

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет Кафедра
«Машиностроения и транспорта» «Сварочное литейное производство и
материаловедения»

Направление подготовки

15.03.01 - Машиностроение

Профиль

**«Машины и технология литейного
производства»**

Форма обучения

очная

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему

«Цех литья под давлением алюминиевых сплавов мощностью 500 тонн отливок в год»
Студент гр. 12 МО2

(подпись, дата)

**Кирюшин Дмитрий
Александрович**
(ФИО полностью)

**Руководитель/Научный
руководитель**

(подпись, дата)

Семущкин А.В.
(Фамилия, инициалы)

Консультанты (Если имеются)

(подпись, дата)

(Фамилия, инициалы)

(подпись, дата)

(Фамилия, инициалы)

Нормоконтролёр _____

(подпись, дата)

Казанцев С.Н.
(Фамилия, инициалы)

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от _____ № _____)

Заведующий кафедрой

(подпись)

Розен А.Е.
(Фамилия, инициалы)

Работа защищена с отметкой _____ (протокол заседания ГЭК от _____ № _____)

Секретарь ГЭК

(подпись)

Дурина Т.А.
(Фамилия, инициалы)

Пенза 2016

ФГБОУ ВО «ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ МАШИНОСТРОЕНИЯ И ТРАНСПОРТА
КАФЕДРА «СВАРОЧНОЕ, ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО И
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой СЛП и М
Д.т.н., проф. _____ А.Е. Розен
« ____ » _____ 2016г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу бакалавра

студента группы 12МО2 факультета машиностроения и транспорта, направления подготовки
15.03.01. «Машиностроение», профиль «Машины и технология литейного производства»

Кирюшина Дмитрия Александровича

1. Руководитель работы к.т.н., доцент Семушкин А.В.
2. Время проектирования с 9 мая 2016г. по 3 июля 2016г.
3. Место производственной практики ФГУП ППО «Электроприбор».
4. Тема выпускной квалификационной работы **«Цех литья под давлением алюминиевых сплавов мощностью 500 тонн отливок в год».**

Тема утверждена приказом ректора от 16.09.2015 года № 1046/о.

5. Техническое задание. Проект цеха выполнить на базе литейного цеха ФГУП ППО «Электроприбор». Предусмотреть максимально возможную механизацию и автоматизацию процессов в литейном цехе. Технологический процесс изготовления отливки «Корпус» разработать с учетом максимальной механизации трудоемких процессов.
6. Объём и содержание основной части работы:
 61. Пояснительная записка (перечень подлежащих разработке вопросов). Пояснительная записка должна содержать: титульный лист; задание на ВКР; реферат; содержание; введение; основную часть; список используемой литературы.

Основная часть записки: Выбор и расчет оборудования литейного цеха. Выбор и назначение способа литья для изготовления отливки (анализ конструкции литой

детали, обоснование и назначение способов литья, описание основных технологических этапов и применяемых материалов и оборудования).

Назначение расположения отливки в литейной форме (определение количества отливок в форме, размеров формы, мест расположения ЛПС, разъемов формы и моделей, границ стержней).

Выбор и расчет литниково-питающей системы.

Назначение припусков на механическую обработку и иных технологических припусков.

Выбор и конструктивное оформление элементов литейной формы и отливки (зазоров, уклонов).

Разработка технологической оснастки для изготовления отливки.

6.2 Графический материал (перечень и содержание чертежей, плакатов)

1. План расположения оборудования в литейном цехе – 1 л.ф.А1.
2. Графическое изображение литой детали (в цветном исполнении) – 1 л.ф.А1.
3. Чертежи пресс-формы – 2 л.ф.А1.
4. Чертежи оформляющих вставок – 2 л.ф.А1.

7 Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов).

7.1. _____

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы

21 сентября 2015 года.

Руководитель _____ **А.В. Семушкин**

Задание принял

к исполнению _____ **Д.А. Кирюшин**

Выпускную квалификационную работу к защите допустить

Декан ФМТ д.т.н., профессор _____ Г.В. Козлов

_____ **2016г.**

Реферат

Пояснительная записка содержит: 56 листов, 5 рисунков, 22 источника литературы. Графическая часть дипломного проекта содержит 6 листов формата А1.

АЛЮМИНИЕВЫЙ СПЛАВ, ПЕЧЬ ИНДУКЦИОННО-ТИГЕЛЬНАЯ, ЦЕХ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ, МАШИНА ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ, ПРЕСС-ФОРМА, ЛИТНИКОВАЯ СИСТЕМА, ПИТАТЕЛЬ, ОТЛИВКА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, СМАЗКА, ДЕТАЛЬ, КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ОТЛИВКИ

Целью дипломного проекта является разработка цеха литья под давлением алюминиевых сплавов мощностью 500 тонн отливок в год.

При проектировании использованы отечественные и зарубежное оборудование, прогрессивные технологические процессы. Разработан технологический процесс отливки "Корпус".

					ПГУ 2.15.03.01.108 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Киришин Д.А.				Лит.	Лист	Листов
Провер.		Семушкин А.В.					4	56
Реценз.						12МО2		
Н. Контр.		Семушкин А.В.						
Утверд.								

Содержание

Введение.....	6
1. Расчет цеха литья под давлением	8
1.1. Характеристика цеха литья под давлением мощностью 500 тонн в год.....	8
1.2. Состав литейного цеха.....	8
1.3. Режим работы цеха.....	10
1.4. Расчет оборудования.....	11
1.5. Расчет плавильного отделения	12
1.6. Расчет отделения литья под давлением	14
1.7. Расчет потребного количества литейных форм при литье под давлением..	17
1.8. Расчет отделения обрубки и зачистки литья	20
1.9. Расчет площади склада шихтовых материалов.....	22
1.10. Транспортные средства цеха.....	23
2.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	24
2.1. Характеристика отливки.....	24
2.2. Сущность разработки технологического процесса	26
2.3. Принцип работы машины.....	29
2.5. Расчёт литниковой системы	35
2.6. Расчет каналов терморегулирования пресс-формы.....	41
2.7. Выбор машины литья под давлением	42
3. Контроль качества отливки	48
3.1. Методы дефектоскопии	50
Список использованной литературы.....	53

Введение

Развитие отечественного машиностроения и многих других отраслей промышленности в большей степени определяется совершенствованием и темпами развития литейного производства.

Одна из заготовительных основ машиностроения – литье. Данная отрасль выпускает литые заготовки, которые идут на изготовление деталей машин, различных приспособлений и механизмов. В приборостроении литьем изготавливают большой процент всех деталей.

Одним из самых производительных и экономически выгодных является литье под давлением. Оно было применено первый раз в 1838 г. В 1839 г. впервые был зарегистрирован патент на поршневую машину для заливки металла под давлением. Непосредственно в самом машиностроении литье под давлением начали применять с 1849 г. для производства небольших деталей из оловянно-свинцовых сплавов. В 60-х годах 20 века литье под давлением начали использовать для сплавов на цинковой основе. Сам принцип работы первых машин литья под давлением остался в одном из видов машин нашего времени, который получил название машины с горячей камерой прессования.

