

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»

**ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВОК
СПЕЦИАЛЬНЫМИ СПОСОБАМИ ЛИТЬЯ С ГОДОВЫМ ВЫПУСКОМ 1,5 ТЫС. ТОНН**

Пояснительная записка к дипломной работе

Екатеринбург
2017

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»
Машиностроительный факультет
Кафедра металлургии, сварочного производства и методики профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой МСП
_____ Б.Н. Гузанов
«___» _____ 2017 г.

**ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВОК
СПЕЦИАЛЬНЫМИ СПОСОБАМИ ЛИТЬЯ С ГОДОВЫМ ВЫПУСКОМ 1,5 ТЫС. ТОНН**

Выпускная квалификационная работа специалиста
по направлению 050501.65 Профессиональное обучение (по отраслям)

Идентификационный код ВКР:

Исполнитель:
студент группы МП-402

Е.Д.Плотникова

Руководитель:
старший преподаватель
кафедры МСП

М.В. Ведерников

Нормоконтролер:
доц. кафедры МСП,
канд. техн. наук

Ю.И. Категоренко

Екатеринбург
2017

РЕФЕРАТ

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.	Плотникова				Организация технологического процесса изготовления отливок из чугуновых сплавов специальными способами литья с годовым выпуском 1,5 тыс. тонн Пояснительная записка	Лит.	Лист	Листов
Пров.	Ведерников						3	
Н.контр	Категоренко					ФГАОУ ВПО РГГПУ, МСФ, каф. МСП, гр. МП-402		
Утв.	Гузанов							

ВВЕДЕНИЕ

Прообразом современного процесса литья по выплавляемым моделям является литье по восковым моделям , известное в глубокой древности. Уже в древнем Эламе и Вавилоне около 4 тыс. лет назад использовали восковые модели для изготовления литых украшений, предметов быта. Древние греки и скифы около 2,5 тыс лет назад отлично владели этим способом.

В эпоху Возрождения великие художники , скульпторы использовали восковые модели для отливки художественных изделий – скульптур, украшений . Элементы восковых моделей использовались и древними русскими мастерами при литье колоколов , пушек , церковной и домашней утвари.

Восковые модели широко применялись и в ювелирном производстве.

В дальнейшем

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1. ОБОСНОВАНИЕ И РАСЧЁТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Структура цеха литья по выплавляемым моделям

Структура цеха литья по выплавляемым моделям

Цехи литья по выплавляемым моделям различают по роду сплава, массе отливок, объему производства, серийности, степени механизации.

Проектируемый цех литья по выплавляемым моделям относится к цехам:

- по виду литейного сплава: стального литья;
- по массе отливок: среднего литья;
- по объему производства: со средним выпуском;
- по серийности производства: массового производства;
- по степени механизации: автоматизированный.

В состав цеха входят производственные отделения (участки), вспомогательные отделения (участки) и склады.

К производственным отделениям, где выполняется собственно технологический процесс изготовления отливок, относятся следующие:

- модельное;
- изготовления оболочек форм;
- прокалочно-заливочное;
- термообрубное, где очищают отливки от остатков оболочек, отделяют отливки от литноково-питающей системы, зачищают питатели, проводят термообработку и исправляют дефекты отливок.

К вспомогательным относят следующие отделения:

- подготовки формовочных материалов и шихты;
- ремонта пресс-форм и другой технологической оснастки;

					ДП 030503.09 159 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

- мастерские механика и энергетика;
- цеховая лаборатория;
- КПД.

К складам относят закрытые склады шихтовых, формовочных, горючих материалов, готовых отливок.

В цехе предусматривают также помещения для культурно-бытового обслуживания работающих: санитарно-бытового назначения, общественного питания, здравоохранения, культурного обслуживания, учебных занятий и общественных организаций, управлений.

1.2. Производственная программа

Производственная программа цеха – это общий объём продукции, который необходимо изготовить в планируемом периоде. Планируемым проектом в данном проекте является год.

Производственная программа содержит данные для планирования деятельности модельного отделения, отделения для изготовления оболочек форм плавильного отделения, прокалочного заливочного отделения, а также для термо-обрубного отделения цеха.

В производственную программу включены расчеты по каждому виду отливок, выпускаемыми структурными подразделениями цеха. Для расчета производственной программы используются следующие данные:

1. наименование отливки;
2. марка сплава;
3. габариты отливки;
4. масса (черновая, чистовая);
5. процент брака.

Рассмотрим производственную программу изготовления отливок методом точного литья. Расчет произведен по каждой отливке и представлен в таблице №1.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Изм.	
Лист	
№ док.м.	
Подпись	
Да-	
Лист	

