Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит пояснительную записку 50 страниц, 5 таблиц, 7 рисунков, 8 литературных источников и 6 рабочих чертежей формата А1.

ЦЕХ СТАЛЬНОГО ЛИТЬЯ, ЛИТЬЁ В ПЕСЧАННЫЕ ФОРМЫ, ОТЛИВКА, МОДЕЛЬ, АВТОМАТИЧЕСКАЯ ФОРМОВОЧНАЯ ЛИНИЯ, ФОРМОВОЧНАЯ СМЕСЬ, ОПОКА, СТЕРЖНЕВОЙ ЯЩИК, ПЛАВИЛЬНАЯ ПЕЧЬ.

В работе представлены проект литейного цеха мощностью 28000 тонн стального литья для производства тяжелой запорной арматуры на базе ООО «ЛМЗ «МашСталь» и технологический процесс изготовления стальной отливки «Корпус», являющейся типичной для всей номенклатуры литья.

					ПГУ 1.150301.00.120 ПЗ			
Изм	Лист	№ докумен.	Подпись	Дат				
Разраб.		Яременко			Выпускная квалификационная работа	Лит.	Лист	Листов
Проверил		Казанцев				д п		
Т.Контр.						Каф. «СЛПиМ» гр 13МО2		
Н.Контр.		Семушкин						
Утв.								

Содержание

Введение ……7
1 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАЛЕЛИТЕЙНОГО ЦЕХА МОЩНОСТЬЮ 28000 ТОНН ОТЛИВОК В ГОД ……9
1.1 Структура литейного цеха ……9
1.2 Режим работы цеха и фонд времени……10
1.3 Производственная программа ……10
1.4 Плавильное отделение ……12
1.5 Формовочное отделение ……13
1.6 Стержневое отделение ……17
1.7 Смесеприготовительное отделение ……19
1.8 Термообрубное отделение ……20
1.9 Складские помещения ……22
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ……26
2.1 Анализ технологичности конструкции детали и выбор способа литья ……26
2.2 Выбор расположения и количество отливок в литейной форме ……27
2.3 Определение границ поверхности отливки, выполняемых стержнями ……29
2.4 Определение размеров модельной плиты и опоки ……29
2.5 Выбор материала для изготовления модельного комплекта; назначение точности модельного комплекта; разработка конструкции модельного комплекта……30
2.6 Разработка конструкции стержневого ящика и выбор материала для его изготовления……32
2.7 Выбор и расчет литниково-питающей системы……32
2.8 Назначение точности изготовления отливок……38
2.9 Назначение класса размерной точности……39
2.10 Назначение степени коробления и допуска на отклонение формы и расположения поверхности отливки……39
2.11 Назначение степени точности поверхности и допуска на отклонение её неровностей……40

2.12 Назначение класса точности массы и допуска на ее отклонение……41
2.13 Нормы точности модельных комплектов……41
2.14 Определение общего припуска на механическую обработку……42
2.15 Выбор составов формовочных, стержневых смесей и красок……43
2.16 Технология изготовления отливки ……44
2.17 Технология изготовления литейных стержней ……45
2.18 Назначение температуры заливки сплава, времени выдержки отливки в форме, температуры выбивки отливки ……46
2.19 Выбор ковша для заливки формы ……46
2.20 Обработка отливок ……47
Список используемой литературы ……49
Приложение ……50

Введение

Технология получения отливок известна древнейших времен. Современное литейное производство превратилось в одну из отраслей промышленности, использующей на ряду с древнейшими традициями все современные достижения науки и техники: компьютерные технологии, лазеры, электронику и автоматику, композиционные материалы, сплавы с заранее заданными свойствами, биотехнологии и др.

Анализируя современное состояние и перспективы развития литейного производства России, можно выбрать следующие первоочередные мероприятия: создание банка данных по материалам, технологиям, оборудованию с целью оценки научно-технического потенциала литейного производства; разработка концепции реструктуризации литейного производства; повышение качества литья, а следовательно, и конкурентной способности литейного производства; дальнейшее освоение компьютерной техники и её внедрение в литейное производство. Разработка информационной модели позволит строить прогнозы развития литейного производства.

Об уровне состояния отросли можно судить по качеству изобретательской деятельности в данном направлении. В условиях нестабильной и особенно кризисной экономики характер изобретательской активности приобретает отличительные черты. Закономерностью для литейного производства стал общий спад числа изобретений, и единичные, даже Высокотехнологические изобретения не могут преодолеть отрицательного влияни снижения творческого потенциала.

При замедлении роста создания изобретений в литейном производстве , поиски выхода из ситуации должны базироваться прежде всего на изучении механизма изобретательской активности, выявлении направлений, определяющих в максимальной степени процесс получения технических достижений. Знание такой структуры позволяет оценить долю вклада каждого направления в процесс развития литейного производства и с учетом взаимных

связей этих направлений и принятию правильных управленческих решений при формировании приоритетных направлений развития литейного производства.

Информационную модель можно использовать для формирования прогноза развития литейного производства, для выявления долгосрочных тенденций, влияющих на развитие литейного производства, с тем чтобы оценить и определить перспективные направления развития техники и технологии.

В последнее время повысились требования к дизайну отливок. Что свидетельствует о том , что продукция литейного производства оценивается как соответствующие не только техническим показателям (прочности и точности размеров), но и требованиям новизны и оригинальности, т.е. отливки являются продуктом дизайнерской деятельности и обладают эстетическими и эргономическими особенностями. Это накладывает определенный отпечаток на разработку технологических процессов изготовления отливок и на организацию работы литейного цеха.

1 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАЛЕЛИТЕЙНОГО ЦЕХА МОЩНОСТЬЮ 28000 ТОНН ОТЛИВОК В ГОД

1.1 Структура литейного цеха

Структура литейного цеха определяется его мощностью, номенклатурой отливок, режимом работы, типом специализации и характером производства.

Литейный цех состоит из производственных отделений: плавильного, формовочного, смесеприготовительного, стержневого, термообрубного и вспомогательных участков: цеховая ремонтная мастерская, экспресс-лаборатории, вентиляционные системы, инструментальные кладовые ,подготовки ковшей и пр.

Также в состав литейного цеха входят склады: шихтовых и формовочных материалов, отливок, модельной и стержневой оснастки; административно-бытовые помещения.

В производственных отделениях располагается различное технологическое оборудование.

В плавильном отделение необходимо расположить плавильные агрегаты, установки для подогрева шихты, экспресс лабораторию, участки по ремонту ковшей. Также необходим внутри заводской транспорт для перемещения технологических грузов по отделению.

Формовочно-заливочно-выбивное отделение в современном сталелитейном цехе оснащается автоматической формовочной линией, в которой происходят все операции по изготовлению отливок.

Смесеприготовительное отделение состоит из автоматизированного комплекса по приготовлению различных видов смесей. В него входят установки по восстановлению отработанных смесей и изготовлению новой формовочной смеси.

Стержневое отделение включает в себя автоматизированные комплексы по приготовления стержней, склад стержневой оснастки, каркасный участок, склад для хранения стержней.

Термообрубное отделение включает в себя установки для очистки и обработки отливок, печи для термообработки отливок, участки для отделения литниковых систем и исправления дефектов.

Склады шихтовых и формовочных отделений состоят из закромов для хранения шихтовых и формовочных материалов, установок для подготовки этих материалов, подъездных путей и внутрицехового транспорта для транспортировки до места применения.

1.2 Режим работы цеха и фонд времени

По специализации литейный цех является цехом по изготовлению отливок в разовую песчаную форму. При технологической специализации отливки группируются по общности технологических параметров, зависящих от назначения, габаритов и др. Технологическая специализация в литейном цехе позволяет максимально механизировать и автоматизировать процессы.

Цех относится к серийному производству. В литейном цехе применяется параллельный режим работы в две смены. При данном режиме работы все технологические операции выполняются одновременно на различных производственных участках. Действительный годовой фонд времени работы оборудования приведен в таблице 1.

Таблица 1 - Фонды времени.

№ п/п	Оборудование	Номинальный фонд времени, ч	Потери, %	Действительный фонд времени, ч.
1	Плавильное	4000	5	3800
2	Формовочное	4000	3	3880
3	Стержневое	4000	5	3800
4	Смесеприготовительное	4000	5	3800
5	Термообрубное	4000	5	3800

1.3 Производственная программа

Основным документом для проектирования литейного цеха является производственная программа, которая представлена в таблице 2.

Таблица 2 - Производственная программа.