Сущность данного способа литья заключается в следующем: поршень, который приводится в движение гидравлическим или пневматическим цилиндром, перекрывает заливочное отверстие и вытесняет металл из камеры прессования в полость стальной формы (пресс-формы). В данной форме происходит быстрое охлаждение и кристаллизация металла, что обеспечивает очень высокие механические свойства и мелкозернистую структуру отливки, а прессующий поршень возвращается в начальное положение. Цикл изготовления отливки длится от долей секунд до нескольких минут. Камера, в которой происходит прессование, заполняется металлом через заливочное отверстие. После затвердевания и охлаждения отливки до определенной температуры отливку извлекают из оформляющей полости. Металлическая

					ПГУ 2.15.03.01.108 ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

форма очищается и смазывается. Машина литья под давлением готова для повторного цикла.

Полученные размеры отливок литьем под давлением наиболее близки к размерам готовых деталей, что может позволить уменьшение или вообще исключение механической обработки, тем самым снижение расхода металла и сплава при выпуске изделий. Это все позволяет увеличить эффективность применения литых деталей.

Литые детали более энергоемкие, имеют меньшую себестоимость, являются более эстетичными, по сравнению с другими способами изготовления деталей.

В проектируемом литейном цехе предусмотрены машины литья под давлением в зависимости от усилия запираания пресс-формы:

- с вертикальной камерой прессования модели Пумори, совместимая с моделью CLPO 250/36, с массой запрессовки до 2,4 кг;
- с горизонтальной камерой прессования модели TOSHIBA (Япония), с массой запрессовки до 0,4 кг.

Эти машины являются по существу автоматизированными комплексами в состав которых входят: раздаточная печь, система автоматического смазывания пресс-форм, робот для заливки жидкого металла в форму и извлечения отливки из пресс-формы, обрубной пресс. Выбираем 2 типа машин для лучшей производительности. Один тип для средних отливок, второй для мелких.

					ПГУ 2.15.03.01.108 ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1. Расчет цеха литья под давлением

1.1. Характеристика цеха литья под давлением мощностью 500 тонн в год.

Проектируемый цех предназначен для производства отливок из алюминиевых сплавов методом литья под давлением мощностью 500 т. отливок в год для приборостроения.

При проектировании литейного цеха важно привести его к определенному классу и минимизировать его по основным признакам.

Литейные цеха различают по роду сплава, по массе, по серийности и отраслевому назначению отливок, техническому назначению отливок, технологическому процессу и объему производства.

На основании этих признаков проектируемый литейных цех литья под давлением является:

- по роду металла – цветнолитейным цехом к подгруппе легких сплавов;
- по типу производства – литейным цехов серийного производства;
- по развесу отливок - мелкого литья;
- по объему производства - малой мощности;
- по отраслевому признаку - приборостроение.

1.2. Состав литейного цеха

Структуру литейного цеха определяет его мощность, номенклатура, режим работы, степень специализации и тип производства.

В состав литейного цеха входят:

- производственные (плавильное, литья под давлением, очистное покрасочное);
- вспомогательные (ремонтное, ремонта и хранения ковшей, экспресс-лаборатория);

					ПГУ 2.15.03.01.108 ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- служебные (контора цеха, помещения ИТР);
- склады (шихтовых материалов, огнеупорных материалов, оснастки, готовой продукции, слитков (чушек), вспомогательных материалов, инструмента и приспособлений);
- бытовые помещения (гардероб, душевые, помещения для принятия пищи, пункт пожарной охраны).

Номенклатура отливок приведена в таблице 1. Разделим номенклатуру на 2 части по массе отливок: 1- средние, 2- мелкие

Таблица 1 – Номенклатура отливок

Наименование отливок	Масса одной отливки, кг	Количество отливок на программу, шт.	Масса отливок на программу, кг	Количество отливок на программу с учетом брака 2 %, шт.	Масса отливок на программу с учетом брака 2%, кг	Количество гнезд в форме, шт.	Количество заготовок на программу выпуска
1	2	3	4	5	6	7	8
Средние, массой до 2,4 кг							
Корпус	2,2	5000	11000	5100	11220	1	5100
Конвектор	1,360	40000	54400	40800	55488	1	40800
Диффузор	1,1987	40000	47948	40800	48906,96	1	40800
Диффузор	1,175	40000	47000	40800	47940	1	40800
Планка декор.	1,222	40000	48880	40800	49857,6	1	40800
Планка	1,1527	50000	57635	51000	58787,7	1	51000
Плита верха	1,2	50000	60000	51000	61200	1	51000
Плита низа	1,3	50000	65000	51000	61300	1	51000
		315000	391863	321300	394700,26		321300

Мелкие, массой до 0,4 кг							
Корпус	0,304	50000	15237	51000	15541,74	1	51000
Крышка	0,205	75000	15400	76500	15708	1	76500
Крышка	0,24	50000	12000	51000	12240	1	51000
Крышка	0,2533	75000	19000	76500	19380	1	76500
Крышка	0,31	50000	15500	51000	15810	1	51000
Угольник	0,16	75000	12000	76500	12240	1	76500
Фланец	0,19	100000	19000	102000	19380	1	102000
		475000	108137	484500	110299,74		484500

1.3. Режим работы цеха

Режим работы цеха определяется последовательностью выполнения технологического процесса изготовления отливок в пространстве и времени. От принятого режима работы зависит организация производственного процесса.

Для литейных цехов принимается параллельные и последовательные режимы работ. В данном проекте целесообразно применять параллельный двухсменный режим работы цеха. При этом режиме работы цеха все операции выполняются одновременно на всех различных производственных участках.

По сравнению с последовательным режимом работ, параллельный имеет несколько преимуществ:

1. Сокращается производственный цикл изготовления отливок.
2. Рациональнее используется площади цеха и оборудование.
3. Качество продукции возрастает.
4. Себестоимость отливок уменьшается.

В разрабатываемом проекте целесообразно применить двухсменный параллельный режим работы цеха. При нем более рационально будет использоваться оборудование и площади цеха.

1.4. Расчет оборудования

В соответствии с данным режимом работы цеха при проектировании устанавливают годовой фонд времени работы рабочих и фонды времени работы оборудования. При определении фондов времени необходимо исходить из существующих законоположений о рабочих и не рабочих днях и продолжительности рабочего дня. Фонды времени выражаются в днях или часах. Различают календарный, номинальный и действительный фонды времени работы оборудования. Календарный фонд времени равен количеству календарных дней в расчетном периоде (в году). Номинальный фонд времени равен количеству календарных дней расчетного периода за вычетом воскресных и праздничных дней. Действительный фонд времени равен календарному фонду времени за вычетом времени на планово – предупредительный ремонт, на капитальный ремонт.

По нормам, потери времени на ремонт оборудования при 2-х сменном режиме работы составляют 9% от номинального фонда. Для остального оборудования эти потери составляют 3-7% от номинального фонда времени. В приведенные нормы времени не входят текущий ремонт и переналадка технологического оборудования. Простой оборудования, вызванный недостатком рабочей силы, материалов, топлива, энергии, потери связанные с браком литья сверх допустимого в литейном производстве не принимаются во внимание и из номинального фонда не используются.