Таблица №1 - Производственная программа

п/п	Наименование отливки (артикул)	Сплав	Чистовая масса отливки, кг	Количество отливок на стояке,	Черновая масса стояка с отливками, кг	Количество слоев оболочки	Толщина оболочки, м	Площадь поверхности отливки, м2	Объем оболочки на отливку, м3	Количество отливок в год, шт.	Черновая масса металла в год, кг	Количество стояков в год,	Объем оболочек в год, м3	Чистовая масса металла в год, кг
1	Вилка	АЧС-2	2,18	20	48	5	0,003	0,02543143	0,0000824	19909	47808	996	1,64018907	43400
2	Ниппель	АЧС-2	0,47	20	13,8	4	0,003	0,00914390	0,0000335	54894	37881	2745	1,84014121	25800
3	Корпус подк. насоса	АЧС-2	0,78	6	9,08	4	0,0035	0,01281729	0,0000685	36411	55106,52	6069	2,49575024	28400
4	Полумуфта	АЧС-2	1,48	6	13,28	5	0,0035	0,01964450	0,0000924	25000	55337,76	4167	2,31097716	37000
5	Державка	АЧС-2	2,5	4	14,4	5	0,0035	0,02786291	0,0001330	30960	111456	7740	4,11907932	77400
6	Колосник	АЧС-2	2,6	3	12,2	5	0,0035	0,02860105	0,0001475	21000	85400	7000	3,09687771	54600
7	Корпус	АЧС-2	2,9	3	13,1	5	0,004	0,03076086	0,0001772	29518	128904	9840	5,22990439	85600
8	Корпус золотника	АЧС-2	3,4	2	11,2	5	0,004	0,03420207	0,0002180	7471	41843,2	3736	1,62874003	25400
9	Шкив	АЧС-2	4,2	1	8,6	5	0,0045	0,03937610	0,0003599	2977	25602,2	2977	1,07139984	12500
10	Переходник	АЧС-2	1,8	4	11,6	5	0,004	0,022383	0,0001139	5129	14882,8	1283	0,584013	9230,769
11	Державка	АЧС-2	2,1	4	12,8	5	0,004	0,024805	0,0001223	4836	15475,2	1209	0,591655	10153,85
12	Колосник	АЧС-2	2,6	3	12,2	5	0,004	0,028601	0,0001475	4261	17336,2	1421	0,628371	11076,92
13	Корпус	АЧС-2	2,9	3	13,1	6	0,004	0,030761	0,0001772	4138	18078	1380	0,733158	12000
14	Вилка	АЧС-2	3	2	10,4	6	0,004	0,031464	0,0002071	4308	22401,6	2154	0,891997	12923,08
15	Клин	АЧС-2	5,3	1	9,7	5	0,005	0,045982	0,0004329	6963	67541,1	6963	3,014337	36900
16	Качалка	АЧС-2	3,8	3	15,8	5	0,0035	0,03683456	0,0001763	3922	20666,4	1308	0,69140018	14900
17	Корпус	АЧС-2	2,7	4	15,2	5	0,0035	0,02932979	0,0001382	20000	76000	5000	2,76358567	54000

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подпись	
Дата	
Лист	

Продолжение таблицы №1 - Производственная программа

п/п	Наименование отливки (артикул)	Сплав	Чистовая масса отливки, кг	Количество отливок на стояке, шт.	Черновая масса стояка с отливками, кг	Количество слоев оболочки	Толщина оболочки, м	Площадь поверхности отливки, м ²	Объем оболочки на отливку, м ³	Количество отливок в год, шт.	Черновая масса металла в год, кг	Количество стоек в год, шт.	Объем оболочек в год, м ³	Чистовая масса металла в год, кг
18	Опора	АЧС-2	3,16	3	13,88	5	0,0045	0,03257301	0,0002075	29969	138661,2	9990	6,21792470	94700
19	Угольник	АЧС-2	5	2	14,4	5	0,0045	0,04422961	0,0002904	17400	125280	8700	5,05266912	87000
20	Шкив	АЧС-2	10,9	1	15,3	5	0,0045	0,07436196	0,0005173	2991	45762,3	2991	1,54733056	32600
21	Корпус	АЧС-2	3,8	2	12	5	0,0035	0,03683456	0,0002000	8974	53844	4487	1,79453966	34100
22	Корпус	АЧС-2	8,5	1	12,9	5	0,0045	0,06300076	0,0004662	7989	103058,1	7989	3,72449921	67900
23	Крышка верхняя	АЧС-2	7,4	2	19,2	5	0,0045	0,05744086	0,0003498	4987	47884,8	2494	1,74462171	36900
24	Крышка нижняя	АЧС-2	7,6	2	19,6	5	0,0045	0,05847123	0,0003545	4935	48372,8	2468	1,74931215	37500
25	Корпус	АЧС-2	4,1	2	12,6	5	0,0045	0,03874857	0,0002657	2927	18446,4	1464	0,77775833	12000
26	Крышка	АЧС-2	5,2	2	14,8	5	0,0045	0,04540134	0,0002957	16462	121818,8	8231	4,86709019	85600
27	Корпус	АЧС-2	10	1	14,4	5	0,0045	0,07021014	0,0004986	10000	144000	1000	4,98645642	100000
28	Корпус	АЧС-2	7,8	2	20	5	0,0035	0,05949259	0,0002792	10000	100000	5000	2,79274088	78000
29	Хомут	АЧС-2	6,9	3	25,1	5	0,0045	0,05482339	0,0003076	8885	74346,2	2962	2,73307284	61300
Итого										44182	2303549,18	1825	90,9847534	1500000
Итого с учетом брака отливок, 5%										46391	2418726,639	1917	95,5339911	
Итого с учетом брака оболочек, 5%										20131	100,3106907	2013	100,310690	

1.3. Структура цеха, выбор режима работы цеха, расчёт фондов времени.

Данный цех точного литья состоит из следующих отделений:

- Модельное отделение.
- Отделение изготовления оболочки формы.
- Прокалочно - заливочное отделение.
- Отделение удаления и выщелачивания керамики
- Термо - обрубное отделение.

В литейных цехах применяют два режима работы: последовательный (ступенчатый) и параллельный.

Выбор режима работы цеха.

В данном цехе используется параллельный режимы работы. при таком режиме использование оборудования и производственных помещений максимально эффективно. При параллельном режиме работы цеха количество рабочих смен в день определяется стоимостью используемого оборудования.

Работа цеха будет осуществляться в три смены.

Рассчитываем фонды времени работы оборудования и рабочих мест без оборудования для принятого режима работы.

