рафинировка, слив металла, чистка тигля электропечи, профилактический ремонт и другие операции).

2.3 Технологическая оснастка и средства измерения

При плавке чугунов в печи ИЧТ -2,5/1СЧ применяется следующая технологическая оснастка и средства измерений:

- лопатка совковая ЛМ-2 ГОСТ 19596;
- молоток массой от 2-3 кг ГОСТ 2310;
- ломик стальной для осаживания шихты диаметром 30 мм, длиной 1000 мм;
- ложка деревянная для съема шлака, б/ч;
- короб для аварийного слива металла черт. Л-0042;
- изложница для заливки чугуна 16-местаная черт. Л-0062;
- изложница для съема шлака черт. 7П-879-01;
- пусковой слиток черт. Л-0013;
- тара для шихты черт. ПО-3010;

- тара для загрузки шихты черт. ПО-5578;
- весы товарные общего назначения РП-500 Ш13М ГОСТ Р 53228;
- часы настенные ГОСТ 3309;
- пирометр типа «ЛУЧ» от 700-1800С° ТУ 4211.001.48036674;
- ИК- пирометр тип «Термоскоп-100» от -20С° до +800С° ТУ 4211-002-15061326;
- мегомметр М 4100/1-5 (двухшкальный) (0-1000) КОМ; (0-1000) Мом ГОСТ 23706;
- ферритометр МК-2ФМ (1-1,5) ТУ 42.76-006-2087264;
- твердомер переносной для не магнитного чугуна ТЭМП-2 ГОСТ 23677;
- маркер перманентный черный не смываемый.

Допускается использование других средств измерений, аналогичных по характеристикам, с классом точности не ниже указанных.

2.4 Техническая документация

В период выполнения заказа подготовит и передаст эксплуатационную документацию и инструкции:

- предлагаемую компоновку оборудования (чертежи будут подготовлены на основе строительных чертежей и планов расположения оборудования, предоставленных заказчиком).
- общие виды установки с нагрузками на фундамент и точками подвода энергии, и её отбора.
- планируемое снабжение водой и элементарные схемы.
- перечень запасных и изнашиваемых частей.

Изм.	Лист	№	Документ	Подпись	Дата

секций – холостой и рабочей. Холостая секция катушки используется для охлаждения стенки тигля.

Для защиты металлоконструкций печи от полей рассеяния индуктор окружен снаружи магнитопроводами, набранными из листов трансформаторной стали. Тигель печи закрывается бетонированной крышкой, открывающейся гидроцилиндром. Электроэнергия подается гибкими водоохлаждаемыми кабелями, подвод охлаждающей воды – резиноканевыми рукавами с быстроразъемными соединениями. Тигли печей для плавки алюминия изготавливаются из жаростойкого бетона способом набивки. Средняя стойкость футеровки тигля достигает 12 и более месяцев, зависит от режима работы печи (наплавка ведется с полным сливом металла, при этом тигель испытывает частые теплосмены, или с остаточной емкостью) и от культуры обслуживания – способа загрузки, периодической чистки, мелкого ремонта и качества изготовления тигля, а также от соблюдения технологического режима обжиговой плавки. Индукционная печь питается от сети ВН через специальный печной трансформатор. Мощность электропечи регулируется переключением ступеней напряжения трансформатора вручную со щита управления.

Для компенсации естественного низкого коэффициента мощности (\cos) электропечь снабжается батареей конденсаторов. Батарея состоит из двух групп: одна подключена постоянно, вторая – по ходу плавки в зависимости от необходимости в компенсации реактивной мощности индуктора. Переключение этой группы производится вручную и регулятором БУМС, который автоматически поддерживает заданное значение \cos на протяжении всего периода плавки. Наклон печи для слива металла управляется со специального пульта. Установка электропечи и комплектующего оборудования (рис.) выполняется по проекту, разрабатываемому для конкретных условий цеха. При изменении планировки размещения установки электропечи конденсаторную батарею следует размещать как можно ближе к

Изм.	Лист	№	Документ	Подпись	Дата

электropечи с целью уменьшения потерь в короткой сети. Размещение остального оборудования выполняется с соблюдением нормированных требований и исходя из удобства управления печью и ее эксплуатации. Электropечь устанавливается на специальный фундамент. Уровни опорных площадок могут быть изменены в зависимости от условий разливки металла.