ГODOVOЙ ФOНД ВРЕМЕНИ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ

Рабочих дней в году	- 247
Количество смен	- 2
Продолжительность смены	- 8 часов

					ПГУ 2.15.03.01.108 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Годовой фонд времени

Машин литья под давлением - 3870 часов [1].

Годовой фонд времени

плавильного оборудования - 3794 часов

Плановые потери печей для

плавки алюминия и других

легких сплавов - 4 % [2]. (из тетрадки)

Годовой фонд времени

оборудования по обработке

отливок - 3557 часов

Баланс металла на годовую программу представлен в таблице 2.

Таблица 2 Баланс металла

Выход годного	500 т.	63%
Литники прибыли	254 т.	32%
Брак	24 т.	2%
Жидкий металл	778 т.	98%
Угар	16 т.	2%
Металлозавалка	794 т.	100%

1.5 Расчет плавильного отделения

Плавка алюминиевых сплавов производится в шахтных печах для плавки алюминиевых сплавов производительностью 0.5 тонн/час.

Определим потребное количество печей: [1]

$$n = \frac{Q_{\text{ж}} \times K_{\text{н}}}{F_{\text{г}} \times g} \quad (1)$$

где, $Q_{\text{ж}}$ – масса жидкого металла, т;

$K_{\text{н}}$ – коэффициент неравномерности потребления жидкого металла;

$F_{\text{г}}$ – годовой фонд времени работы оборудования, час;

g – производительность печи тонн/час [1].

$$Q_{\text{ж}} = Q_{\text{м}} - Q_{\text{уг}} \quad (2)$$

где, $Q_{\text{м}}$ – масса металлозавалки, тонн;

$Q_{\text{уг}}$ – угар металла, тонн.

$$Q_{\text{м}} = \frac{Q_{\text{г}}}{K_{\text{вгл}}} \times 100\% \quad (3)$$

где, $Q_{\text{г}}$ – масса годного литья, тонн;

$K_{\text{вгл}}$ – выход годного литья, %;

$$Q_{\text{м}} = \frac{500}{63} \times 100 = 794 \text{ т}$$

$$Q_{\text{уг}} = \frac{Q_{\text{м}} \times 2\%}{100\%} \quad (4)$$

где, $Q_{\text{м}}$ – масса металлозавалки, тонн;

2% - угар металла.

$$Q_{\text{уг}} = \frac{794 \times 2}{100} = 16 \text{ т}$$

$$Q_{\text{ж}} = 794 - 16 = 778 \text{ т}$$

Потребное количество печей:

$$n = \frac{778 \times 1.4}{3794 \times 0.13} = 2.208 \text{ шт}$$

Принимаем 3 индукционно-тигельных печи для плавки
алюминиевых сплавов мощностью 0.5 т/час.

					ПГУ 2.15.03.01.108 ПЗ	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Коэффициент загрузки печи:

$$K_{\text{заг}} = \frac{n_{\text{расч}}}{n_{\text{прин}}} \times 100\% = \frac{2.208}{3} \times 100 = 73.6\% \quad (5)$$

Технические характеристики индукционно-тигельной печи для плавки алюминиевых сплавов производительностью 0.5 тонны/час приведены в таблице 3.

Таблица 3 Характеристика индукционно-тигельной печи. Новозыбковский машиностроительный завод. [2]

Печь типа	ИАТ-1,0
Вместимость	1.0 т
Мощность потребляемая	390 кВт
Удельный расход электроэнергии на расплавление и перегрев	580
Производительность	0.13 т

1.6. Расчет отделения литья под давлением

В данном отделении располагаются машины литья под давлением. Выбор машины для осуществления процесса литья под давлением определяют технологические параметры, к которым относятся:

- площадь проекции отливки и литниковой системы на подвижную часть пресс – формы;
- усилие запираения пресс – формы;
- величина удельного давления на металл;
- скорость прессования;
- ёмкость камеры прессования.

Исходя из площади проекции отливки, по массе заливаемого металла

выбираем машину литья под давлением с холодной вертикальной камерой прессования: для средних отливок - модели Пумори, совместимую с моделью CLPO 250/36, для мелких отливок - TOSHIBA (Япония). [3]

Для смазки пресс-форм применяется автоматический манипулятор, для съема отливок – манипулятор . Применение машин данной модели позволит получать отливки с повышенными механическими свойствами и плотностью.

Техническая характеристика машины модели Пумори

Изготовитель Пумори г. Екатеринбург.

Усилие запираения формы – 200 тс;

1. Ход подвижной плиты - 380 мм.

2. Расстояние между колонками по горизонтали и вертикали в свету - 450 мм.

3. Толщина пресс-формы max - 500 мм,
min - 220 мм.

4. Масса заливаемой порции алюминиевого сплава, при давлении запрессовки не менее 40 МПа, плотности сплава $2,5 \times 10^3 \text{ кг/м}^3$ – 2,4 кг.

5. Усилие прессования - 200 кН.

6. Габаритные размеры машины:

Длина - 5030 мм;

Ширина - 1740 мм;

высота - 2560 мм.

7. Масса машины - 8500 кг.

					ПГУ 2.15.03.01.108 ПЗ	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Усилие запираания формы - 0.6 МН

- | | | |
|----|-------------------------------------|-----------|
| 1. | Ход подвижной плиты | - 242 мм. |
| 2. | Расстояние между колонками в свету: | |
| | по горизонтали | - 250 мм |
| | по вертикали | - 320 мм |
| 3. | Толщина пресс-формы | |
| | max | - 258 мм, |
| | min | - 150 мм. |

4. Масса заливаемой порции алюминиевого сплава, при давлении запрессовки не менее 40 МПа, плотности сплава $2,5 \times 10^3 \text{ кг/м}^3$ – 0,4 кг.

- | | |
|-------------------------------|------------|
| 5. Усилие прессования | - 63 кН. |
| 6. Габаритные размеры машины: | |
| длина | - 3070 мм; |
| ширина | - 830 мм; |
| высота | - 1850 мм. |

7. Масса машины - 2500 кг.

Количество машин ЛПД определяется по формуле [5]:

$$M = \frac{N}{F_g \times K \times g} \quad (6)$$

где, N – количество запрессовок;

F_g – действительный годовой фонд рабочего времени (для машин ЛПД), час;

К – коэффициент использования машин [4]

g – производительность машин [3]

Для модели Пумори:

N = 321300 штук;

$Fg = 3870$ часов;

$K = 0.85$;

$g = 50$ шт/час.

$$M = \frac{321300}{3870 \times 0.85 \times 50} = 1.95 \text{ шт}$$

Принимаем 3 машины ЛПД.