№ п/п	Наименование отливок	Марка сплава	Масса отливки, т	Количество отливок на годовую программу, шт	Масса отливок на годовую программу, т
1	Основная продукция	20Л	0,144	6944	1000
	1 Корпус	20Л	0,105	7476	785
	2 Фланец перех.	20Л	0,275	2145	590
	3 Крышка	20Л	0, 1255	3498	439
	4 Стойка	20Л	0,12	7300	876
	5 Диск	20Л	0,136	5478	745
	6 Стойка	20Л	0,24	2846	683
	7 Чаша левая	20Л	0,285	3404	970
	8 Чаша правая	20Л	0,127	4094	520
	9 Чаша левая	20Л	0,14	4700	658
	10 Чаша правая	20Л	0,14	6500	910
	11 Чаша правая	20Л	0,169	2893	489
	12 Стойка	20Л	0,24	2883	692
	13 Чаша левая	20Л	0,255	3071	783
	14 Чаша правая	20Л	0,152	5428	825
	15 Корпус	20Л	0,19	3089	587
	16 Корпус	20Л	0,246	5024	1236
	17 Корпус	20Л	0,118	6178	729
	18 Крышка	20Л	0,19	5074	964
	19 Крышка	20Л	0,192	3922	753
	20 Корпус	20Л	0,249	4651	1158
	21 Корпус	20Л	0,227	2524	573
	22 Корпус	20Л	0,105	8276	869
	23 Диск	20Л	0,141	5355	755
	24 Крышка	20Л	0,219	3703	811
	25 Крышка	20Л	0,25	3916	979
	26 Диск	20Л	0,115	4739	545
	27 Стойка	20Л	0,115	4165	479
	28 Диск	20Л	0,2	2575	515
	29 Корпус	20Л	0,132	3652	482
	30 Диск				22400
2	Запасные части	5%			1400
3	Для собственных нужд	5%			1400
4	По кооперации	10%			2800

Итого: Мощность литейного цеха составляет 28000 т/г

1.4 Плавильное отделение

Проектирование плавильного отделения заключается в составлении баланса металла по выплавляемым маркам, анализа и выбора типа плавильного агрегата , определения их количества ,размещения производственных участков и оборудования.

Расчет плавильных агрегатов начинается с определения необходимого объёма жидкого металла по отдельным маркам металла. Вес металлозавалки складывается из веса годного литья, веса металла литниковых систем, расхода металла на брак ,угар и безвозвратные потери. Расчет баланса приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Расчет баланса металла.

№ п/п	Статьи баланса металла	Марка сплава	Всего по цеху	
			%	тонн/г
1	Годное литьё	20Л	68	28000
2	Металл литниковых систем	20Л	20	8235
3	Брак	20Л	5	2059
4	Жидкий металл	20Л	93	38294
5	Угар	20Л	5	20589
6	Скрап и сливы	20Л	2	824
7	Металлозавалка	20Л	100	41176

В сталелитейном цехе универсальным плавильным агрегатом является дуговая печь. Применяем дуговую печь на постоянном токе ДППТУ-6:

- вместимость – 6 тонн;
- продолжительность расплавления – 35…40 мин.;
- удельный расчетный расход электроэнергии на расплавление твердой завалки – 430 кВт*ч/т.

При этом достигаются следующие результаты: снижение уровня вредных выбросов, износа графитовых электродов, угара металла, снижение потерь лигирующих материалов ,расход электроэнергии ,уровня шума.При переводе на питание постоянным током нескольких печей – уменьшается их количество за счет увеличения производительности. За счет интенсивного перемешивания

металла, интенсификации шлаковых процессов, увеличения усвоения ферросплавов и углерода достигается значительное улучшение качества металла.

Количество плавильных агрегатов рассчитываем по формуле[1]:

$$n = \frac{Q_{ж} \cdot K_{Н}}{\Phi_{д} \cdot g} = \frac{41176{,}4 \cdot 1{,}2}{3800 \cdot 8{,}9} = 1{,}5$$

где $Q_{Ж}$ - количество жидкого металла на годовую программу, тонн;

K - коэффициент неравномерности потребления;

$\Phi_{Д}$ - действительный фонд времени, ч.;

g - производительность вагранки, т/ч.

$$g = \frac{G}{\tau} = \frac{6}{0{,}67} = 8{,}9 \text{ т/ч},$$

$$K_{З} = \frac{n_{ТЕОР}}{n_{ПР}} = \frac{1{,}5}{2} = 0{,}75.$$

Выбираем 2 печи производительностью 8,9 тонн/час, с коэффициентом загрузки 0,75 (0,70…0,8).

Надежная работа плавильных агрегатов зависит от бесперебойной подачи исходных материалов, удаления отходов и готового продукта, для чего применяются мостовые краны.

Расчет количества мостовых кранов на плавильном участке можно производить по площади, которая обслуживается мостовым краном. Для плавильного отделения принимаем 2 основных и 1 запасной мостовых крана.

1.5 Формовочное отделение

В формовочном отделении выполняются операции формовки, сборки, заливки, охлаждения и выбивки отливок, трудоемкость которых составляет основную долю от общей трудоемкости изготовления. Современные проекты должны предусматривать максимальную механизацию и автоматизацию, как отдельных операций, так и всего комплекса работ, выполняемых в отделении. Основными факторами, обеспечивающими выбор метода формовки, является характер производства, развес, габариты и класс точности отливки, род металла,

вид производственной программы, мощность проектируемого цеха. В зависимости от указанных параметров применяется метод формовки в песчаные разовые формы.

Литье в разовые песчаные формы может производиться в сырые и сухие формы. Применение сырых форм позволяет резко сократить цикл производства отливок, расход топлива, капитальные вложения, повысить производительность при формовке и выбивке.

Началом проектирования формовочного отделения является разбивка заданной номенклатуры на весовые группы и анализ весовых групп с целью выбора рационального метода изготовления форм. Причем анализ производим с учетом веса отливок, конфигурации, класса точности и серийности производства. Для каждой весовой группы подбираем размер опок с учетом максимума металлоемкости формы, метод уплотнения, обеспечивающий необходимую плотность смеси, и определяем количество форм для выполнения годовой программы выпуска отливок.

Для выполнения всех технологических операций в отделении используем автоматическую формовочную линию. Автоматические линии являются главным средством повышения производительности труда и качества отливок. Кроме того, использование линий, представляющих собой сложные автоматические системы, будет способствовать улучшению условий труда и общей технической культуры в литейных цехах.

Для выбора и расчёта АФЛ необходимо :

-производственная программа на год,

-размер опок в свету,

-метод уплотнения.

Расчет программы производства форм на год приведен в таблице 4.

Таблица 4 - Мощность весовых групп

№	Наименование отливок	Масса, кг	Кол-во отливок, шт.	Кол-во отливок в форме	Кол-во форм, шт.	Размер форм, мм
1	1 группа:					
	Корпус	144	6944	1	6944	1000х800
	Фланец перех.	105	7476	1	7476	1000х800
	Крышка	275	2145	1	2145	1000х800
	Стойка	125,5	3498	1	3498	1000х800
	Диск	120	7300	1	7300	1000х800
	Стойка	136	5478	1	5478	1000х800
	Чаша левая	240	2846	1	2846	1000х800
	Чаша правая	285	3404	1	3404	1000х800
	Чаша левая	127	4094	1	4094	1000х800
	Чаша правая	140	4700	1	4700	1000х800
	Чаша правая	140	6500	1	6500	1000х800
	Стойка	169	2893	1	2893	1000х800
	Чаша левая	240	2883	1	2883	1000х800
	Чаша правая	255	3071	1	3071	1000х800
	Корпус	152	5428	1	5428	1000х800
	Корпус	190	3089	1	3089	1000х800
	Корпус	246	5024	1	5024	1000х800
	Крышка	118	6178	1	6178	1000х800
	Крышка	190	5074	1	5074	1000х800
	Корпус	192	3922	1	3922	1000х800
	Корпус	249	4651	1	4651	1000х800
	Корпус	227	2524	1	2524	1000х800
	Диск	105	8276	1	8276	1000х800
	Крышка	141	5355	1	5355	1000х800
	Крышка	219	3703	1	3703	1000х800
	Диск	250	3916	1	3916	1000х800
	Стойка	115	4739	1	4739	1000х800
	Диск	115	4165	1	4165	1000х800
	Корпус	200	2575	1	2575	1000х800
	Диск	132	3652	1	3652	1000х800
	Итого				135503	
2	Для собственных нужд				10000	
3	По кооперации				20000	
4	Запасные части				10000	
				Итого	175503	

Принимаем количество форм с учетом брака 5% равное 184278.

Устанавливаем автоматическую формовочную линию (АФЛ) на базе формовочной машины EFA 3 производительностью 50-90 форм/час, размер опок 1000х800х400 мм.

Определяем количество АФЛ по формуле[1]:

$$n_1 = \frac{N}{\Phi_Д \cdot g \cdot \eta} = \frac{184278}{3880 \cdot 0{,}9 \cdot 55} = 0{,}95$$

где N – количество форм на годовую программу, шт.;

$\Phi_Д$ - действительный фонд времени работы оборудования, ч.;

ή =0,9-0,95 – коэффициент загрузки;

g – производительность форм в час.

$$K_З = \frac{0{,}95}{1} = 0{,}95.$$

Принимаем 1 формовочную линию с учетом коэффициента загрузки.

Для автоматических формовочных линий определим парк опок:[1,2] П = 2*c*g*T,

где c - коэффициент, учитывающий резерв и ремонтный задел парка опок (c = 1,3);

g - производительность АФЛ, форм/час;

T - цикл оборота опок, ч.