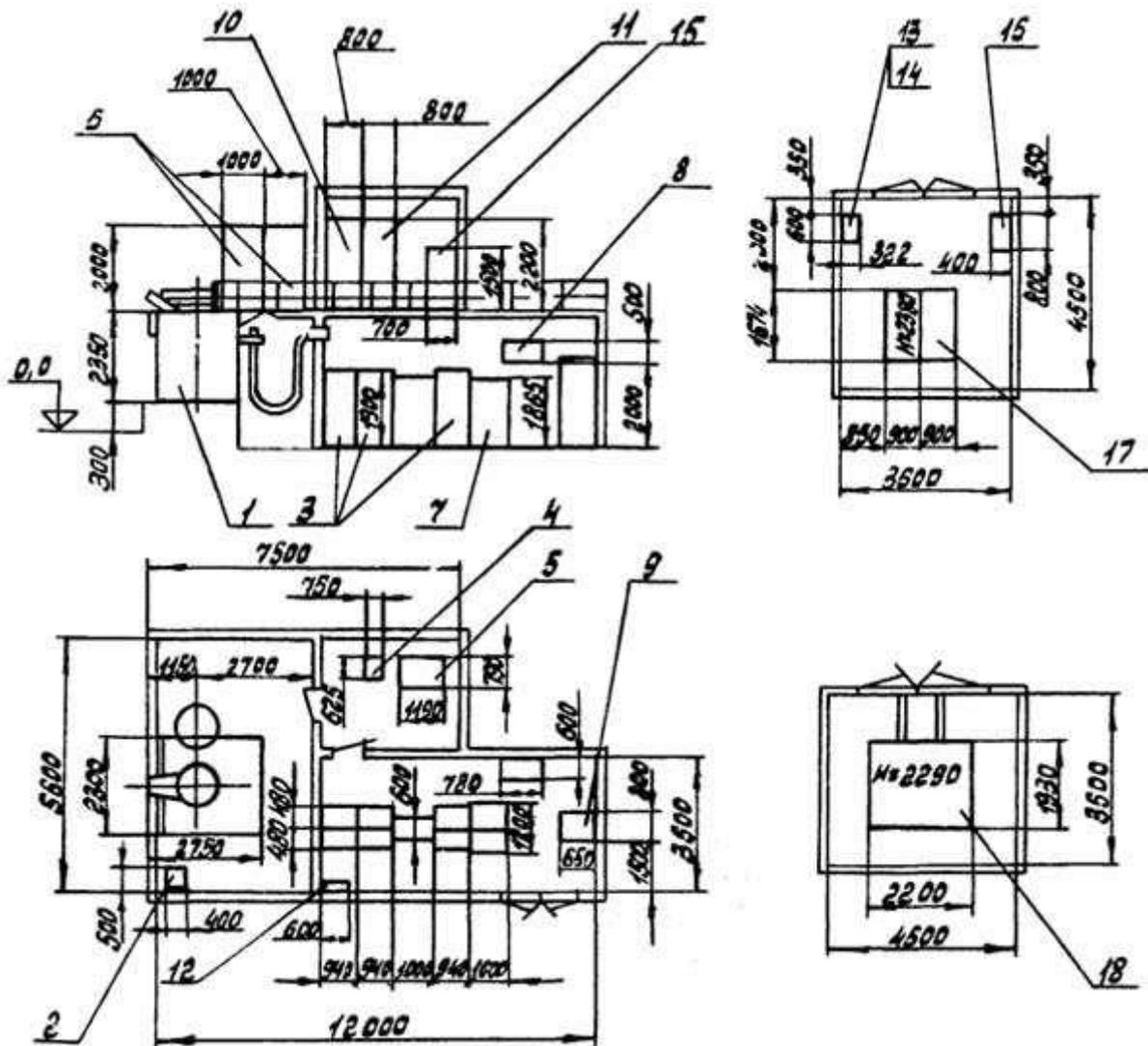


Рисунок 2 - Габаритные, установочные размеры и рекомендуемое размещение комплектующего оборудования индукционной печи ИЧТ – 2,5/1С4:

1. – электropечь индукционная тигельная; 2. – пульт управления; 3. – блок конденсаторов; 4. – панель гидравлическая; 5 – установка маслonaпорная; 6. – пульт водоохлаждения; 7,8,9. – панель управления; 10,11. – щит управления; 12,13,14. – блок аппаратов; 15. – блок управления БУМС; 16. – устройство

Изм.	Лист	№	Документ	Подпись	Дата

сертификатов качества;

- ферросплавы применять в измельченном состоянии массой от 0,5 до 5 кг;
- чушковые чугуны, при необходимости, должны быть разделены по пережиму;
- возвраты собственного производства применять очищенными от формовочной смеси, стержней пригара;
- лом стальной, возврат собственного производства не должны быть ржавыми, горелыми, отдельными кислотами, местный налет ржавчины допускается. Засоренность примесями не должна превышать 1,0%.

Размеры кусков должны быть не более 0,33 диаметра тигля, масса - не более 40 кг.