Номинальный фонд времени:

$$T_H = (K - B - П) \cdot C \cdot Ч = (365 - 101 - 11) \cdot 3 \cdot 8 = 6072 \text{ ч}$$

$K = 365$ – количество дней в году;

$B = 101$ – количество выходных дней в году;

$П = 11$ – количество праздников в году;

$C = 3$ – количество рабочих смен в сутки;

$Ч = 8$ – длительность рабочей смены.

Действительный фонд времени работы оборудования рассчитываем с учетом коэффициента потерь рабочего времени K_p по формуле:

$$T_d = T_H \cdot (1 - K_p) = 6072 \cdot (1 - 0,05) = 5768,4 \text{ ч} - \text{ для индукционной печи};$$

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

$T_d = T_n \cdot (1 - K_p) = 6072 \cdot (1 - 0,04) = 5829,1$ ч - для технологического оборудования

$T_d = T_n \cdot (1 - K_p) = 6072 \cdot (1 - 0,02) = 5950,6$ ч – для термической печи механизированного оборудования.

$K_p = 0,05$ (5%) – для индукционной печи;

$K_p = 0,04$ (4%) – для технологического механизированного оборудования;

$K_p = 0,04$ (4%) – для небольшой камерной термической печи.

2. РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТДЕЛЕНИЙ ЦЕХА

2.1. Плавильное отделение

В плавильном отделении осуществляется плавка сплава (АЧС-2). Для осуществления данной технологической операции используется индукционные электрические печи.

Емкость печи:

$$V_p = Q \cdot T / (T_d \cdot n) = 2418,7 \cdot 2 / (5768,4 \cdot 1) = 0,839 \text{ т};$$

$Q = 2418,7$ – черновая масса металла, т;

$T_d = 5768,4$ – действительный фонд времени, ч;

T – один такт времени работы печи (все операции занимают 2 часа), ч;

n – количество печей (для расчёта принимаем $n=1$), шт.

В связи с тем, что в цехе выбран параллельный режим работы, то выбираем одну индукционную печь ёмкостью 0,4 тонны, марки: ИСТ-04.

Техническая характеристика:

скорость плавки данных печей – 0,434 т/ч;

данные индукционные печи средней частоты;

мощностью – 320 кВт/ч.

При этом коэффициент загрузки (K_z) равен:

$$K_z = V_p / (V_d \cdot n) = 0,839 / (0,4 \cdot 3) = 0,56.$$

Таблица 2 – Баланс металла по цеху

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

№	Составляющие	Выход металла, кг/год
Расход		
1	Годное литье	1500000
2	Возвраты	918727
3	Скрап, сливы(3%)	72562
4	Угар для данного сплава(1%)	24913
Итого металлозавалка		2516202
Приход		
	Возвраты собственного производства	
1	Стальной лом	918727
2	ПЛ1	263620
3		1251103
4	ФХ025	4433
5	НЗ	4378
6	Медь	3924
7	ФТи30	3535
8	ФФ	25595
9	ФМн78	8871
10	ФС45	32017
Итого		2516203

В комплект поставки ИСТ-04входит:

- электропечь в частично разобранным нефутерованном виде;
- блоки конденсаторов;
- маслонапорная установка;
- панель гидравлическая;
- пульт водоохлаждения;
- пульт и панель управления;
- щиты управления; комплектное распределительное устройство;
- питающий трансформатор;
- комплект монтажных частей;
- комплект запасных частей;

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

- комплект технической документации, содержащей документы, чертежи и инструкции.

2.2. Выбор и расчет парка ковшей

В производстве используются ковши емкостью 100 кг.

Рассчитываем необходимое количество ковшей для заливки :

$$n = Q \cdot T / (T_d \cdot V_p) = 2418,73 \cdot 2,6 / (5768,4 \cdot 0,1) = 10,9$$

$T_d = 5768,4$ – действительный фонд времени, ч;

T – один такт времени работы ковша (все операции занимают 2,6 часа), ч;

V_p – объём ковша.

С принимаемым запасом ковшей в размере 30% парк ковшей будет составлять 14 штук.

2.3.1. Модельное отделение.

Годовое использование цехом модельного состава составляет: 419044 кг.

Плотность модельного состава 900 кг/м³.

Используя эти данные , получаем необходимый объем модельного состава:

$$V = m / \rho, \text{ кг/м}^3,$$

$$V = 419044 / 900 = 465,6 \text{ м}^3 = 465604 \text{ литров};$$

Тогда необходимая производительность оборудования будет равна:

$$q = Q / T_d \cdot n = 465604 / (5829,1 \cdot 3) = 26,625 \text{ литров/час} = 0,026625 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Годовое количество моделей составляет 463914 шт.

Рассчитываем необходимую производительность оборудования:

Примем $n=3$;

$$q = Q / T_d \cdot n = 463914 / (5829,1 \cdot 2) = 39,79 \text{ моделей/ч};$$

Исходя из полученных данных , выбираем «Полуавтоматическую линию 6А50 для приготовления модельной пасты и изготовления моделей»

В состав данной линии входят:

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

1. Шприц-машина 659А;

2. Установка 6А54,

При необходимости составляющие данной линии могут работать автономно.

Техническая характеристика линии 6А50:

Производительность данной линии:

Количество модельного состава = 32 л/ч;

Число запрессовок = 125 в час;

Наибольшие допустимые размеры, мм, пресс-форм при установке оборудования:

на одном уровне 350×250×200;

на разных уровнях 350×250×300;

наибольший объем одной запрессовки = 4 л;

габаритные размеры линии, мм:

длина – 4300;

ширина - 3500;

высота - 2300.