Определим коэффициент загрузки по формуле:

$$K_{\text{заг}} = \frac{n_{\text{расч}}}{n_{\text{прин}}} \times 100\% = \frac{1.95}{3} \times 100 = 65\%$$

Для модели TOSHIBA:

$N = 484500$ штук;

$Fg = 3870$ часов;

$K = 0.85$;

$g = 50$ шт/час.

$$M = \frac{484500}{3870 \times 0.85 \times 50} = 2.94 \text{ шт}$$

Принимаем 5 машины ЛПД.

Определим коэффициент загрузки по формуле:

$$K_{\text{заг}} = \frac{n_{\text{расч}}}{n_{\text{прин}}} \times 100\% = \frac{2.94}{5} \times 100 = 58.8\%$$

1.7 Расчет потребного количества литейных форм при литье под давлением

Средняя стойкость литейных форм для алюминиевых сплавов в пределах $40000 \div 60000$ запрессовок [1], принимаем среднее количество запрессовок 50000.

Количество литейных форм определяем по формуле:[6]

$$N_{\phi} = \frac{N}{N_{\text{ср}}}$$

где, N – количество запросов на программу ;

$N_{\text{ср}}$ – усредненное количество запросов.

Для отливки «Корпус»

$$1. \quad N_{n.\phi} = \frac{5100}{50000 \times 1} = 0.1 \quad \text{Принимаем 1 пресс –форму;}$$

Для отливки «Конвектор»

$$2. \quad N_{n.\phi} = \frac{40800}{50000 \times 1} = 0.81 \quad \text{Принимаем 1 пресс –форму;}$$

Для отливки «Диффузор»

$$3. \quad N_{n.\phi} = \frac{40800}{50000 \times 1} = 0.81 \quad \text{Принимаем 1 пресс –форму;}$$

Для отливки «Диффузор»

$$4. \quad N_{n.\phi} = \frac{40800}{50000 \times 1} = 0.81 \quad \text{Принимаем 1 пресс –форму;}$$

Для отливки «Планка декоративная»

$$5. \quad N_{n.\phi} = \frac{40800}{50000 \times 1} = 0.81 \quad \text{Принимаем 1 пресс –форму;}$$

Для отливки «Планка»

$$6. \quad N_{n.\phi} = \frac{51000}{50000 \times 1} = 1.02 \quad \text{Принимаем 2 пресс –формы;}$$

Для отливки «Плита верхняя»

$$7. \quad N_{n.\phi} = \frac{51000}{50000 \times 1} = 1.02 \quad \text{Принимаем 2 пресс –формы;}$$

					ПГУ 2.15.03.01.108 ПЗ	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для отливки «Плита нижняя»

$$8. \quad N_{n.ф.} = \frac{51000}{50000 \times 1} = 1.02 \quad \text{Принимаем 2 пресс – формы;}$$

Для отливки «Корпус»

$$9. \quad N_{n.ф.} = \frac{51000}{50000 \times 1} = 1.02 \quad \text{Принимаем 2 пресс – формы;}$$

Для отливки «Крышка»

$$10. \quad N_{n.ф.} = \frac{76500}{50000 \times 1} = 1.53 \quad \text{Принимаем 2 пресс – формы;}$$

Для отливки «Крышка»

$$11. \quad N_{n.ф.} = \frac{51000}{50000 \times 1} = 1.02 \quad \text{Принимаем 2 пресс – формы;}$$

Для отливки «Крышка»

$$12. \quad N_{n.ф.} = \frac{76500}{50000 \times 1} = 1.53 \quad \text{Принимаем 2 пресс – формы;}$$

Для отливки «Крышка»

$$13. \quad N_{n.ф.} = \frac{51000}{50000 \times 1} = 1.02 \quad \text{Принимаем 2 пресс – формы;}$$

Для отливки «Угольник»

$$14. \quad N_{n.ф.} = \frac{76500}{50000 \times 1} = 1.53 \quad \text{Принимаем 2 пресс – формы;}$$

Для отливки «Фланец»

$$15. \quad N_{n.ф.} = \frac{102000}{50000 \times 1} = 2.04 \quad \text{Принимаем 3 пресс – формы;}$$

Всего пресс форм на программу 26 шт.

1.8. Расчет отделения обрубки и зачистки литья

Так как в литейном цехе установлены комплексы ЛПД, в которых установлены обрубные прессы, то дополнительное обрубное оборудование в цехе не предусмотрено.

Для очистки используется голтовочный барабан модели 41114, производительностью 1500 кг /час.

Определим потребное количество голтовочных барабанов:[4]

$$n = \frac{N}{F_g \times K \times g} \quad (8)$$

где, N – масса отливок на программу выпуска с учетом брака, кг;

F_g – действительный годовой фонд рабочего времени работы оборудования, час;

K – коэффициент использования машин ;

g – производительность голтовочных барабанов кг/час.

$$n = \frac{50500}{3557 \times 0.85 \times 1500} = 0.11 \text{ шт}$$

Принимаем 1 голтовочный барабан модели 41114.

Определим коэффициент загрузки по формуле:

$$K_{\text{заг}} = \frac{n_{\text{расч}}}{n_{\text{прин}}} \times 100\% = \frac{0.11}{1} \times 100 = 11\%$$

Технические характеристика барабана очистного голтовочного модели 41114:

Объем загрузки – 0.6 м³;

Мах производительность – 200 кг/час;

Внутренние размеры барабана - Ø 900 ÷ 1400;

Размеры загрузочного люка – 1250 × 560;

Мощность – 7.5 кВт;

					ПГУ 2.15.03.01.108 ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Габаритные размеры – $3600 \times 1350 \times 1560$;

Масса – 4.1 тонны.

Так же в отделении установим обдирочно-шлифовальный станок модели 3М382 производительностью 150 кг/час. Количество станков определим по формуле: [7]

$$n = \frac{N \times K_n}{F_g \times g} \quad (9)$$

где, N – количество отливок на программу выпуска с учетом брака, шт.;

F_g – действительный годовой фонд рабочего времени оборудования, час;

K_n – коэффициент неравномерности работы машины

g – производительность обдирочно-шлифовального станка, кг/час.[8]

$$n = \frac{805800 \times 1.2}{3557 \times 150} = 1.81 \text{ шт}$$

Принимаем 3 станка модели 3М382.

Определим коэффициент загрузки по формуле:

$$K_{\text{заг}} = \frac{n_{\text{расч}}}{n_{\text{прин}}} \times 100\% = \frac{1.81}{3} \times 100 = 60.3\%$$

Для ручной обработки отливок используем шлифовальные машинки. Тип и модель машинки выбираем в зависимости от расположения мест подлежащих шлифованию или заточке.

Торцовая ИП-2203 – для наружных и внутренних необрабатываемых черных поверхностей, легкодоступных для подвода шлифовальных машинок с абразивами.

Радиальная ИП-2001 – для наружных и внутренних поверхностей, подвергающимся механической обработке, легкодоступных для подвода шлифовальных машинок с абразивами.