П = 2* 1,3* 55*3 = 430 шт.

Принимаем парк опок равный 430 штук.

При изготовлении отливок, идущих на собственные нужды предприятия, по кооперации используем формовку на плацу. Для этого используем стационарный лопастной смеситель непрерывного действия модели 4727 производительностью 3,5т ч.

$$n = \frac{N}{\Phi_o \cdot g} = \frac{10000}{3880 \cdot 3{,}5} = 0{,}8$$

$$k_з = \frac{n_{теор}}{n_{пр}} = \frac{0{,}8}{1} = 0{,}8$$

Принимаем 1 лопатной смеситель с учетом коэффициента загрузки 0,8.

1.6 Стержневое отделение

Организация работы стержневого отделения и выбор метода изготовления стержней зависит в основном от характера литья. В стержневом отделении выполняются операции изготовления, покраски, сушки, зачистки, сборки стержней, их контроль и комплектование. На площади стержневого отделения размещены склады для суточного хранения стержневых ящиков и сухих стержней. Расчет стержневого отделения ведется последовательно:

1 Разбивка номенклатуры стержней на весовые группы;

2 Определение мощности весовой группы;

3 Выбор метода изготовления стержней и оборудования. 4Определение количества стержневого оборудования.

Объем производимых стержней в условиях массового и крупносерийного производства определяют по технологическим картам. В стержневом отделении размещаются каркасный участок, склады для суточного хранения стержней и стержневых ящиков. Разбивка стержней на весовые группы и габариты позволяет определить объем стержней данной группы и дает возможность свести несколько весовых групп в один технологический поток для изготовления на одном оборудовании.

Вся номенклатура стержней входит в одну весовую группу – до 100 кг. Всего в год нам необходимо изготовить 135503 стержней, а с учетом брака 5 % - 142278 стержней.

Для изготовления стержней выбираем холодно твердеющую смесь.

Производить стержни будем на автоматизированных стержневых линиях, с отверждением в оснастке, модели Л40Х. Производительность линии 40-50 съемов/час, габаритные размеры 23000х4600х3640 мм.

Состав линии:

- смеситель непрерывного действия для приготовления ХТС ;
- стол вибрационный ;
- машина стержневая поворотно-вытяжная ;
- система роликовых конвейеров ;

Определяем количество автоматизированных стержневых линий[2]:

$$n_1 = \frac{N_{СТ}}{Фд \cdot g \cdot \eta} = \frac{142278}{3800 \cdot 0{,}9 \cdot 45} = 0{,}92,$$

где $N_{ст}$ – количество стержней на годовую программу;

$Ф_д$ – действительный годовой фонд времени работы, ч.;

g – производительность линии, съемов/час;

ή – коэффициент загрузки.

$$K_з = \frac{n_{теор}}{n_{пр}} = \frac{0{,}92}{1} = 0{,}92$$

Принимаем 1 стержневую линию с учетом коэффициента загрузки (0,8 – 0,9).

Полезная площадь для хранения суточного запаса готовых стержней[3]:

$$F_{СТ} = \frac{M_C \cdot S \cdot K_1}{b} = \frac{569 \cdot 0{,}269 \cdot 0{,}6}{2} = 46 м^2,$$

где M_c – суточное количество стержней;

$$M_{ст} = \frac{Q}{Ф_д} = \frac{142278}{250} = 569 шт;$$

$S_{ст}$ – площадь, занимаемая самым большим стержнем;

K_1 –коэффициент серийности литья;

b – этажность хранения.

Определяем площадь для суточного запаса стержневых ящиков[4]:

$$F_{ящ} = \frac{M \cdot S_я \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3}{b} = \frac{30 \cdot 0{,}398 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}9}{1} = 5{,}3 м^2,$$

где M – суточная потребность в стержневых ящиках, шт; (M=30)

$S_я$ – площадь, занимаемая самым большим стержневым ящиком, м^2;

K_1, K_2, K_3 – соответственно коэффициенты серийности литья, усреднения размеров ящика, повторяемости стержня на одну форму.

b – этажность хранения.

Площадь каркасного участка при мощности цеха 28000 тонн составит 72 м^2.

1.7 Смесеприготовительное отделение

Смесеприготовительное отделение расположено по отношению к формовочному таким образом, чтобы расстояние транспортировки отработанной и свежей смесей были минимальны.

При расчете смесеприготовительного отделения общий расход смеси на годовую программу определяется по данным потребности в смеси формовочным и стержневым отделением с учетом 10-15 % потери при транспортировке и формовке.

Расчет смесеприготовительного отделения ведется следующим образом:

1) выбор типа формовочных смесей;
2) определение необходимого количества смеси ;
3) выбор метода приготовления и смесеприготовительного оборудования;4)расчет количества оборудования.

Годовое потребление формовочной смеси определяем исходя из размеров и количества изготовляемых форм для всей номенклатуры отливок, за вычетом объема, занятого отливкой с литниковой системой и стержнями, по каждому виду смеси, либо исходя из расхода смеси на тонну годного литья. По данным аналогичных предприятий (ООО «ЛМЗ «МашСталь») расход на одну тонну литья равен 11,7 $м^3$ смеси.

$V_{см}$ = 28000 х 11,7 = 327600 $м^3$.

С учетом потерь на просыпи (10 %) годовой расход смеси составит:

$V_{см}$ = 360360 $м^3$.

Принимаем комплекс технологического оборудования для автоматизированной системы смесеприготовления единых формовочных смесей модели К100Н производительностью 100 $м^3$/ч.

Состав базовых комплексов:

- роторный смеситель;
- охладитель вибрационный;
- охладитель смешивающий;
- аэратор отработанной смеси;

- аэратор готовой смеси;
- сито грубой очистки;
- сито тонкой очистки.

1.8 Термообрубное отделение

В числе затрат труда по изготовлению отливок, очистные операции составляют до 40%. Под очисткой отливок понимается весь цикл операций, которым подвергается отливка после выбивки из опоки до грунтовки.

В термообрубном отделении литейных цехов выполняют следующие работы: отделение литниковых систем, удаление стержней из полости отливок, очистку и зачистку отливок, термическую обработку, контроль качества отливок и исправление дефектов, при необходимости грунтовку.

Выбор технологического процесса обработки отливок, включающего количество, последовательность и особенности выполнения операций, делают с учетом принятого рода литейного сплава, габаритных размеров, массы и конфигурации отливок. Отливки, выбитые из литейных форм, проходят определенный по длительности цикл охлаждения естественным путем по мере их поступления в термообрубное отделение. Для весовой группы отливок до 100 кг, время охлаждения после выбивки 1,6 - 3,7 часа.

Применяем для обработки отливок следующее:

- Для отделения литниковой системы используем газовую резку в специальных камерах.
- Выбивка стержней осуществляется на электрогидравлической установке с производительностью[2]:

$$q = \frac{Q_{отл} \cdot \kappa_{н}}{\Phi_{д} \cdot n} = \frac{28000 \cdot 1{,}2}{3800 \cdot 1} = 8{,}8\, т/час$$

Принимаем установку модели 36214, производительностью 9 тонн/час, наибольшая масса загрузки 10 т.

- Очистка отливок от пригара осуществляется на дробемётной установке производительностью тонн/час,

$$q = \frac{28000 \cdot 1,2}{3800 \cdot 1} = 8,8 m/час$$

Принимаем дробемётную установку модели 42216М, производительностью 10 тонн/час., масса загружаемых отливок до 400кг.

- Зачистка отливок осуществляется на стационарных и маятниковых станках.
- Грунтовка осуществляется в покрасочной камере.

Термообработка отливок проводится в камерных печах с выкатным подом периодического действия. Термообработка применяется для снятия внутренних напряжений и улучшение обрабатываемости отливок при обработке резанием, придания металлу определенной структуры и физико-химических свойств. Для углеродистой стали 20Л, принимаем вид термообработки - нормализация. Нормализация проходит при нагреве печи от 890° до 920°С и продолжительностью цикла от 12 до 18 часов. Скорость нагрева ≥ 100°С/час. Выдержка составляет 2 - 6 часов.

Производительность печей периодического действия определяется по формуле[1]:

$q = m/\tau$,

где m - масса садки печи, т

τ - продолжительность одного цикла обработки отливок, ч

$m = F*q$,

где F - площадь пода печи, м

q - удельная нагрузка на 1м по да печи, т

$\tau = \tau_{т.о.} + \tau_{п}$,

где $\tau_{т.о.}$ - продолжительность термообработки отливок в печи

$\tau_{п}$ - потери времени на загрузку и разгрузку отливок, час.

$\tau = 18 + 0,2 = 18,2$ ч;

$m = 18*2 = 36$ тонн;

$q = 36/18,2 = 1,9$ т/час.

Определяем количество печей [1]:

$$n = \frac{N \cdot k_н}{Ф_д \cdot g} = \frac{28000 \cdot 1{,}2}{3800 \cdot 1{,}9} = 4{,}7 шт;$$

$$n = \frac{n_{теор}}{n_{пр}} = \frac{4{,}7}{6} = 0{,}8$$

С учетом коэффициента загрузки принимаем 6 печей.