Коэффициент загрузки по приготовлению модельного состава:

$$K_z = 26,6/32 = 0,83.$$

Коэффициент загрузки по изготавливаемым моделям:

$$K_z = 39,8/125 = 0,32.$$

2.3.2. Гидролизер для приготовления связующего раствора этилсиликата

Масса суспензии на этилсиликате в год равна 1148,9т

$$K = M_{об} * 1000 / \Pi * \Phi_{д'} * \rho_{об} = 1148,9 * 1000 / 0,6 * 5829,1 * 1220 = 0,263$$

Исходя из расчётов выбираем, две установки «Установку модели 662 для приготовления огнеупорного покрытия (суспензии), состоящего из механической смеси жидких и пылевидных компонентов» (гидролиз этилсиликата проходит одновременно с приготовлением суспензии, т.е. совмещенный

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

гидролиз). И одну установку 666 для хранения готового к употреблению огнеупорного покрытия и подачи его в установку для нанесения огнеупорного покрытия на блок модели .

Техническая характеристика установки 662:

объем загрузки = 0,125 м³.

Техническая характеристика установки 666:

объем загрузки = 0,6 м³.

2.3.3. Оборудование необходимое для формирования огнеупорных оболочек

На основе этилсиликата

$$K=K0/(Ф \cdot П) = 201311/(5829,1 \cdot 200)=0,172$$

Следовательно, выбираем одну установку для нанесения суспензии. Будет использоваться «Бак с мешалкой для обмазки блоков мод. 6А82».

Данный бак предназначен для ручного нанесения огнеупорного покрытия на модельные блоки, а также для поддержания температуры огнеупорного покрытия и стабильности констин.

Техническая характеристика:

Объем = 0,6 м³

габаритные размеры, мм:

длинна = 1035

ширина = 950

высота = 1540

В непосредственной близости к баку необходимо установить аппарат «кипящего слоя» («пескосып»), для нанесения на суспензию слоя дисперсионного огнеупорного материала будет использоваться пескосып с воздушной моделью 7479

Техническая характеристика:

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Рабочая вместимость бака, не более, м³ — 0,14

Диаметр бака, мм — 600

Высота бака, мм — 630

Высота кипящего слоя, не более, мм — 500

Рабочее давление воздухоудвки, МПа — 0,01- 0,015

2.3.4. Оборудование необходимое для формирования огнеупорных обло- лочек

Удаление модельного состава происходит путём погружения блока мо-
делей в подкисленную горячую воду с острым паром.

$$q = Б/Тд \cdot n = 201311/(5829,1 \cdot 1) = 34,5 \text{ блоков/час}$$

Б – общее количество блоков в год.

Исходя из расчётов, выбираем «Установку для выплавки модельного состава
модели 64531»

Техническая характеристика установки 64531:

производительность = 90 блоков/час;

габаритные размеры, мм:

длинна = 3100;

ширина = 2400;

высота = 2520.

2.4. Прокалочно-заливочное отделение

2.4.1 Обжиг, формовка, заливка, охлаждение

В год заливается 60865 блоков. Принимаем, что в одну опоку формуется че-
тыре блока.

Тогда производительность оборудования будет равна:

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

$$q = B/Tд \cdot n = 201311/(5829,1 \cdot 1) = 34,5 \text{ блоков/час}$$

Б – общее количество блоков в год.

Изготовление форм включает в себя следующие операции:

- обжиг керамических оболочек без наполнителей в конвейрной печи при температуре 850-900°С;
- установка оболочек в конвейеры (опоки) и заформовка их по периферии опорным наполнителем (песков) ;
- нагрев полученной формы до 350-650°С и подачей их на заливку.
- прокалку оболочек осуществляют в проходных элетрических печах модели 66001

Исходя из расчётов, выбираем одну «Линию формовки, обжига, заливки и охлаждения блоков - модели 66001».

Техническая характеристика линии модели 66001:

производительностью - 50 блоков/ч;

Исходя из опыта производства при данной номенклатуре среднее количество блоков в опоке- 4 штуки.

электрическая печь для прокалки – 450кВт*ч/ч;

габаритные размеры:

длина – 18560 мм;

ширина – 8770 мм;

высота – 6000 мм.

Чтобы в холодный период года оболочка не испытывала термического удара - в выбранной линии для прокалки огнеупорных оболочек используется элетрическая печь т.к. в ней возможен постепенный набор температуры.

2.4.2 Выбивка опок

Так как в опоке формуется по четыре блока, то производительность равна:

$$q = B/Tд \cdot n = 201311/(5829,1 \cdot 1) = 34,5 \text{ блоков/час}$$

Б – общее количество блоков в год.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Кол-во опок= $34,5/4=8,625$

Исходя из расчётов, выбираем одну «Установку для выбивки опок модели модели 66232»

Техническая характеристика Установки модели 66232:

производительностью - 50 опок/ч;

вместимость – 0,92 м3;

габаритные размеры:

длина – 2200 мм; ширина – 1000 мм; высота – 2000 мм.

2.5 Термо-обрубное отделение

2.5.1 Предварительная очистка блоков отливок от оболочки формы

$$q = B/Tд \cdot n = 201311/(5829,1 \cdot 1) = 34,5 \text{ блоков/час}$$

Б – общее количество блоков в год.

Исходя из расчётов, выбираем одну «Установка для отделения керамики модели 6А92»

Техническая характеристика Установки модели 6А92:

производительностью - 100 блоков/ч;

габаритные размеры:

длина – 835 мм;

ширина – 950 мм;

высота – 2500 мм.

2.5.2 Отделение отливок от литниковой системы

$$q = B/Tд \cdot n = 201311/(5829,1 \cdot 1) = 34,5 \text{ блоков/час}$$

Б – общее количество блоков в год.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Исходя из расчётов и технологической возможности отделения отливок от литниково-питающих систем - выбираем отрезной станок «Triplex Systems»

Таблица № - характеристики отрезного станка.