Краткая техническая характеристика торцевой машинки модели ИП-2203

Мощность	- 1.35 кВт
Частота вращения при рабочем ходе	- 3400 об/мин
Масса без шлифовального круга	- 4.3 кг
Применяемый абразив	- ПВ125Х50Х32 (ГОСТ 2424-75)

Допускаемый износ абразива: по диаметру	- 90 мм
по высоте	- 28 мм

Краткая техническая характеристика радиальной машинки модели ИП-2001

Мощность	- 1.25 кВт
Частота вращения при рабочем ходе	- 4500 об/мин
Масса без шлифовального круга	- 6.0 кг
Применяемый абразив	- ПП150Х25Х32 (ГОСТ 2424-75)

Допускаемый износ абразива: по диаметру	- 80 мм
по высоте	- 0 мм

[9].

1.9. Расчет площади склада шихтовых материалов

Площадь склада для каждого компонента шихты определяется по формуле [10]:

$$f_{з.ш.} = \frac{Q_n \times a \times b}{\Phi \times H \times j} \quad (10)$$

где Q_n – вес металлозавалки на годовую программу, тн.

a - норма расхода соответствующего компонента шихты от металлозавалки, %.

b - норма хранения компонента шихты, дней.

H - высота хранения компонента шихты, м.

J - насыпная масса компонента шихты, тн/м³.

Ф - годовой фонд времени, в днях.

$$f_{з.ш.} = \frac{795 \times 0.68 \times 30}{159 \times 0.8 \times 3} = 42.5 \text{ м}^2$$

Принимаем 50 м².

1.10. Транспортные средства цеха

Для выполнения грузоподъемных и транспортных операций по внутрицеховым грузоперевозкам, цех оснащен следующими видами транспортного оборудования:

- склад шихтовых материалов, плавильное отделение, отделение литья под давлением, зачистное отделение: подвесная кран мостовой грузоподъемность Q=5 тонны.

Так как цех небольшой определим количество кранов для всех отделений по формуле [11]:

$$K = \frac{Q \times n \times a}{F_g} (11)$$

где, Q – количество оборудования на участке, шт.;

n – грузоподъемность мостового крана, тонн;

a – количество крано-часов на 1 тонну, отливок в час;

F_g – действительный фонд времени работы кран-балки, час.

$$K = \frac{11 \times 3000 \times 0.3}{4020} = 2.46 \text{ шт}$$

Принимаем 3 крана мостовых Q = 5тонны.

2.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Характеристика отливки

Так как все детали, предусматриваемые программой цеха изготавливают литьем под давлением, то и отливку, “Корпус”, (рисунок 1) изготавливаемую из сплава АК-12М2, делаем литьем под давлением.

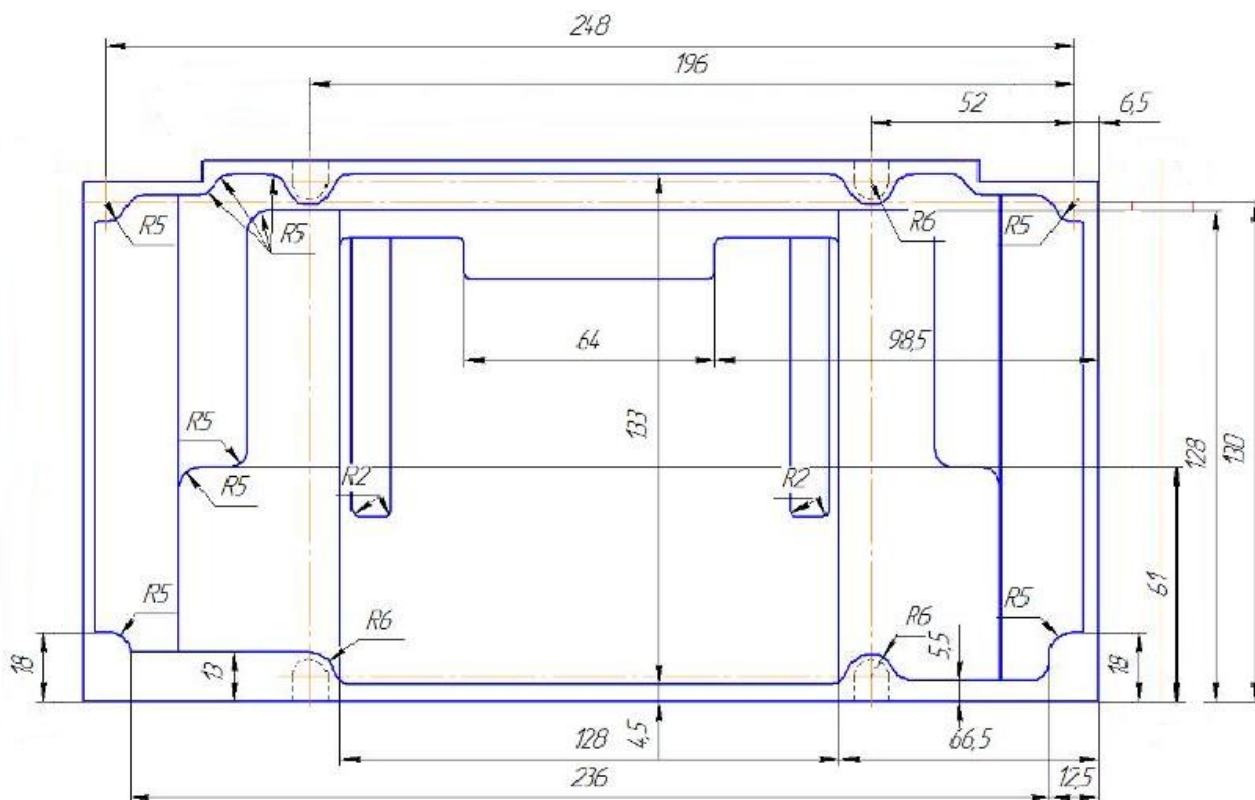


Рисунок 1 Отливка «Корпус»

Сущность литья под давлением состоит в том, что в стальную форму под большим давлением и большой скоростью вводится расплавленный металл. При этом происходит мгновенное заполнение всей полости формы любой сложности и конфигурации. Этим методом получают тонкостенные отливки с чистой поверхностью и размерами приближенными к готовой детали.

В основном отливки соответствуют по точности 6-му классу, шероховатости поверхности 7-му классу чистоты.

Сплавы, применяемые для литья под давлением должны отвечать следующим требованиям:

1. Обладать высокой жидкотекучестью.
2. Не взаимодействовать с полостью пресс-формы.
3. Обладать небольшой усадкой.
4. Обладать малым интервалом кристаллизации.
5. Прочностные свойства при высокой температуре должны быть достаточными.

Химический состав сплава АК12М2

Алюминий – основа.

Основные компоненты:

Mg - 0,2 – 0,5%;

Si - 11,0 – 13,0 %;

Mn - 0,2 – 0,6 %.

Cu - 1.5 – 2.0 %;

Примеси не более:

Fe - 0.7%;

Zn - 0.5 %;

Ni - 0.3 %

Сплавы на основе Al – Si обладают хорошими литейными свойствами: высокой жидкотекучестью, малой литейной усадкой, пониженной склонностью к образованию горячих трещин.