1.9 Складские помещения

Особенностью литейного производства является потребление большого количества разнообразных исходных материалов для изготовления литейных форм и получения жидкого металла. Известно, что на 1 т годного литья расходуется до 3,5 т различных материалов, требующих больших транспортных и трудовых затрат на перевозку и переработку, значительных площадей хранения.

Склады с участками подготовки и хранения формовочных материалов, шихты, электродов для дуговых печей, обычно размещают в крытых помещениях с температурой выше 10^{o}С.

Складские помещения предназначены для разгрузки, хранения и подготовки шихтовых и формовочных материалов. Склад формовочных материалов расположен рядом со смесеприготовительным и стержневым отделениями. Рядом с плавильным отделением расположен склад шихты. Доставка на склад формовочных материалов осуществляется железнодорожным и автомобильным транспортом. Основными транспортными механизмами являются мостовые краны грузоподъемностью 10 тонн со съемным грейфером и электромагнитной шайбой.

Чушковые чугуны, ферросплавы, стальной и чугунный лом, возврат собственного производства, флюсы хранятся в закромах и бункерах.

Прибывшие сырые пески и глины разгружаются в разгрузочные ямы, которые также используются для хранения. Графит кристаллический, молотый уголь, бентонит, синтетические смолы, а также шамотный кирпич, глина огнеупорная для ремонта печей и ковшей хранится в специальных помещениях.

Исходными данными для проектирования складов служат количество хранимых материалов и необходимого оборудования. Расчет производится в соответствии с нормами, которые включают: тип и расход материалов, сроки и условия хранения, фонд времени работы литейных цехов.

Площадь закромов складов шихтовых материалов определяется по формуле[1]:

$$F_{хр}=1,1 \cdot (F_1 + F_2 + \ldots + F_n);$$

где 1,1 – коэффициент увеличения расчетной площади закромов с учетом их фактического заполнения;

F_1, F_2, F_n – расчетные площади для соответствующих компонентов шихты в зависимости от вида литья.

Расчет производим по формуле [1]:

$$F=\frac{Q_м \cdot a \cdot b}{\Phi_д \cdot H \cdot \gamma},$$

где $Q_м$ – вес металлозавалки из расчета на годовую программу, т;

а – норма расхода соответствующего компонента шихты от металлозавалки на годовую программу, %;

b – норма хранения компонента шихты, дн.;

$\Phi_д$ – действительный годовой фонд времени работы: $\Phi_д$=250 дней;

Н - высота хранения компонента шихты, м;

γ - насыпная масса компонента шихты, в т/м^3;

Состав шихты показан в таблице 5.

Таблица 5 - Состав шихты

Материал	% в шихте	Срок хранения, дни
Чушковые материалы	5	25
Возврат	27	3
Лом	57	12
Стружка	9	5
Добавки	2	25

Площадь закромов под чушковые чугуны:

$$F_1 = \frac{41176 \cdot 0{,}05 \cdot 25}{250 \cdot 4 \cdot 3{,}6} = 14{,}3 \text{ м}^2;$$

Площадь закромов под возврат:

$$F_2 = \frac{41176 \cdot 0{,}27 \cdot 3}{250 \cdot 3 \cdot 2{,}3} = 19{,}3 \text{ м}^2;$$

Площадь закромов под лом:

$$F_3 = \frac{41176 \cdot 0{,}57 \cdot 12}{250 \cdot 4 \cdot 2{,}3} = 122{,}5 \text{ м}^2;$$

Площадь закромов под стружку:

$$F_4 = \frac{41176 \cdot 0{,}09 \cdot 5}{250 \cdot 3 \cdot 0{,}8} = 30{,}9 \text{ м}^2;$$

Площадь закромов под добавки:

$$F_5 = \frac{41176 \cdot 0{,}02 \cdot 25}{250 \cdot 2 \cdot 1{,}2} = 34{,}3 \text{ м}^2;$$

$$F_{хр} = 1{,}1(14{,}3+19{,}3+122{,}5+30{,}9+34{,}3) = 243{,}4 \text{ м}^2;$$

Площадь под технологическое оборудование:

$F_{тех.об.} = 50$ м^2;

Площадь, занятая внутренними эстакадами и местами для разгрузки материалов, определяется[2]:

$$F_{эстакады} = m \cdot l \cdot n = 6 \cdot 50 \cdot 1 = 300 м^2,$$

где m – ширина разгрузки, м;

l – длина эстакады, м;

n – количество эстакад.

Площадь проходов и проездов составляет 20% от полезной площади ($F_{хр}+F_{тех.об}+F_{эст.}$) и равна 118, 7 м^2.

$$F_{скл.\ ших} = F_{хр}+F_{тех.об}+F_{эст}+F_{пр} = 243{,}4 + 50 + 300 + 118{,}7 = 712{,}1 \text{ м}^2.$$

Расчет площади закромов формовочных материалов производим по формуле:

$$F_{ф.м.} = 1{,}25 \cdot (F_1 + F_2);$$

1,25 – коэффициент увеличения расчетной площади закромов с учетом их фактического заполнения;

F_1, F_2 – расчетные значение площади закромов соответственно кварцевого песка, бентонита.

Площадь закромов для каждого компонента формовочных материалов определяется по формуле:[4]

$$F=\frac{Q_г \cdot a^| \cdot b}{\Phi_д \cdot H \cdot \gamma},$$

где $Q_г$ – мощность цеха годного литья;

$a^|$ – норма расхода соответствующего материала на тонну годного литья.

Площадь закромов для кварцевого песка:

$$F_1=\frac{28000 \cdot 0{,}288 \cdot 10}{250 \cdot 4 \cdot 0{,}2} = 90 \text{ м}^2$$

Площадь для хранения связующего:

$$F_2=\frac{28000 \cdot 0{,}09 \cdot 30}{250 \cdot 4 \cdot 1{,}6} = 47 \text{ м}^2$$

$$F_{хр.}=1{,}25 \cdot (90+47)=171 \text{м}^2;$$

Площадь под технологическое оборудование (сушило, сито вибрационное, мельницы, установка для сушки песка в кипящем слое) будет составлять:

$F_{тех.об.} = 50$ м^2.

$F_{эст}=m \cdot l \cdot n=6 \cdot 10 \cdot 1= 60$ м^2;

Площадь проходов составляет 20% от полезной площади:

$(F_{хр}+F_{тех.об}+F_{эст}) \cdot 0{,}2 =(171+50+60) \cdot 0{,}2= 56$ м^2;

$F_{форм.мат.} = F_{хр}+F_{тех.об}+F_{эст}+F_{пр} = 171+50 + 60 + 56= 337$ м^2.

Для проведения химического анализа металла во время плавки, текущего контроля качества форм и стержневых смесей в литейном цехе предусмотрены экспресс лаборатории. Они размещаются непосредственно в плавильном и смесеприготовительном отделениях.

Площадь химической и спектральной лабораторий – 72 м^2, лаборатории формовочных материалов – 36 м^2.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ «КОРПУС»

2.1 Анализ конструкции детали и выбор способа литья

При разработке литейной технологии очень важен обоснованный выбор наиболее рациональных приёмов, обеспечивающих необходимые эксплуатационные свойства литых деталей и высокие технико-экономические показатели производства; получение качественных отливок при минимальной их стоимости; высокая производительность; экономия металла в результате уменьшения припусков на обработку; экономия топлива, основных и вспомогательных материалов.

Проектирование технологического процесса изготовления отливки включает разработку необходимой технологической документации: чертежей, расчётов, технологических карт и др.

При выборе способа изготовления отливки в первую очередь принимают во внимание результаты анализа условий эксплуатации и технологичности детали.

Отливка «Корпус» имеет простые геометрические формы, одну открытую внутреннюю полость, на боковых и верхнем фланцах имеются отверстия(Рисунок 1). Габаритные размеры 498×445×445 мм и масса 144 кг. Деталь изготавливается из стали марки 20Л , по техническим условиям соответствует ГОСТ 26358-94.

В зависимости от назначения литых деталей и требований, предъявляемых к ним, отливки подразделяют на три группы ответственности: общего, ответственного и особо ответственного назначения.

Согласно методике [7] отливка «Корпус» относится к отливкам ответственного назначения, так как она изготавливается для деталей, работающих при статических и динамических нагрузках, следовательно, она относится ко второй группе ответственности.

Размерная точность обрабатываемых поверхностей колеблются от ±2 мм до ±8 мм, шероховатость по Ra 12,5 и 6,3.

Механическая обработка ведется по поверхностям фланцев.

Исходя из выше перечисленного делаем вывод, что деталь технологична.

Отливка «Корпус» изготавливаем литьем в разовую песчаную сырую форму из смеси с влажностью до 3,5% и прочностью от 120 до 160 кПа (1,2 – 1,6 кг/см^2), со средним уровнем уплотнения до твердости не ниже 80 единиц.