Количество степеней свободы	5
Максимальный размер блока отливок	Высота 597 мм × 457 мм
Направления реза	Линейное, поперечное или диагональное к плоскости круга
Метод выравнивания блока отливок	Вручную по лазерному лучу
Частота вращения привода отрезного круга	3450 об/мин
Максимальный диаметр отрезного круга	508 мм
Метод фиксации блока отливок	Трехкулачковым гидравлическим зажимом
Вращение зажима с блоком отливок	Вручную на 360° в обоих направлениях
Поворот зажима с блоком отливок	На 180° вправо или влево
Привод поперечной и продольной подачи (X-Y)	Гидравлическими цилиндрами на независимых гидравлических магистралях
Величина перемещения по осям (X-Y)	609 мм

2.5.3 Окончательная очистка отливок

$$q = Q/T_{д} \cdot n = 1500/(5829,1 \cdot 1) = 0,257 \text{ т/час}$$

Исходя из расчётов выбираем одну дробеметную установку производства АМУРЛИТМАШ 42203 «Установка для очистки отливок от остатков керамики модели АМУРЛИТМАШ»

Техническая характеристика Установки модели АВА 1970Л:

производительностью – 130 кг/ч;

габаритные размеры:

длина – 5200 мм;

											Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							

ширина – 1550 мм;

высота – 1700 мм.

2.5.4 Термообработка отливок

Объем чистой массы металла в год составляет:

$$1500000/7200 = 208 \text{ мЗ}$$

Тогда, объем термической печи равен:

$$V = 1,1 \cdot 0,6 \cdot 0,4 = 0,973 \text{ мЗ}$$

Загрузка по объёму печи получится не более 40%, то:

$$0,973 \cdot 0,4 = 0,389 \text{ мЗ.}$$

$$q = V_{\text{заготовок}} \cdot t_{\text{обработки}} / T_{\text{д}} = 208 \cdot 8 / 5950,6 = 0,279 \text{ т/час}$$

Tд – действительный фонд времени работы термической печи, ч.

t_{обработки} - время термической обработки (низкотемпературный отжиг), ч

V_{заготовок} – объём заготовок в год, мЗ

Исходя из расчётов, выбираем одну «Термическую камерную печь с выкатным подом модели ПВП 8.16.8»

Техническая характеристика Печи модели ПВП8.16.8:

температура печи – до 1250 °С;

размеры камеры печи:

длина – 1600 мм;

ширина – 780 мм;

высота – 780 мм;

объем камеры печи – 0,973 мЗ;

габаритные размеры:

длина – 1700 мм;

ширина – 1300 мм;

высота – 1500 мм.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		Лист

2.6. Расчет складов.

Запас материалов на складе суммируется из расходуемого и резервного запасов.

$$q_{\text{рас}} = \sqrt{\frac{2QE}{iЦ}},$$

где:

E – затраты на поставку;

Ц – цена материала;

i – годовые потери оборотных средств при хранении материала на складе.

Банковская ставка по вкладу 20%.

$$q_{\text{рез}} = \frac{14Q}{365},$$

Для расчета площади склада:

$$S = \frac{q}{\gamma * H},$$

где:

q – запас материала на складе;

γ – насыпная плотность материала;

H – высота хранения материала.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подпись	
Да-	
Лист	

Таблица № - Показатели складских помещений.

Материал	Годовой объем потребления, т	Цена материала, руб/т	Расходуемый запас, т	Расходуемый запас, скорректированный по средству доставки, т	Резервный запас, т	Итого запас на складе, т	Насыпная плотность материала, т/м3	Высота хранения, м	Площадь склада, м2	Тип склада
Стальной лом	263,62	4800	37.05	40	10.11145	50,11	2,5	3	6,68	Закрома
Пл1	1251,103	6500	69.37	70	47.98751	117,99	2,5	3	15,73	Закрома
Ферро-сплавы и лигатуры	82,753	200000	3.22	4	3.174088	7,17	1,7	1	4,22	Площадка
Возврат	918,727		63.60	63.6	35.23884	98,84	2,1	3	15,69	Закрома

3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1. Характеристика детали «Корпус золотника»

В данной работе разработан процесс изготовления отливки «Радиатор».

Деталь имеет габаритные размеры $185 \times 110 \times 115$ мм. Преобладающая толщина стенки 23,5 мм. Масса детали 3,8 кг.

Деталь применяется в тормозной системе экскаваторов.

Деталь испытывает статические нагрузки.

3.2. Материал отливки и его свойства

Используемые обозначения

Таблица 3.1 – Литейный сплав АЧС2

Марка :	АЧС-2
Классификация :	Чугун антифрикционный
Применение:	Чугун антифрикционный серый с пластинчатым графитом
Зарубежные аналоги:	для работы в паре с термически обработанным (закаленным или нормализованным) валом

Таблица 3.2 – Химический состав сплава АЧС2 (ГОСТ 1585-85)

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Ti	Cu
3-3,8	1,4-2,2	0,3-1,0	0,2-0,5	до 0,12	0,15-0,4	0,2-0,5	0,03-0,1	0,2-0,5

Твердость сплава $HV 10^{-1} = 180 - 229$ МПа.

Таблица 3.3 - Предельные режимы работы изделий из материала АЧС-2 (ГОСТ 1585-85)

Нагрузка	Скорость	Нагрузка·Скорость	Температура
МПа	м/с	МПа·м/с	Град.
10	0.3	2.5	
0.1	3	0.3	

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

3.3 Определение припусков на механическую обработку.