Механические свойства сплава АК12М2:

Предел прочности - $\sigma_B=17-20 \text{ кг/мм}^2$;

Относительное удлинение – 1%;

Твердость по Бриннелю – $HB=50-60 \text{ кг/мм}^2$;

Физические свойства сплава АК12М2:

Плотность – $2.66-3 \text{ г/см}^3$;

					ПГУ 2.15.03.01.108 ПЗ	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Удельное сопротивление (при 20°C) – 0.0457 Ом*мм²/м;

Коэффициент теплопроводности – 0.36 ккал/см*сек*°C.

Технологические свойства сплава АК12М2

Литейная усадка - 0.5%; жидкотекучесть – 350 мм; герметичность – высокая; обрабатываемость резанием – удовлетворительная; свариваемость – хорошая; рабочая температура детали до 200°C; температурный интервал кристаллизации 610 – 675 °C.

2.2. Сущность разработки технологического процесса

Одним из важнейших этапов разработки технологии изготовления отливки является расчёт шихты.

Для расчета шихты необходимо знать химический состав всех исходных шихтовых материалов и приготавливаемого сплава. Кроме того, необходимо учесть угар элементов, который зависит от состояния шихты, конструкции и типа плавильного агрегата, а также от методики ведения плавки способа рафинирования и т.д.

Для приготовления сплава АК12М2, в качестве шихтовых материалов применяют:

- чушковый силумин Сил-О, Сил-ОО, маркировка на торце чушек буквами «С» белого цвета;
- сплав алюминиевый, литейный в чушках марки АК12М2, маркировка две вертикальные полосы: белая и красная;
- возврат собственного производства.

Вес шихты на одну плавку принимаем за 100% (100 кг). Угар металл, возникающий в процессе плавки, является безвозвратной потерей. При расчете шихты, потери на угар принимают исходя из практических данных: угар Si – 1%; Mg – 3%; Al – 1%. Для учета угара отдельных элементов масса шихтовых материалов должна быть увеличена:

					ПГУ 2.15.03.01.108 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

$$\text{Si на } \frac{12 \times 1}{100} = 0.12 \text{ кг}$$

где, 12 – среднее значение количества Si в сплаве, в %;

1 – угар Si в %;

$$\text{Mg на } \frac{0.3 \times 3}{100} = 0.009 \text{ кг}$$

$$\text{Al на } \frac{92.7 \times 1}{100} = 0.927 \text{ кг}$$

Содержание химических элементов шихты: Si – 12%; Mg – 0.3%; Cu -2 %;
Al – 85.7%.

Затем определяем количество чушкового силумина и лигатуры которое необходимо ввести в шихту:

$$M = \frac{12.12 \times 100}{13} = 93.2 \text{ кг}$$

Содержание Al в силумине составит:

$$M = 93.2 - 12.12 = 81.08 \text{ кг}$$

Лигатура Al-Mg составит:

$$M = \frac{0.309 \times 100}{10} = 3.09 \text{ кг}$$

Содержание Al в лигатуре составит:

$$M = 3.09 - 0.309 = 2.781 \text{ кг}$$

Масса чушкового Al составит:

$$M = 85.7 - (81.08 + 2.781) = 2 \text{ кг}$$

Следовательно, для выплавки 100 кг сплава АК 12 М2 необходимы следующие массовые доли шихтовых материалов:

- чушковый алюминий – 2 кг
- силумин: 65.916 кг;
- лигатуры Al-Mg: 3.090 кг;

					ПГУ 2.15.03.01.108 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

- возврат собственного производства 30 кг
- Всего: 101.006 кг.

Плавка шихтовых материалов осуществляется в индукционно-тигельных печах для алюминиевых сплавов. Примесями, содержащимися в исходном материале, пренебрегли.

После определения состава шихты, определяем предварительные размеры: площадь проекции отливки и литниковой системы на подвижную часть формы, емкость камеры прессования, величину давления на металл, необходимые для получения качественной отливки, величину запираения пресс-формы.

На основании этих данных выбирается машина литья под давлением. В задании на проектирование пресс-формы указывается конструкция литниковой системы, размеры и места подвода питателей, расположение и размеры вентиляционных каналов.

Удельное давление машины ЛПД находится в прямой зависимости от диаметра камеры прессования, поэтому выбирается один из основных параметров (например: удельное давление или скорость потока), а остальные параметры приводятся в соответствие с выбранными.

Тепловой режим определяется температурой заливаемого расплава и температурой формы. Температуру расплава желательно выдерживать довольно низкой. В раздаточной печи и дозаторах она обычно превышает температуру начала кристаллизации на 15-20°C. Запрессовку расплава желательно производить на нижнем пределе, это обеспечивает более высокое качество отливок и меньшую привариваемость расплава к рабочим частям пресс-формы.

Для отливки «Корпус» выбираем машину литья под давлением с вертикальной камерой прессования модели Пумори, совместимой с моделью

CLPO 250/36. Отливки получаемые на этой машине, обладают высокой точностью изготовления и чистотой поверхности.

Техническая характеристика машины литья под давлением модели Пумори [3].

1. Усилие запираания формы - 200 тс;
2. Ход подвижной плиты - 380 мм.
3. Расстояние между колонками по горизонтали и вертикали в свету - 450 мм.
4. Толщина пресс-формы max - 500 мм,
min - 220 мм.

5. Масса заливаемой порции алюминиевого сплава, при давлении запрессовки не менее 40 МПа, плотности сплава $2,5 \times 10^3 \text{ кг/м}^3$ – 2,4 кг.

6. Усилие прессования - 200 кН.

7. Габаритные размеры машины:

Длина - 5030 мм;
Ширина - 1740 мм;
высота - 2560 мм.

8. Масса машины - 8500 кг.

2.3. Принцип работы машины

Процесс изготовления деталей методом литья под давлением в основном состоит из запрессовки металла в форму, кристаллизации и удаления отливки из формы. Кроме того, машина производит ряд вспомогательных операций.

В полуавтоматическом режиме машина осуществляет следующие операции по циклу:

- закрытие подвижного ограждения;
- очистку и смазку пресс-формы;
- смыкание и запираение формы;
- заливку металла в камеру прессования;
- прессование;
- выдержка времени на кристаллизацию запрессованного металла;
- раскрытие формы и выталкивание пресс-оснастка из камеры

прессования;

- открытие подвижного ограждения;
- выталкивание отливки из пресс-формы;
- отвод пресс-плунжера в исходное положение.

Цикл по этой программе начинается после нажатия двух кнопок «запирание». Дальнейшие операции производятся автоматически.

Заливка расплавленного металла в камеру прессования производится дозатором механическим для заливки металла. Манипулятор для смазки пресс-формы и нанесения тонкого слоя смазки установленными форсунками.

Механизм прессования залитый металл перемещает в форму, а затем допрессовывает его с большим усилием, создаваемым мультиплицированным давлением.

Реле времени автоматически контролирует время кристаллизации отливки.