Все необходимые основные технологические операции выпоняются на автоматической формовочной линии. Простановка стержней осуществляется вручную.

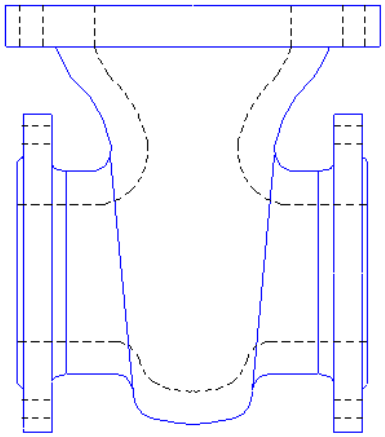

Рисунок 1 - Эскиз детали.

2.2 Выбор расположения и количество отливок в литейной форме

При определении положения отливки «Корпус» учитывались следующие правила:

1) формы для отливок, имеющих конфигурацию тел вращения с обрабатываемыми наружными или внутренними поверхностями, лучше заливать в вертикальном положении.

Технологичность конструкции литой детали определяется выбранным способом литья, уровнем технологии и механизации конкретного производства отливок, условиями механической обработки и эксплуатации детали.

2) Путь прохождения металла от литниковой системы до тонких стенок должен быть кратчайшим.

Важным является определение оптимального числа отливок в форме. В условиях массового производства отливок в песчаных формах желательно в форме размещать не менее четырёх отливок «Корпус».

Выбор поверхности разъема формы подчинен выбору положения формы при заливке. При определении линии разъема формы и модели руководствуемся следующим:

1) форма и модель должны иметь, по возможности, одну поверхность разъема, желательно плоскую и горизонтальную, удобную для изготовления и сборки формы;

2) модель должна свободно извлекаться из формы.

Обработка конструкции детали на технологичность должна производиться применительно к выбранному способу изготовления отливки.

3) конфигурация отливки выполняется без резких переходов, что в свою очередь облегчит изготовление модели и извлечение её из формы, сведено к минимуму использование литейных стержней, что обеспечит хорошее качество формы и отливки и позволит максимально механизировать и автоматизировать процесс изготовления отливки;

4) в местах сопряжении различных элементов предусмотрены плавные переходы, так как они способствуют уменьшению возникновения внутренних напряжений трещин в отливке;

5) для лучшего извлечения модели из полуформы и улучшения качества поверхности детали, согласно размерам отливки, были назначены формовочные уклоны, величина наружных и внутренних формовочных уклонов выбраны по ГОСТ 3212-92 в зависимости от высоты протягивания модели, а так же от способа и вида литья принимаем уклоны 2 мм.

6) необходимое удобство формовки и сборки.

Исходя из выше перечисленных факторов отливка «Корпус» будет располагаться в двух полуформах, по разъёму формы. В одной литейной форме изготавливаются одна отливка.

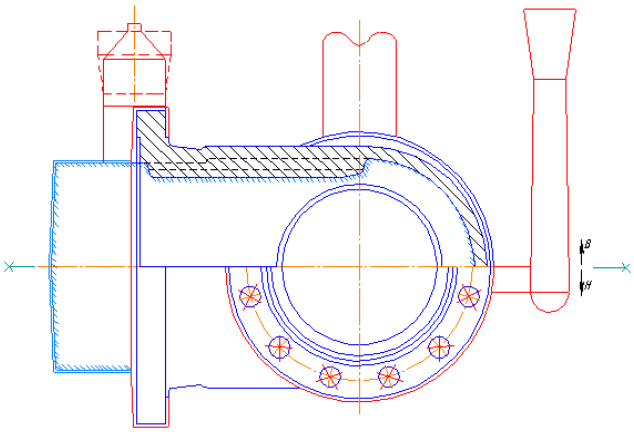

Рисунок 2 - Расположение отливки «Корпус» в форме.

2.3 Определение границ поверхности отливки, выполняемых стержнями

Предварительно необходимо определить возможность выполнения отверстий в процессе получения отливки и тех частей отливки, которые не могут быть получены с помощью модели.

При определении участков поверхности отливки, выполняемые стержнями, нужно руководствоваться следующими правилами:

1. минимальными затратами обеспечивать изготовление стержневых ящиков;
2. обеспечивать удобную установку стержней в форму и контроль всех размеров полостей в ней;
3. учитывать конфигурацию и габаритные размеры отливки, определяющие расход смесей на изготовление стержней.

В данной отливке «Корпус» имеются 22 отверстий: два отверстия ∅296 мм и ∅200 мм выполняются стержнем и 20 отверстий Ø22 мм, которые не выполняются стержнями, а получаются путем механической обработки. На рисунке 2 представлен эскиз отливки со стержнем.

2.4 Определение размеров модельной плиты и опоки

Для выбора модельной плиты, необходимо определиться с размерами опок в свету.

Основные требования, предъявляемые к опокам: высокая прочность, жесткость и минимальная масса. Каким-либо расчётом, основанным на теоретическом анализе, определить габаритные размеры опок не предоставляется возможным, при решении этого вопроса необходимо руководствоваться обобщенными практическими данными.

Выбор оптимальных размеров опок и размещение моделей в опоке или на плите имеют важное значение. Большие габаритные размеры опок значительно увеличивают удельный расход формовочных материалов. Уменьшение размеров опок при одном и том же количестве моделей приводит к появлениям различных дефектов. Выбор расстояний между моделями и элементами формы производится по специальной методике[5] и выбирается ближайшая из нормативного ряда или существующего оборудования.

Выбираем автоматическую формовочную линию«HWS» ,на которой применяются опоки размерами 1000х800х400 мм, и соответственно, модельные плиты размерами 950х750 мм.

2.5 Выбор материала для изготовления модельного комплекта; назначение точности модельного комплекта; разработка конструкции модельного комплекта

Модельный комплект - это совокупность элементов, предназначенных для изготовления стержней и получения рабочих полостей в литейной форме. В модельный комплект входят: модели низа и верха, стержневой ящик, модели элементов литниковой системы, модельные плиты, формовочные и стержневые шаблоны, шаблоны для контроля и сборки форм и стержней, модельных плит.

От точности изготовления модельно-стержневой оснастки во многом зависит точность отливки. Класс точности модельного комплекта назначается в соответствии с классом точности размеров отливок. Так как класс точности размеров отливки – 11, следовательно, класс точности модельного комплекта по ГОСТ 3212-92 – МК6.

Модели и стержневые ящики являются основной оснасткой, применяемой при изготовлении форм и стержней. Конструкции моделей и стержневых ящиков должны обеспечивать:

- незатрудненную набивку и выемку моделей из формы и стержней из стержневого ящика;
- получение чистой и гладкой рабочей поверхности форм и стержней;
- достаточную прочность при уплотнении для выдержки нагрузки при транспортировки и заливки формы;
- технологичность и экономичность.

Исходными данными для конструирования моделей и стержневых ящиков является:

- общие технологические разработки, выполненные на чертеже детали, и отражающие выбранный метод изготовления формы и отливки в целом;
- чертеж отливки;
- расчеты, на основание которых определены технологические размеры.

Модель отливки и элементы литниковой системы изготавливаем из алюминиевого сплава АК5М7 ГОСТ 1583-93 с учетом усадки, формовочных уклонов, припусков на механическую обработку отливки. Модельные плиты принимаем для машинной формовки и изготовляем из чугуна с пластинчатым графитом марки СЧ 20 ГОСТ 1412-85.

Материалы, из которого изготовляют модель, должны быть прочными ,легкими , и хорошо обрабатываться. Основные преимущества металлической модели: долговечность, точность, хорошее качество рабочей поверхности.

Крепление модели отливки и моделей элементов литниковой системы на модельных плитах осуществляем при помощи винтов, штифтов, шайб и гаек. Отверстие над винтами заливается эпоксидной смолой ЭД-20.

2.6 Разработка конструкции стержневого ящика и выбор материала для его изготовления

Для изготовления стержней применяют стержневой ящик. Ящик разъёмный алюминиевый АК7 ГОСТ 1583-93 на 1 стержень. По конструкции стержневой ящик состоит из двух половинок. На ящике имеются уши для крепления половинок ящика к стержневой машине. Скрепление двух половинок стержневого ящика осуществляется при помощи штырей и втулок.

Полость стержневого ящика соответствует внешним очертаниям стержня со знаковыми частями. Исполнительные размеры полости ящика выполняются больше на величину усадки по сравнению с номинальными размерами отливки. Важным элементом ящика, определяющим его прочность, являются стенки. При выборе толщины стенок и других размеров стержневого ящика исходят из среднего габаритного размера в соответствии с ГОСТ 13138-67.

Конструкция стержневого ящика представлена на рисунке 3.Материал стержневого ящика - АК7 ГОСТ 1583-93.

Для исключения быстрого износа плоскость разъема алюминиевых ящиков бронируется стальным листом (Ст 3) толщиной 2 мм.