В отливке к обрабатываемым поверхностям относятся частично внутренняя поверхность и фланцы отливки.

Отливка относится к 8 классу точности. На основании этого находим припуски на механическую обработку. Главным образом припуски назначаются на внутреннюю поверхность с резьбой и на торцы фланцев детали.

3.4 Определение величины формовочных уклонов.

Для извлечения модели из пресс формы, ей необходимо назначить формовочные уклоны. У данной отливки уклоны главным образом назначаются на торцы фланцев отливки. Потому что пресс форма имеет сложный разъем и отливка имеет круглое сечение.

Величину уклонов принимаем по ГОСТ 3212-92. Формовочные уклоны в пресс форме находятся в пределах $0^{\circ}30'$.

3.5 Определение величины радиусов и галтелей.

Плавность перехода от тонких к толстым сечениям, правильное сопряжение и достаточная величина радиусов обеспечивают получение отливки без литейных дефектов (усадочных раковин, пористости, трещин и т.д.). Малый радиус приводит к напряжениям (трещинам) в отливках, большой – к увеличению массы отливки, усадочным дефектам в отливках (увеличению теплового узла).

Для предотвращения образования в отливке трещин в местах сопряжений и облегчения извлечения модели из пресс-формы, назначаются галтели. В нашей отливке толщина сопрягаемых стенок от 8 до 15мм. Назначаем величину галтели для наружной поверхности R6. Остальные литейные радиусы до 1мм.

3.6 Выбор и обоснование положения отливки при заливке

Отливку наиболее рационально будет разместить параллельно к стояку, при этом расположив массивную часть отливки снизу, как показано на прилага

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

емом чертеже. При этом снижается опасность облома и изгиба протяженной

части отливки. Также это обеспечит хорошее заполнение отливки сплавом. Такое размещение не препятствует последующему отделению отливок от стояка в обрубном цехе.

За один технологический процесс будет изготавливаться две отливки, т.е. на стояке будут находиться две отливки расположенные вертикально. Модели будут крепиться двумя питателями к центральному стояку квадратного сечения.

3.7 Выбор и обоснование конструкции литниково-питающей системы и модельного блока

Для данной отливки принимаем 1 тип литниковой системы. Питающий элемент – центральный стояк. На одном стояке располагается две отливки, что бы обеспечить питание и отделение отливок от стояка. Для удобства сборки модельного блока центральный стояк выбираем квадратного сечения.

Питатели подводим к верхней и нижней части отливки, это обусловлено как питанием, так и более жестким креплением модели на стояке.

Для изготовления моделей будет использоваться состав Парафин – 50%, Стеарин – 50%. Это обусловлено хорошим соотношением цены и качества данного модельного состава и отработанной технологии изготовления моделей на данном составе. При низкой стоимости он обладает высокой жидкотекучестью (650 мм по спиральной пробе), низкой зольностью (0,03-0,1 % по массе) и усадкой равной 1,0 %. Единственным недостатком является температура размягчения (35-370С).

3.8. Расчет технологии изготовления отливки «Корпус золотника»

Расчет ЛПС начитается с вычисления объема отливки и площади охлаждения ее поверхности. Для облегчения выполнения этой задачи, с помощью

							Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

программного продукта была построена 3D модель отливки с припусками, где уже вычислили объем и площадь:

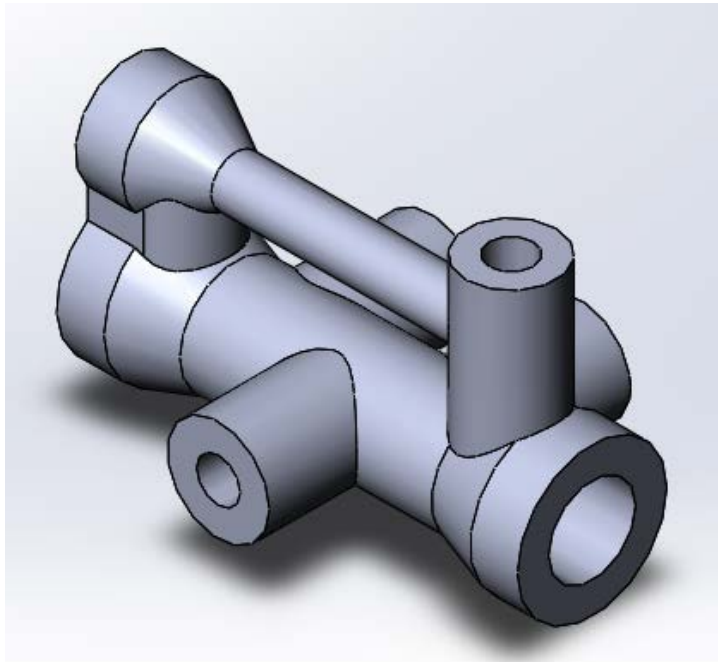


Рис. 1 – 3D модель корпуса золотника.

$$V = 52777,8 \text{ мм}^3;$$

$$S = 6333,7 \text{ мм}^2.$$

Рассчитаем приведенную толщину отливки по формуле Н.И. Хворина:

$$R = V_o / S_o = 52777,8 / 6333,7 = 8,33 \text{ мм.}$$

Рассчитаем приведенную толщину стояка, при этом диаметр стояка мы выбрали 65 мм.

$$R_{cm} = \frac{F_{cm}}{P_{ct}} = \frac{65}{4} = 16,25 \text{ мм.}$$

Питатель при этом мы рассчитаем по следующей эмпирической формуле:

$$R_y = V_y / S_y - \text{приведенная толщина теплового узла отливки,}$$

где V_y - объем теплового узла отливки, мм^3 ;