Машина снабжена устройствами и приборами для:

- регулирования механизма запираения на требуемую толщину пресс-формы;
- независимого регулирования скоростей прессования во всех 3^х фазах прессования;

					ПГУ 2.15.03.01.108 ПЗ	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- регулирования времени выдержки отливки в пресс-форме и пресс оснастке;
- регулирование хода подвижной плиты при раскрытии формы;
- подъема механизма прессования при переходе на другую позицию заливки;
- контроля усилия запираания пресс-формы;
- контроля рабочего давления в гидросистеме и аккумуляторной установке;
- контроля исходных и рабочих положений исполнительных механизмов;
- регулирование интенсивности охлаждения пресс плунжера, 2^х точек формы и плиты механизма прессования. Безопасность работы на машине обеспечивается наличием ряда необходимых блокировок, предотвращающих неправильное включение механизмов, автоматически закрывающейся дверью и защитными кожухами.

Кнопочное управление машиной, а также наличие полуавтоматического режима с возможностью включения в цикл заливочно-дозировочного устройства, в сочетании с рациональным размещением органов управления и основных мест обслуживания сводит к минимуму утомляемость оператора, работающего на машине.

2.4. Материалы пресс-форм

Конструкция пресс-форм рисунок 2 оказывает непосредственное влияние на качество отливки, производительность труда, удобство и безопасность работы, длительность эксплуатации и стоимость отливки, т.к. пресс-форма – дорогостоящий инструмент. На проектирование одной литейной формы затрачивается от 50 до 200 часов и более, а на ее изготовление сотни и тысячи часов [12].

					ПГУ 2.15.03.01.108 ПЗ	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Точность размеров, чистота поверхности и другие требования чертежа и технологических условий на отливку также зависят от удачно выбранной конструкции формы. Правильное расположение оформляющих обеспечивает полную взаимосвязь в процессе работы и максимально возможную точность отливки. От правильного расположения выталкивателей зависит быстрое удаление отливки из полости формы без повреждений и деформаций.

Производительность труда при литье под давлением находится в прямой зависимости от конструкции формы. Чем больше делается в форме оформляющих гнезд, тем выше ее производительность. На длительность эксплуатации формы, ее износ, влияет выбор материала, рациональная конструкция оформляющих частей плит. Технологичность конструкции формы представляет ее стоимость и необходимое время на ее изготовление. Чем больше в форме вставок, оформляющих частей, тем легче ее изготовить на станках и тем меньше ее стоимость.

Большое значение для разработки удачной конструкции формы имеют вопросы технологической отработки конструкции отливки. Прежде чем приступить к проектированию литейной формы, технолог и конструктор по чертежу детали разрабатывают чертеж отливки.

На чертеже отливки указываются:

- плоскость разъема;
- место подвода литников;
- технологические приливы;
- величину усадки сплава;
- величину и направление литейных уклонов;
- размеры припусков на механическую обработку;
- точность и чистоту поверхности отливки.

При выборе плоскости разъема следует руководствоваться следующим:

- разъем желательно делать в одной плоскости;

- необходимо предусмотреть такое расположение отливки в форме и подвод литника, при которых заполняющий форму металл вытеснял бы воздух к вентиляционным каналам;

- чтобы отливка, после раскрытия пресс-формы оставалась вместе с литником в подвижной части формы, в которой расположены выталкивающие устройства.

Оформляющие вставки пресс-формы во время работы испытывают ударное действие струи расплавленного металла и влияния резкого изменения температуры. Через определенное время динамические и термические напряжения приводят к появлению на поверхности вкладыши трещин, выводящие их из строя [13].

Практическим путем установлено, что оптимальным материалом для изготовления вкладышей пресс-форм, контактирующих с расплавом является легированная сталь 3Х2В8Ф. Для придания необходимых служебных свойств их подвергают термической и химико-термической обработке – низкотемпературному цинкованию на глубину 0,05 – 0,2 мм.

Для остальных элементов пресс – формы используют сталь 45. Пресс-форма представлена на рисунке 2.

					ПГУ 2.15.03.01.108 ПЗ	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

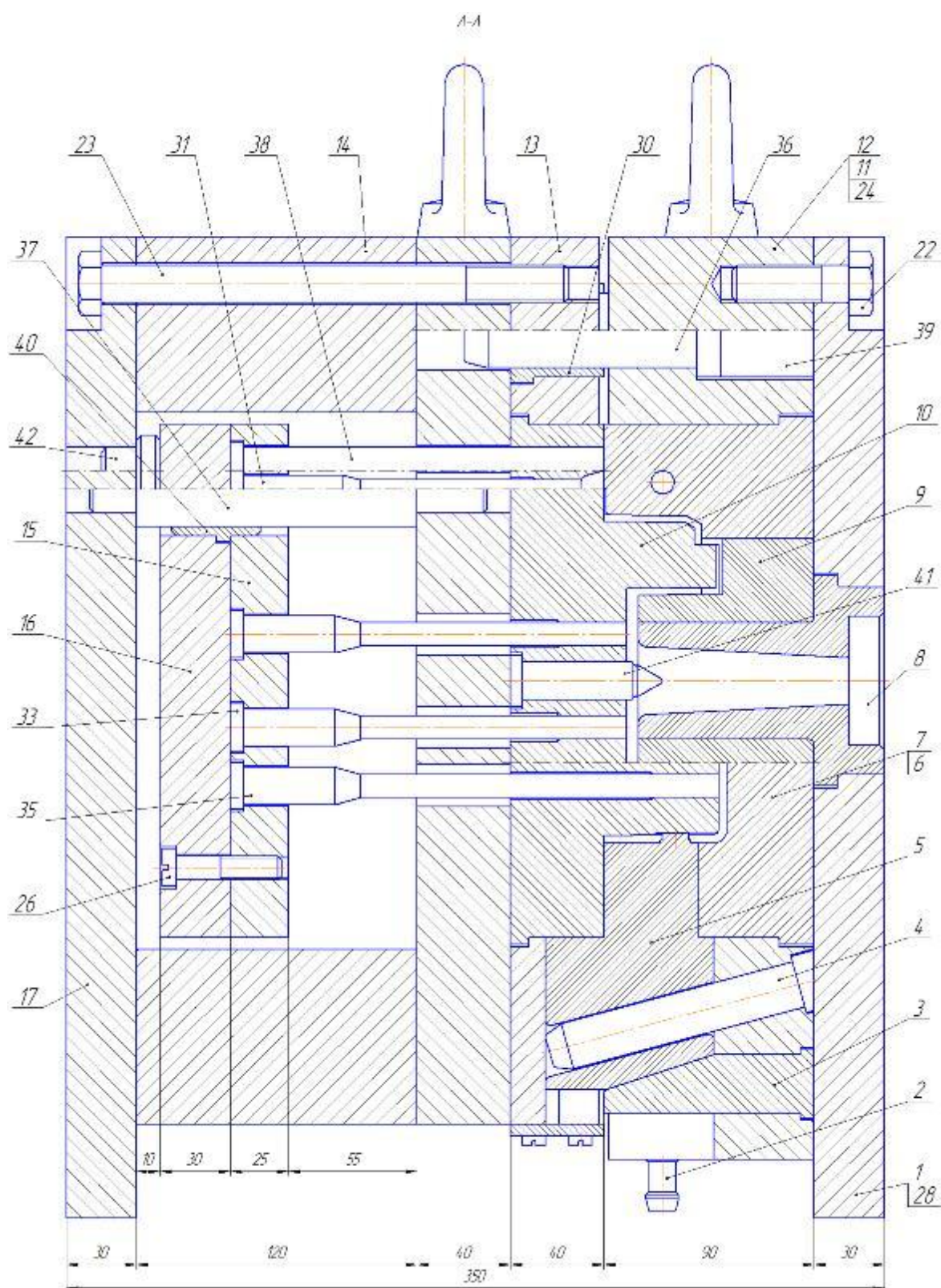


Рисунок 2 Пресс - форма

Для уменьшения прилипания сплава к стенкам формы, облегчения удаления отливок, уменьшения теплоотдачи и трения, для уменьшения износа