- шихтовые материалы должны быть сухими. Применение влажных шихтовых материалов не допускается во избежание выброса жидкого металла;
- шихтовые материалы перед загрузкой в печь подогреть 120-200С° в таре инжекционной газовой горелкой типа ПП-578 не менее 1 часа. Температуру контролировать пирометром типа «Термоскоп-100».

2.7.3 Расчет состава шихты

- количество шихтовых материалов при плавке определять расчетом шихты, исходя из требуемого состава чугуна;
- мастеру литейного отделения рассчитать состав шихты на каждую плавку и вывести ее на площадке для работы плавильщика. Состав шихты на новую марку чугуна рассчитывает инженер-технолог литья, подписывает начальник технологического бюро литья и мастером литейного отделения;

- исходными данными для расчёта шихты является: химический состав чугуна и компонентов металлозавалки (по сертификатам); угар элементов при расплавлении шихты;

- величины угара и пригара элементов указаны в таблице 4.

Таблица 4 – Угар химических элементов

Плавильный агрегат	Футеровка	Угар элементов, % от содержания в шихте							
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cu	Al
ИЧТ-2,5/1СЧ	кислая	5-15	3-(-5)	10-25	-	-	-	-	2-5

Примечание: Знак «-» означает пригар элементов.

Угар химических элементов из добавок, вводимых в жидкий чугун, приведен в таблице 5.

Таблица 5 – Угар химических элементов из добавок, вводимых в жидкий чугун при плавке

Плавильный агрегат	Футеровка	Угар элементов, %			
		углерод	кремний	марганец	сера
ИЧТ-2,5/1СЧ	кислая	10-15	-	10-20	25-50

Рекомендуемые составы шихты для плавки различных марок чугуна приведены в таблице 6.

Таблица 6 - Рекомендуемый состав шихты для плавки чугуна СЧ15

Составляющие шихты	Состав шихты, % от металлозавалки
Чугун литейный чушковый ЛЗ	69,5
Возврат собственного производства	19,5

0,1%	Графит измельченный	1,9
------	---------------------	-----

2.7.4 Плавка чугуна

- ковши перед наполнением металла предварительно подготовить и нагреть с помощью газовой горелки согласно технологической инструкции;
- плавку чугуна в индукционной тигельной печи ИЧТ-2,5/1СЧ ввести с остатком жидкого металла в тигле – «болото» или пусковым слитком, отлитым из чугуна предыдущих плавов.

Масса «болота» должна составлять не менее 30% от ёмкости тигля.

- выключить печь, взвесить и загрузить шихтовые материалы согласно рассчитанной шихтовке на определенную марку чугуна;
- загрузку компонентов шихты в печь при наличии «болота» производить в следующей последовательности: графит измельченный от 75-80% расчетного количества, стальные отходы, чушковый чугун, возврат собственного производства;
- при загрузке шихта не должна падать в тигель с большой высоты во избежание его повреждения. Удар шихты о футеровку должен быть боковым, а не верхним, т.к. в первом случае футеровка работает на сжатие, а во втором на срез, при чем, при этом ударной нагрузке подвергается не наиболее хрупкая ошлакованная часть футеровки;
- включить печь приступить к расплавлению шихты;
- в период первой плавки, когда в тигель загружают только твердую шихту, подъем мощности при разогреве до номинальной температуры ввести постепенно с использованием каждой ступени напряжения трансформатора. Скорость нарастания температуры в этот период должна быть не более 100С°/час;
- расплавление шихты вести форсировано. В процессе плавки поддерживать номинальную мощность печи, не допуская перегрузки питающего трансформатора;
- во время расплавления шихты регулярно осаживать металлозавалку с целью исключения сваривания отдельных кусков, образования «мостов» препятствующих опусканию шихты в зону плавления.

									Лист
									29
Изм.	Лист	№	Документ	Подпись	Дата				

Осаживание шихты и пробивку «мостов» производить ломиками при отключенной печи.

- во время расплавления шихты переходить с более высокой ступени трансформатора на более низкую;
- после полного расплавления шихты ввести в печь согласно шихтовке необходимые ферросплавы, оставшуюся часть графита и, при необходимости, загрузить возврат собственного производства;
- уровень металла после расплавления всей шихты не должен доходить до верха тигеля от 150-200 мм;
- нагреть металл в печи до температуры от 1300-1400С°;
- выключить печь, скачать шлак в кораб. Контролеру службы контроля качества замерить температуру металла. Плавильщику залить пробу в песчано-глинистую форму на экспресс-анализ для определения химического состава.

Примечание: дальнейшее использование шлака согласно «положения по обращению с отходами производства и потребления».