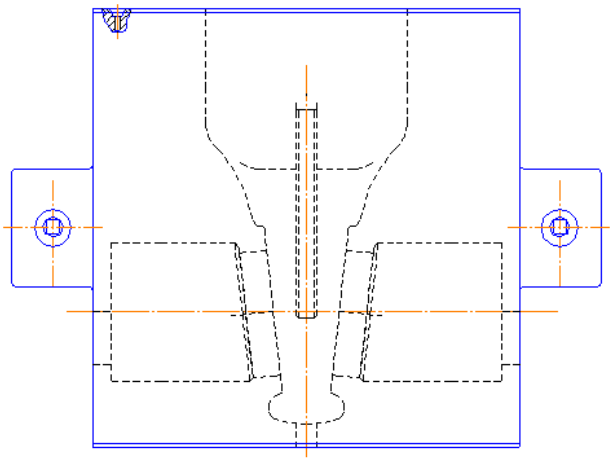

Рисунок 3 - Стержневой ящик

2.7 Выбор и расчет литниково-питающей системы

Согласно ГОСТ 18169-82 литниковая система представляет собой совокупность каналов и элементов литейной формы для быстрого и плавного

подвода металла в полость формы, обеспечивающих заполнение и питание отливки при затвердевании.

В отливке «Корпус» используют боковую литниковую систему, так как она обеспечивает:

1 - заполнение формы;

2 - ламинарный режим движения расплава по каналам литниковой системы;

3 - задержку неметаллических включений ;

4 - равномерное распределение температур при застывании отливки.

Неправильно выбранный режим заполнения формы и ошибки в построении литниковых систем приводит к возникновению в отливках различных дефектов: недоливов; неметаллические включения в виде шлаков и газовых раковин; усадочных раковин, пористости, трещин и коробления, пригара и других дефектов. Они возникают вследствие неравномерного прогрева формы, механического разрушения поверхности форм и стержней, вызванных воздействием струи расплава.

Кроме этого литниковая система должна быть простой по конструкции, небольшой по объему, чтобы обеспечить экономическую целесообразность изготовления отливки.

Литниковая система включает в себя следующие элементы: стояк ,литниковый ход, питатель, прибыль.

Выбрав место подвода металла в форму и тип литниковой системы, рассчитываем площади поперечных сечений и определяем размеры элементов литниковой системы по методике[6].

Расчет прибыли. При конструировании прибылей необходимо руководствоваться следующими основными требованиями:

- прибыль должна застывать позже отливки и обеспечивать в течении всего периода охлаждения достаточное питание теплового узла, быть экономичной и иметь минимально возможную поверхность охлаждения;

- конструкция прибыли должна обеспечивать удобство формовки и легкое отделение её от отливки;

- необходимо широко использовать закрытые прибыли шаровидной формы; применение их облегчает процесс формовки, сокращает расход металла и предохраняет форму от засорения перед заливкой;

- усадочная раковина в прибыли не должна достигать шейки;

- шейка, как и прибыль, должна застывать позже отливки;

- сечение шейки должно быть по возможности круглым;

- для эффективного действия прибыли необходимо обеспечить принцип направленного затвердевания, сохраняя при этом высокую температуру металла в прибыли за счёт её утепления или обогрева (заливка горячего металла, засыпка поверхности прибыли древесным углём; применение экзотермических смесей);

- из одной прибыли следует питать как можно большее число отливок;

- прибыли следует размещать по возможности в верхней части отливки с тем, чтобы она выполняла и роль выпора.

Исходя из этих требований, для нашей отливки принимаем открытую атмосферную прибыль. Расчёты закрытых прибылей можно произвести по формулам И. Пржибыла[5]:

$$H=D=1{,}15*\sqrt[3]{\frac{XB}{1-XB}}*V,$$

где D – диаметр прибыли, дм;

H – высота прибыли, дм;

B – усадка металла (%) за период от температуры заливки до температуры Затвердевания, B=0,035;

V – объём питаемой части отливки, $дм^3$;

X – коэффициент «неэкономичности» прибыли, равный отношению объёма прибыли к объёму сосредоточенной усадочной раковины, составляет для атмосферной открытой прибыли X=9.

Получаем:

$H_1=H_2=D=1,15*\sqrt[3]{\frac{9*0,035}{1-9*0,035}}*2,865=1,15*\ 0,725*2,865=0,25431$ м

$m_{пр}$=2*0,000831*7500= 12,5 кг

$H_3=D=1,15*\sqrt[3]{\frac{9*0,035}{1-9*0,035}}*1,481=1,15*\ 0,725*1,481=0,13145$ м

$m_{пр}$=0,000578*7500= 4,335 кг

$H_4=D=1,15*\sqrt[3]{\frac{9*0,035}{1-9*0,035}}*3,75=1,15*\ 0,725*3,75=0,33286$ м

$m_{пр}$=0,002*7500= 15,4 кг

Находим общую металлоёмкость формы:

$G=m_{отл}+m_{пр}+m_{лпс}=144+32,24+48=225кг$

Рассчитываем время заливки формы[6]:

$$\tau=1,5*\sqrt[3]{\delta*M}=1,5*\sqrt[3]{54*144}=29,7c\ ,$$

где δ - преобладающая толщина стенки отливка: δ=0,0325 м.

M – масса отливки: M=144 кг.

Литейная усадка – 1,5%.

Литейные радиусы – 8 мм.

Уклоны - 2^0.

Определение суммарной площади сечения питателей.

Соотношение площадей питателя, литникового хода и стояка [5,6]:

$$\sum F_{пит}:\sum F_{лх}:F_{ст}=1,0:1,0:1,0;$$

Суммарную площадь сечения питателей находим по формуле[5]:

$$\sum F_n=\frac{G}{\rho*\tau*\mu*\sqrt{2*g*H_{CP}}},\text{ где}$$

G – общая масса металла в форме: G=225 кг;

μ - общий коэффициент расхода в литниковой системе: μ=0,32;

ρ – плотность сплава, ρ=7500 кг/м^3;

g – ускорение свободного падения: g=9,8 м/с^2;

H_{CP} – средний гидростатический напор:

$$H_{CP} = H_{CT} - \frac{h_0}{2} = 0{,}15 - \frac{0{,}23}{8} = 0{,}122\text{м}.$$

Суммарная площадь сечения питателей равна:

$$\sum F_{пит}^{общ} = \frac{225}{7500 * 29{,}7 * 0{,}32 * \sqrt{2 * 9{,}8 * 0{,}122}} = 0{,}00204 м^2 = 20{,}4 \text{ см}^2$$

Из соотношения площадей элементов литниковой системы находим площадь литникового хода:

$$\sum F_{пит} : F_{лх} = 1{,}0 : 1{,}0$$

$$\sum F_{лх} = 20{,}4 см^2$$

Также из соотношения площадей находим площадь стояка, так как стояк работает на четыре отливки, то получим:

$$\sum F_{пит}^{общ} : F_{ст} = 1{,}0 : 1{,}0$$

$$F_{ст} = 20{,}4 \text{ см}^2 .$$

Размеры элементов выбираем [5,6]:

$\Sigma F_{пит} = 20,4 \text{ см}^2$;

$F_{пит} = 10,2 \text{ см}^2$;

Кол-во = 2 шт.

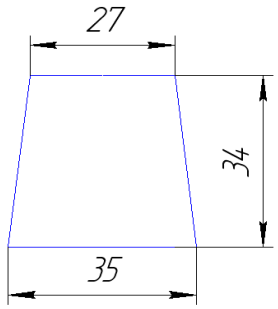

Рисунок 4 - Питатель

Выбираем размер литникового хода [5]:

$\sum F_{лх} = 20{,}4 см^2$

$F_{лх} = 10,2 \text{ см}^2$;

Кол-во=1 шт.;

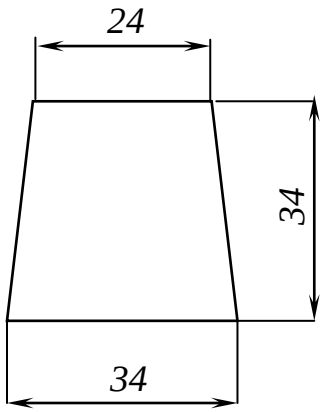

Рисунок 5 – Литниковый ход

Уклон воронки составляет 5-8^0:

$F_{ст}$ = 20, 4 см^2

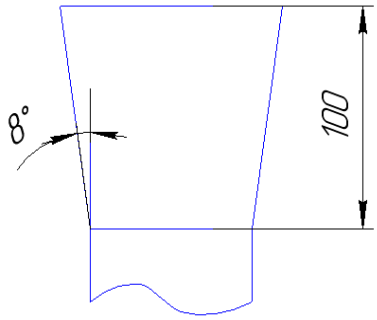

Рисунок 6 – Воронка

Выбираем диаметр стояка :

$F_{ст}$ = 20, 4 см^2

Кол-во = 1 шт.