S_y - площадь теплового узла отливки мм^2 ;

$$R_y = 13194 / 2145 = 6,15 \text{ мм;}$$

$$R_{пит} = \kappa^4 \sqrt[3]{R_y^3 \cdot G_0} \cdot \sqrt[3]{l_{пит} / R_{cm}};$$

$$R_{пит} = 11 \sqrt[4]{(8,3)^3 \cdot 3,8} \cdot \sqrt[3]{3 / 16,25} = 12,9 \text{ мм}^2.$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Найдем размеры питателя, толщину, ширину и длину:

$$a_{nut} = (1 \div 1,2) \cdot D_y ,$$

где D_y - диаметр сферы, вписанный в узел, мм;

$$a_{nut_y} - \text{толщина питателя, мм;}$$

$$a_{nut} = 1,2 \cdot 15,7 = 18,8 \text{ мм.}$$

$$b_{nut} = a_{nut} ,$$

где a_{nut_y} - толщина питателя, мм;

$$b_{nut} - \text{ширина питателя, мм;}$$

$$b_{nut} = 18,8 \text{ мм.}$$

$$l_{nut} = 6 \div 8 \text{ мм;}$$

$$l_{nut} = 8 \text{ мм.}$$

Питатель будет иметь прямоугольное сечение.

3.5. Плавка сплава в индукционной тигельной

Плавка сплава АЧС-2 ведется в тигле индукционной печи ИСТ – 0,4 с кислой футеровкой. Основную футеровку в основном используют для плавки сплавов с повышенным содержанием марганца. Тигель перед каждой плавкой проверяется на пригодность его к работе. Не допускается наличие в тигле остатков металла предыдущих плавок, а на стенках тигля – глубоких трещин и разгара футеровки. Разрушение места воротника тигля и сливного желоба тщательно заделывается огнеупорной массой.

Плавку ведут основываясь на расчете шихты. Шихтовые материалы следует подбирать по роду шихты, составу и габаритным размерам. Шлаки, применяемые в этих печах, имеют низкую температуру и недостаточно активны. По этой причине плавки в индукционных печах ведут без окисления, методом переплава, используя лом или отходы стали, чистый литейный возврат, ферросплавы.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Габаритные размеры шихты следует подбирать из условий наиболее полного заполнения тигля, учитывая при этом, что мелкие куски шихты плавятся только при больших частотах, крупные куски лучше плавятся при низких частотах, но хуже заполняют весь объем. Шихта подбирается по размерам из мелких и крупных кусков. Тугоплавкие ферросплавы нужно запускать в

более горячую часть печи – нижнюю половину тигля. Для более плотной укладки промежутки между крупными кусками шихты засыпают мелочью. Плотная укладка шихты позволяет ускорить ее расплавление и снизить расход электроэнергии. Для ускорения плавки шихтовые материалы не следует загружать выше витков индуктора, т.к. в этом случае не пересекалась силовыми линиями магнитного поля, они плавятся только за счет теплопередачи, кроме того, они препятствуют плотному закрытию печи сводом.

Укладка шихты должна быть плотной и обеспечивать ее плавный сход по мере расплавления без образования мостов.

После расплавления всей шихты наводят шлак.

В индукционных печах благодаря выпуклому зеркалу металла шлак стекает к стенкам тигля; его следует время от времени добавлять, не допуская появления незащищенной шлаком поверхности металла. Шлаковый покров в индукционных печах служит для уменьшения тепловых потерь, предотвращения насыщения металла газами, снижает угар отдельных элементов.

При плавке чугуна в индукционных печах не происходит насыщения расплава серой, что позволяет получать отливки из высококачественных чугунов, в том числе из модифицированных и легированных.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.5.1. Расчет шихтового материала

Таблица № - Расчет шихты для плавки чугуна АЧС-2

Шихтовые материалы	Вес, т	Сумма, руб	C	Si	Mn	Cr	Cu, не более	P	S, не более
Возврат	0,453		3,4	1,8	0,6	0,4	0,3	0,25	0,12
ПЛ1	0,563	6500	4	1	0,8			0,3	0,1
ФХ900Б	0,004	132000	9	1,5	0	65	0	0,05	0,02
ФС45	0,015	46000	0,2	45	0	0	0	0,05	0,02
Итого		4143	3,778	2,035	0,71	0,505	0,135	0,2785	0,1107
Угар			0,377	0,2035	0,071	0,025	0,0013	0,0418	0,0166
Итого с угаром	1,016		3,328	1,904	0,619	0,454	0,1636	0,2317	0,0941

Содержание веществ в исходных материалах

Таблица № - Химический состав Ст3 ГОСТ - 380-2005

C	Si	Mn	Ni	S	P	N	As	Cu
0,4-0,22	0,15-0,3	0,4-0,65	до 0,3	до 0,05	до 0,04	до 0,008	до 0,08	до 0,04

Таблица № - Химический состав ФХ025 ГОСТ - 4757-91

C	Si	S	P	Cr
до 0,25	до 2	до 0.02	до 0,05	Min 65

Таблица № - Химический состав НЗ ГОСТ - 849-2008

C	C	S	Co	Cu
min 98,6	до 0,1	до 0.03	до 0,7	до 0,6

Таблица № - Химический состав ФТи30 ГОСТ - 4761-91

C	Si	S	P	Mo	V	Ti	Al	Cu	Zr	Sn
до 0,12	до 4	до 0,03	до 0,04	до 0,4	до 0,8	28-37	до 8	до 0,4	до 0,2	до 0,01

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Таблица № - Химический состав ФМн78 ГОСТ - 4755-91

С	Si	Mn	S	P
до 7	до 6	75-82	до 0,02	до 0,7

Таблица № - Химический состав ФС45 ГОСТ - 1415-93

С	Si	Mn	S	P	Cr	Al
до 0,2	41-47	до 1	до 0,02	до 0,05	до 0,5	до 2

3.5.2 Выбор типа и конструкции пресс-формы

Пресс-форма для отливки «Корпус золотника» будет состоять из следующих частей: нижняя полуформа, верхняя полуформа(в свою очередь состоит из двух половин – это обеспечивает легкое извлечение модели из пресс формы).