- мастеру литейного отделения сдать образец в химическую лабораторию на экспресс-анализ для определения хим. состава;
- мастеру литейного отделения получить результат экспресс-анализа по телефону и при необходимости, произвести корректировку хим. состава;
- включить печь, довести температуру металла от 1400-1550С° и выдержать при этой температуре от 5-10 мин.;
- выключить маслonaпорную установку и выпустить металл из печи подготовленный и разогретый до температуры от 500-600С° ковш, а затем разлить металл в песчано-глинистые формы;
- сливной носик тигля перед выпуском металла тщательно очистить и просушить;
- в случае прекращения подачи воды или ее перегрева свыше 90С° выключить печь, слить металл в ковш, затем в изложницы. Запрещается оставлять металл

										Лист
										30
Изм.	Лист	№	Документ	Подпись	Дата					

в неисправной печи;

- после полного слива металла тигель очистить от остатков сплава, убедиться в его исправности и вернуть печь в нормальное положение;

- при переходе от плавки чугуна одной марки к другой необходимо провести промежуточную плавку на не ответственное литье или слить ее в изложницы. После этого можно плавить необходимую марку;

- причины разрушения футеровки тигля: металлическая шихта не должна содержать алюминий, свинец, цинк, они могут взаимодействовать с футеровкой (с SiO); чем выше температура металла в тигле, тем сильнее разрушается футеровка; чем больше кремния в металле, тем меньше опасности разрушения футеровки; образование «моста» над металлическим сплавом при забрасывании в печь большого количества мелкой шихты. Из-за образования «моста» температура металла под ним значительно повышается. Попытка расплавить «мост» по средствам резкого увеличения потребляемой печью мощностью приводит к резкому возрастанию скорости движения металлического расплава в ванне. При этом значительно увеличивается истирание металлом стенок тигля; не допускать накопление шлака в тигле печи в процессе плавки.

- стойкость футеровки – 50 плавов;

- не охлаждать тигель ниже 800С° в промежутках между плавками, т.к. при температурах ниже 800С° происходит превращение кварцита с изменением объема, что приводит к растрескиванию тигля;

- при перерывах между плавками (выходные, праздничные дни) в тигле должна поддерживаться температура в пределах от 800-1000С° со вставленным в тигель пусковым слитком;

- охлаждение тигля на длительные остановки вести медленно с пусковым слитком. Разогрев холодного тигля с пусковым слитком следует вести медленно.

Каждая партия шихтовых материалов, поступающих в литейное отделение, должна пройти выходной контроль согласно ОМИ 74.01

										Лист
										31
Изм.	Лист	№	Документ	Подпись	Дата					

Заключение

В данной выпускной квалификационной работе была разработана технология выплавки серого чугуна в печи ИЧТ-2,5/1СЧ в условиях литейного участка ООО «ЭТМ-Привод».

Для разработки технологии выплавки серого чугуна СЧ15 ГОСТ 1412-85 были решены следующие задачи

-изучены свойства серого чугуна СЧ15 ГОСТ 1412-85 и его применение;

-проанализированы технические условия для выплавки чугуна СЧ15 ГОСТ 1412-85;

- выбран агрегат для выплавки чугуна;

Данная технология является наиболее рациональной для выплавки серого чугуна марки СЧ15 ГОСТ 1412-85 в печи ИЧТ-2,5/1СЧ.

					ВКР.2019 – ПЗ	Лист
						32
Изм.	Лист	№ Документ	Подпись	Дата		

Список использованных источников:

1. Студенческая библиотека онлайн:

[http://studbooks.net/608811/tovarovedenie/tehnologiya_vyplavki_stali]

2. ГОСТ 23677-79 Твердомеры для металлов. Общие технические требования
3. ГОСТ 4832-95 Чугун литейный. Технические условия
4. ГОСТ 2787-75 Металлы черные вторичные. Общие технические условия
5. ГОСТ 380-2005 Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки
6. ГОСТ 859-2014 Медь. Марки
7. ГОСТ 1639-2009 Лом и отходы цветных металлов и сплавов. Общие технические условия
8. ГОСТ 849-2008 Никель первичный. Технические условия
9. ГОСТ 1415-93 (ИСО 5445-80) Ферросилиций. Технические требования и условия поставки
10. ГОСТ 4755-91 (ИСО 5446-80) Ферромарганец. Технические требования и условия поставки
11. ГОСТ 1583-93 Сплавы алюминиевые литейные. Технические условия
12. ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды
13. ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности
14. ОСТ 19596-87 Лопаты. Технические условия

					ВКР.2019 – ПЗ	Лист
						4
Изм.	Лист	№	Документ	Подпись	Дата	