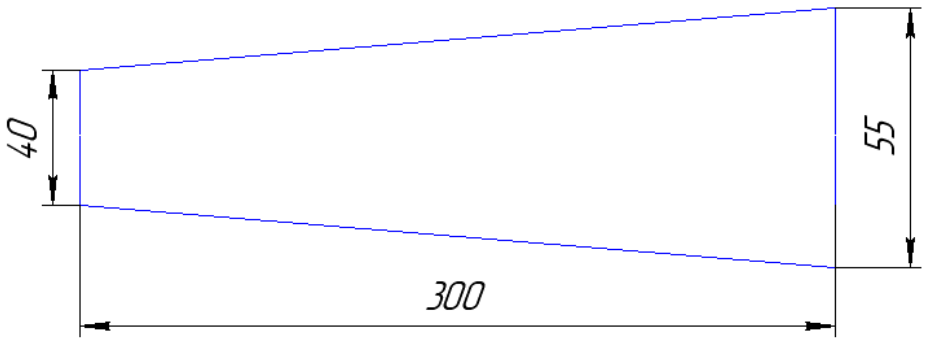

Рисунок 7 - Стояк.

2.8 Назначение точности изготовления отливок

При выборе и назначении норм точности отливки необходимо произвести анализ параметров литой детали по ее чертежу и условий её производства. На основе анализа необходимо выявить основные факторы, влияющих на точность изготовления; критерии оценки для выбора норм точности по каждому из параметров. На основании выявленных факторов и критериев оценки определяются значения норм точности отливки и модельного комплекта[7].

Выбор класса размерной точности отливки зависит от следующих факторов: способа литья; габаритного размера отливки; марки сплава; вида термообработки отливки; сложности конструкции отливки; характера производства. Определяющее влияние оказывает способ литья.

На выбор степени коробления отливки оказывают влияние все перечисленные выше факторы, но из них определяющее влияние оказывают:

- многократность использования литейной формы (разовые или многоразовые); при использовании разовых форм точность значительно ниже, чем при использовании многоразовых форм;

- значение отношения минимального и максимального размеров конструктивного элемента отливки; чем меньше это значение, тем более вероятно значительное коробление данного элемента.

Степень точности поверхности и класс точности массы отливки о-пределяют в основном те же факторы, которые определяют размерную точность. Только на точность массы значительное влияние оказывает не габаритный размер, а масса отливок.

2.9 Назначение класса размерной точности

Под точностью отливки понимают степень соответствия её геометрических и массовых параметров тем параметрам, которые заданы на её изготовление при конструировании.

ГОСТ 26645-85 устанавливает 22 класса размерной точности (от 1 до 16 с включением перед классами 3, 5, 7, 9, 11 и 13 классы 3т, 5т, 7т, 9т, 11т и 13т).

Чем выше численное значение класса размерной точности (КРТ), тем ниже точность размеров отливки. Определяющими факторами назначения класса размерной точности являются в первую очередь – способ литья; во вторую – максимальный габаритный размер литой детали; в третью очередь – назначенный литейный сплав для изготовления литой детали.

Исходя из того, что наша отливка получается литьём в разовую песчаную форму, максимальный габаритный размер – 504 мм, а материал – сталь 20Л, то наша отливка относится к 11 классу точности.

2.10 Назначение степени коробления и допуска на отклонение формы и расположения поверхности отливки

Точность формы и расположения поверхности отливки нормируется 11 степенями коробления (от 1 до 11). Чем выше численное значение степени коробления, тем меньше точность формы. Степень коробления (СК) назначается единой на все элементы отливок.

ГОСТ 26645-85 разрешает не нормировать точность отклонения формы отливки и не назначать степень коробления на отливку. В данном случае допуск на отклонение формы и расположения поверхности конструктивного элемента отливки принимается 0,25 от допуска на отклонение размера данного конструктивного элемента отливки.

Назначение степени коробления производится после анализа способа литья, в особенности многократности использования литейной формы, а также максимальных и минимальных размеров отливки. Способы литья, в которых многократно используются литейные формы, позволяют получать более точные отливки по отклонению формы. Определяющим фактором выбора степени коробления является соотношение минимального и максимального размеров конструктивного элемента. Чем длиннее конструктивный элемент, чем он тоньше, тем меньше значение их соотношения, тем больше вероятность коробления, тем выше значение степени коробления.

Исходя из этого, назначаем 8 степень коробления отливки ,изготавливаемой в разовой форме.

2.11 Назначение степени точности поверхности и допуска на отклонение её неровностей

Точность поверхности отливки нормируется 22 степенями точности поверхности (от 1 до 22). Степень точности поверхности (СТП) назначается единой на все поверхности отливки. ГОСТ 26645-85 допускает не нормировать точность поверхности и не назначать степень точности поверхности.

При назначении степени точности поверхности определяющими факторами являются: способ литья, максимальный габаритный размер, тип сплава и вид термообработки отливок. Также при назначении степени точности поверхности анализируют сложность отливки и условия их производства (механизация, автоматизация и т.д.).

Для отливки «Корпус», изготавливаемой литьём в разовую песчаную форму, из стали 20Л, имеющей максимальный габаритный размер 504 мм назначаем 14 степень точности.

Значение допусков на отклонение неровностей поверхности полностью зависит от назначенной степени точности поверхности. Назначаем допуск 1,0 мм.

2.12 Назначение класса точности массы и допуска на ее отклонение

Точность массы отливок нормируется 22 классами точности массы (КТМ). По численным значениям они полностью совпадают с классами размерной точности. Назначение класса точности массы обязательно. Это объясняется тем, что разброс массы литой детали зависит от разброса плотности сплава, тогда как плотность сплава формируется на операции изготовления отливки (заливка и кристаллизация сплава в форме). На стадии обработки отливки резанием разброс плотности изменить уже нельзя. Поэтому необходимо нормировать отклонение массы детали на стадии изготовления отливки.

Точность массы отливки, так же как и размерная точность, зависит от множества факторов конструктивных и технологических. Но определяющими факторами точности являются: способ литья, масса отливки, тип сплава.

Для отливки «Корпус», изготавливаемой литьём в разовую песчаную форму, из стали 20Л, массой 144 кг назначаем 11 класс точности массы.

Допуск на отклонение массы отливок назначается в процентах от номинальной массы отливок. Его значение зависит от номинальной массы отливок и назначенного класса точности массы. Исходя из того, что масса нашей отливки 144 кг, а класс точности массы 11, назначаем допуск на отклонение массы 2%.

Определив все значения на чертеже необходимо внести следующую запись:

Точность отливки 11 – 8 – 14 – 11 ГОСТ 26645 – 85.

2.13 Нормы точности модельных комплектов

Для обеспечения параметров точности отливки необходима модельная оснастка с определенной размерной точностью. ГОСТ 3212-92 устанавливает девять классов точности модельного комплекта для изготовления песчаных и оболочковых форм.

Класс точности модельного комплекта взаимосвязан с классом размерной точности отливки (по ГОСТ 26645-85). При назначении норм точности на модельный комплект следует учесть, что:

- допуск на отклонение размеров стержневых знаков разрешается выполнять на класс ниже, чем рабочей поверхности модельного комплекта;

- допуски на отклонение размеров криволинейных формообразующих поверхностей, изготавливаемых по шаблону, разрешается увеличить на 50%;

- точность модельного комплекта проверяют сопоставлением действительных размеров с допускаемыми размерами, заданными на чертеже отливки с учетом назначенной литейной усадки.

Класс точности модельного комплекта учитывается при назначении

технологических зазоров между размерами стержневых знаков, оформленных стержневым ящиком в стержне и моделью в литейной форме. Значения данных технологических зазоров в зависимости от точности модельного комплекта согласно ГОСТ 3212-92 разделены на три группы.

К первой группе относятся значения технологических зазоров при выполнении модельного комплекта по 1-3 классам точности. Ко второй группе относятся значения технологических зазоров при выполнении модельного комплекта по 4-6-му классам точности. К третьей группе относятся значения технологических зазоров при выполнении модельного комплекта по 7-9 классам точности. Причем зазор третьей группы в 1,25-1,35 раза больше, чем размер того же зазора из второй группы, и в 1,5-1,7 раз больше, чем размер того же зазора из первой группы.

Класс размерной точности для отливки «Корпус» 11, на модельный комплект назначаем 6 класс точности.

На чертеже необходимо внести следующую запись:

Точность МК6 – металл ГОСТ3212 – 92.

2.14 Определение общего припуска на механическую обработку

Общий припуск на механическую обработку конструктивных элементов отливки назначают, исходя из методики [7]

Согласно представленной методике рассчитаны и назначены припуски на все обрабатываемые поверхности. Значения припусков представлены ниже.

Общий припуск на механическую обработку составил:

- на ∅445 мм = 5 мм
- на размер 419 мм = 3 мм
- на ∅375 мм = 5 мм
- на размер 310 мм = 5 мм
- на размер 40 мм = 2 мм

В технических требованиях чертежа отливки указываются значения номинальных масс детали, припусков на обработку, технологических припусков и массы отливки.

При отсутствии технологических напусков соответствующие величины обозначаются «0».

После определения общего припуска назначаем вид окончательной механической обработки.