Для повышения точности пресс-формы используются штифтовые соединения, которые центрируют нижнюю полу форму верхнюю полу форму.

3.5.3 Характеристики пресс-формы :

- 1) по точности – с точными размерами (8 квалитет);
- 2) по сложности – сложная;
- 3) по материалу пресс-формы – Сталь 45;
- 4) по способу изготовления пресс-формы – механической обработкой;
- 5) по способу заполнения – запрессовка под давлением пастообразным модельным составом будет производиться шприц машиной, либо ручным запрессовочным пистолетом.
- 6) по способу охлаждения – в воде;
- 7) по механизации – ручная;
- 8) по количеству одновременно получаемых отливок – одноместная;
- 9) по положению в пространстве – со сложным разъемом.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

3.5.4 Расчёт размеров рабочей полости пресс-формы:

Номинальный размер рабочей полости пресс-формы равен :

$$l_{пф} = l_{отл} \times \left(1 + \left(\frac{K}{100}\right)\right)$$

Т.к. у данной отливки симметричный допуск на размер, то увеличивать или уменьшать номинальный размер пресс-форм на $0,5 \cdot \Delta_0$ не следует.

$l_{отл}$ – номинальный размер отливки;

K – коэффициент суммарной линейной усадки, %;

$$K = Y_{мод} - Y_{ф} + Y_{мет} = 0,864\%;$$

$$l_{пф1} = 186,6\text{мм}$$

$$l_{пф4} = 111\text{мм}$$

$$l_{пф2} = 30,2\text{мм}$$

$$l_{пф3} = 116\text{мм}$$

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

3.5.6 Технологический выход годного

Рассчитаем технологического выхода годного без учета брака :

$$ТВГ = \frac{M_0 \times n_0}{((M_0 \times n_0 + M_0') \times (1 + \beta))}$$

M_0 – масса отливки, кг;

n_0 – число отливок в блоке (2 отливки);

M_0' - масса литниковой системы, кг;

β – коэффициент объемной усадки (0,06);

a, b - стороны квадрата, мм;

$H_{ст} = 275$ мм - высота стояка;

γ – плотность сплава, кг/м³;

$$ТВГ = 3,8 \cdot 2 / [(3,8 \cdot 2 + 6) 1,06] = 0,52 = 52\%;$$

Металлоемкость ЛПС (расход залитого металла в форму, приходящегося на одну отливку) составляет:

$$M_{зал.отл.} = M_0 / ТВГ = 3,8 / 0,52 = 7,3 \text{ кг/отл.}$$

3.5.7 Анализ возможных видов брака и меры его предупреждения

Выполненный расчёт является приближенным, поэтому по результатам опытных заливок будет проводится доработка.

Ниже в таблице указаны возможные систематические дефекты и меры их предупреждения.

Таблица № - Систематические дефекты

Дефект	Причины	Способы исправления
Засор	Механические повреждения оболочек на всех операциях	Предохранять оболочки и формы от мех. повреждений на всех технологиче-

		ских операциях
	Попадание инородных частиц с модельной массой	Модельную массу фильтровать и отстаивать
	Попадание инородных примесей через воронку при формовке блоков	Воронку подрезать, перед формовкой закрыть крышкой, после формовки блок пылесосить.
Значительная шероховатость поверхности	Плохое смачивание суспензией мод.блока	Для увеличения смачивания добавлять ПАВ
	Образование в полости формы налета кремнезема («пушка») вследствие неполного гидролиза ЭТС в связующем облицовочного слоя	Строго соблюдать рецептуру и режим приготовления связующего и суспензии; ускорить процесс сушки облицовочного слоя интенсивной вентиляцией камеры
	«Пробой» первого облицовочного слоя суспензии крупными зёрнами при обсыпке модельных блоков	Не применять крупнозернистый дистенсиллиманит. Консистенцию и состав суспензии подбирать так, чтобы он был равномерным и

Продолжение таблицы

		достаточным по толщине на всех поверхностях модели
Дефект	Причины	Способы исправления
Шлаковые и газовые раковины	Повышенная насыщенность металла газами и окислами	Тщательно раскислять сплав перед заливкой
	Попадание шлака вместе с жидким металлом	Использовать другие типы ЛПС. Тщательней задерживать шлак скребком при заливке.
	Повышенная газотворность литейной формы	Прокаливать в течение 12 часов
	Недостаточная газопроницаемость оболочки	Промывать и прокаливать огнеупорные материалы.
Коробление	Изменение размеров оболочки под давлением модельной массы при нагрев-охлаждении	Поддерживать постоянную температуру в помещении сушки и хранения модельных блоков; дольше выдерживать модельную массу в пресс-форме.

Все объемные дефекты могут быть подразделены на дефекты, которые выходят на поверхность отливки и обнаруживаются визуальным осмотром, и дефекты, не обнаруживаемые визуальным осмотром (внутренние).

Контроль качества отливки осуществляем следующими методами:

- 1) Испытание образцов на механические свойства.
- 2) Визуальный осмотр
- 3) Проверку на пористость заливкой керосина во внутреннюю полость отливки.

Отливки, прошедшие контроль и не имеющие дефектов, сдаются на склад готовой продукции.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