2.15 Выбор составов формовочных, стержневых смесей и красок

При стальном литье для единой формовочной смеси используются кварцевые формовочные пески с содержанием глинистой составляющей до 1% со средним размером зерна 016…02. Выбираем единую формовочную смесь для стального литья массой до 100 кг[8].

Состав формовочной смеси:

- отработанная смесь 90 – 92 %;
- кварцевый песок 6,5 – 8 %
- бентонит 1,0 – 1,5 %
- ЛСТ 0,5 – 1%

Характеристики формовочной смеси:

- влажность 3,5 – 4,5 %;
- газопроницаемость 80 – 100 ед.
- $\sigma_{сж}$ в сыром состоянии 0,3 – 0,5 кг/см^2

Состав стержневой смеси :

- песок кварцевый 100%
- связующее смола «Карбэктис-3» 0,9%
- отвердитель АМС 5, АМС 10 0,2%

Характеристики стержневой смеси:

- прочность при сжатии через 1час 5,0 кг/см^2
  через 24 часа 7,0кг/см^2

- газопроницаемость 100.;

На поверхность готовых форм и стержней наносят противопригарные покрытия в виде красок.

Состав краски:

- графит скрытокристаллический 33 – 33,5 %
- графит кристаллический 16,5 %
- связующий материал КБЖ 10 %
- техническая мочевина 10 – 15 %
- окись цинка 0 – 0,5%
- персульфат аммония 2,5 %
- растворитель (вода) 25 – 3 %
- плотность краски (1,35 – 1,4)*10^3кг/$м^3$

2.16 Технология изготовления отливки.

Отливка «Корпус» изготавливается на автоматической формовочной линии. Литейные полуформы уплотненные на формовочных автоматах поступают на участок сборки, где в нижнюю полуформу с помощью простановщика устанавливают литейный стержень. Сборщик собирает литейную форму и направляет её по рольгангу на заливочную ветвь. Стопорный ковш располагают на заливочной установке, которая заливает поступающие литейные формы. После заливки формы охлаждаются на специальных рольганговых участках до температуры металла не выше 300-400 градусов. По мере остывания формы подаются на инерционную выбивную установку. Где с помощью прошивного механизма ком смеси с отливкой выдавливается на полотно решётки. Пустые опоки поступают к формовочным автоматам низа и верха. Извлечённые отливки по пластинчатому конвейеру направляются в термообрубное отделение на обработку, а отработанная смесь на переработку в автоматизированный смесеприготовительный комплекс.

2.17 Технология изготовления литейных стержней.

Литейные стержни изготавливаются на автоматической стержневой линии модели Л40Х. Основным агрегатом является лопастной смеситель непрерывного действия. Исходные материалы подаются в приемные воронки в начале желоба. Кварцевый песок из бункера подается через дозатор, регулирующей поток изменением сечения проходного отверстия. Подача жидких компонентов производится насосами, находящимися в основании смесителя. Регулирование количества подаваемой жидкости производится изменением частоты вращения насоса. Контроль расхода осуществляется ротаметрами. Подача компонентов производится через трёх линейные клапана, которые при временной остановки машины выключают подачу и переводят систему на холостой режим. В процессе уплотнения стержневой ящик устанавливается на вибростоле, который включается при засыпки смеси для получения более плотной упаковки. После отверждения стержня стержневой ящик направляется на поворотно-вытяжную машину для извлечения литейного стержня. Стержни подвергаются контролю, покраске, сушке, в случае необходимости ремонту или сборке. Готовые стержни хранятся на складе и по мере необходимости направляются на участок сборки формовочного отделения.

2.18 Назначение температуры заливки сплава, времени выдержки отливки в форме, температуры выбивки отливки

Плавка металла производится в электродуговой печи. Температура заливки составляет 1450-1550 С (1540-1570). Заливка формы должна вестись без перерыва, с полным заполнением литниковой чаши или воронки. При несоблюдении этого требования возможно попадание остатков шлака в форму и засасывание атмосферного воздуха, что приводит к браку отливок. Высота струи от носика ковша до чаши или воронки не должна быть более 150-200 мм. Продолжительность заливки формы 29,7 секунды.

После заливки формы, отливка должна охлаждаться полностью.

В отливках, которые неодинаково освобождаются от формовочной смеси и в них остаются стержни, значительно возрастают временные термические напряжения, т. к. оголенные участки отливок охлаждаются быстрее покрытых формовочной смесью, а стенки, образуемые стержнями, охлаждаются значительно медленнее.

2.19 Выбор ковша для заливки формы

Основными параметрами для определения заливки служит род заливаемого металла и размеры отливки. На основе практических данных и по справочным данным принимаем температуру заливки форм. Принимаем для заливки формы стальным сплавом стопорный ковш. Перед заливкой берутся пробы для определения металла на жидкотекучесть, усадку, на содержание углерода и для определения структуры металла. Скорость заливки зависит от веса отливки, её конфигурации, средней толщены стенки и конструкции литниковых систем. После заливки отливки для предотвращения трещин и коробления выдерживают в форме и охлаждаются до определенной температуры.

Минимальная масса металла в ковше определяется суммарной металлоемкостью форм, заливаемых из одного ковша, с учетом запаса возможных переливов и погрешностей формовки. Емкость заливочного ковша Gк [1]:

$$G_k = \left(\Delta t_{ty} / \Delta t_i\right) * m_{фi},$$

где Δt_{ty} - допустимый интервал температур заливки по ТУ, ^{0}C;

Δt_i - снижение температуры при заливке одной формы, ^{0}C;

$m_{фi}$ – металлоемкость формы, кг

Получаем:

$$G_k = (100/60) * 225 = 394 кг$$

Выбираем ковш емкостью 6 тонн для передачи жидкого сплава от плавильного агрегата до заливочной установки.

2.20 Обработка отливок

Удаление стержней из отливок, имеющих свободный доступ к внутренним полостям производиться в гидравлической камере.

Удаление стержней из закрытых отливок и остатков стержней после обработки отливок в гидрокамере производиться с помощью пневматического рубильного молотка с возможным сохранением каркасов для повторного использования.

Зачистка производится абразивными кругами на основе керамического связующего на маятниковых подвесных станках с целью удаления заусенцев, неровностей поверхности.

Очистка отливок от пригара осуществляется в дробемётных камерах.

Отливку «Корпус» для снятия внутренних напряжений и получения нужной структуры подвергаем термической обработке – нормализация при температуре 900-950 градусов в течение 12-14 часов.

Отливка «Корпус» подвергается контролю.

При контроле определяют:

Соответствие геометрических размеров с помощью шаблонов и измерительных инструментов, химический состав сплава методом химического и спектрального анализа, механические свойства с помощью методов разрушающего контроля, наличие дефектов в отливке рентгеновским методом, проверка отливки на герметичность на испытательном стенде.

Визуальный измерительный контроль— позволяет выявить видимые поверхностные дефекты. Для обнаружения трещин при наружном осмотре используют лупы, простукивание отливок, смачивание отливок керосином и маслом.

Для проверки размеров отливок и их соответствия чертежам осуществляют разметку, при которой устанавливаются допуски, припуски на механическую обработку, расположение отверстий и т.д. С целью упрощения операций по разметке применяют измерительные шаблоны.

Контроль шероховатости поверхности осуществляют с помощью профилографа.

Контроль герметичности проверяется протечкой жидкости через поры в стенках отливки.

Список используемой литературы

1. **Логинов, И.З. Проектирование литейных цехов** [Текст]: учебник для вузов / И.З. Логинов. – Минск: Высшая школа, 1975. – 320с.

2. **Шуляк, В.С. Проектирование литейных цехов** [Текст]: учебник для вузов / В.С. Шуляк. – М. МГИУ, 2007. - 92с.

3. **Основы проектирования литейных цехов и заводов** [Текст]: учебник для вузов / Л.И. Фанталов, Б.В. Кнорре, С.И. Четверухин [и др.] Под ред. Кнорре Б.В. – 2-ое изд., перераб. – М.: Машиностроение, 1979. – 376 с.

4. **Машины и технология литейного производства** [Текст]: учебное пособие для студентов вузов / О.Н. Голотенков, Е.Д. Сосновский, С.Н. Казанцев. Издательство ППИ: Пенза, 1993.-23с.

5. **Технология литейного производства: Литьё в песчаные формы** [Текст]: учебник для студ. высш. учеб, заведений / А.П. Трухов [и др]; под ред. А.П. Трухова. - М конструирование литейной формы.: Издательский центр «Академия», 2005.-528с.

6. **Спасский, В.В. Расчет и конструирование литейной формы**[Текст]: учеб. пособие / В.В. Спасский, О.Н. Голотёнков. — Пенза, политехн. ин-т, 1987. - 75 с.

7. **Моргунов, В.Н. Основы конструирования отливок. Параметры точности и припуски на механическую обработку** [Текст]: учеб. пособие / В.Н. Моргунов. – Пенза: Издательство ПГУ, 2004. – 164 с.

8. **Голотенков, О.Н. Формовочные материалы** [Текст]: учеб. пособие / О.Н. Голотенков. – Пенза: Издательство Пензенского Государственного университета, 2004. – 164 с.

Приложение