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ 2.15.03.01.108 ПЗ

Лист

34

формы, а также для уменьшения зазоров на поверхности отливок, производят смазку пресс-формы [14]. Смазывают и детали камеры прессования.

Смазка должна соответствовать следующим требованиям:

- Должна создавать на поверхности пресс-формы устойчивую пленку;
- Смазка должна обладать низкой газотворной способностью;
- Должна быть удобна для использования;
- Смазка не должна вступать в реакцию с жидким сплавом.

Порядок нанесения смазки

Очистить пресс-форму от облоя.

Обдуть сжатым воздухом.

Пресс-форму смазывают периодически через 4-5 ударов, камеру прессования следует смазывать после каждой запрессовки [14].

Смазку наносят тонким слоем, так как избыток смазки увеличивает газообразование в пресс-форме.

Смазку следует наносить с помощью манипулятора, который обеспечивает нанесение тонкого и ровного слоя.

При тонком нанесении смазки, она способствует легкому извлечению отливки из полости пресс-формы.

Используемые смазки:

Водоэмульсионные - Ставрол 500 марка 2 ТУ5831-020-21168034-95

Ставрол 500 марка 3 ТУ5831-020-21168034-95

Смазочный материал состоит из:

Водоэмульсионная смазка –20%.

Вода - 80%.

Масло Ставрол ПФ

2.5 Расчёт литниковой системы

Литниковая система – это совокупность каналов, через которые расплав запрессовывается в форму. Каналы литниковой системы должны удовлетворять следующим требованиям:

- иметь минимальный путь для прохождения расплава;
- их сечение и форма, длина должны обеспечивать наилучшее заполнение;
- суммарная площадь их сечения должна быть меньше площади сечения входного отверстия литникового хода;
- сопряжение каналов должно быть плавным;

В зависимости от положения литника относительно проекции отливки на плоскость разъема, литниковые системы делятся на 2 типа:

- внутренняя литниковая система;
- внешняя литниковая система (подвод металла осуществляется по внешнему контуру отливки) [15].

При литье под давлением основным расчетным элементом является сечение питателя. Литниковые каналы следует располагать выше литниковых поверхностей в форме, иначе жидкий металл затечет в полость формы и затвердеет еще до начала прессования. Величина подъема литникового канала при котором исключается это проявление зависит от диаметра камеры прессования.

Минимальная высота питателей 0.8мм, а литникового канала 4мм.

Литейные уклоны.

Для обеспечения удаления отливок из формы, на всех рабочих частях формы делают уклоны. На стержнях, которые образуют внутреннюю полость отливки, и которые она обжимает вследствие усадки сплава, конусность должна быть больше чем на оформляющих плоскостях. Величина уклонов зависит от величины усадки сплава, из которого изготавливается отливка.

					ПГУ 2.15.03.01.108 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

Рекомендуемые литейные уклоны для алюминиевых сплавов:

- для посадочных поверхностей по наружному контуру $0^{\circ}30'$; [16]
- для прочих поверхностей по наружному контуру $0^{\circ}45'$; [16]

Для тех частей отливки, которые располагаются в неподвижной полуформе, рекомендуется больший уклон, чем для частей оформляемых в подвижной полуформе. Уклоны не должны быть меньше min допустимых уклонов.

Если отливка имеет резкие переходы от толстых сечений к тонким, то в этих местах могут возникнуть горячие трещины. Чтобы этого не произошло, необходимо создавать равностенные конструкции, предусматривать плавные переходы и радиусы закруглений между элементами литых деталей с разными сечениями.

1. При разработке литниковой системы необходимо предусмотреть:

- оптимальное место подвода металла к отливке, обеспечивающее необходимую последовательность заполнения и кристаллизации;
- рациональную геометрию элементов литниковой системы, обеспечивающее плавное движение металла;
- оптимальное сечение, а также ширину и высоту питателя, с целью создания необходимой скорости впускной струи металла.

2. Выбор рационального расположения питателя следует производить с учетом следующих положений:

- полость формы должна заполняться металлом с наименьшими потерями энергии потока;
- струя металла, поступающая в форму, не должна перекрывать вентиляционные каналы и препятствовать выходу воздуха и газов из рабочей полости формы;

3. Место подвода питателя к отливке необходимо выбирать с учетом оптимального для данной детали характера потока.

4.Выбор места подвода питателя следует производить с учетом конфигурации отливки.

Питатель следует подводить: к крупным пластинчатым отливкам; в торец к прямоугольным пластинчатым отливкам; в торцевую стенку отливок коробчатого сечения, высота которых значительно больше диаметра; по касательной одним или несколькими питателями, обеспечивающими движение потока в одном направлении, если отливка имеет отверстие оформляющая вставка которая препятствует потоку; в месте встречи потоков следует применять промывки.

Скорость течения металла в питателе, называемая скоростью впуска, и скорость прессования (скорость течения металла в камере прессования), основные параметры определяющие гидродинамику и тепловые условия заполнения формы.

Скорость впуска:

$$V_{\text{вп}} = K_1 \times K_2 \times V_{\text{ср}} \quad [15],$$

Где $V_{\text{ср}}$ – средняя скорость впуска;

K_1 – коэффициент учитывающий тип отливки;

K_2 – коэффициент учитывающий давление.

$$V_{\text{вп}} = 1,5 \times 1,75 \times 15 = 39,4 \text{ м/с.}$$

Продолжительность заполнения:

$$\tau_{\text{ср}} = K_3 \times K_4 \times \tau_{\text{ср}} \quad [15],$$

где $\tau_{\text{ср}}$ - средняя статическая продолжительность заливки;

K_3 – коэффициент учитывающий тип сплава;

K_4 – коэффициент учитывающий среднюю толщину стенки отливки.

$$\tau_{\text{ср}} = 0,9 \times 0,75 \times 0,06 = 0,041 \text{ с.}$$

Расчет питателя

Питатель является самой ответственной частью литниковой системы. От площади поперечного сечения питателя зависит скорость и характер заполнения формы.

Площадь поперечного сечения питателя определяется по формуле:[15]

$$F_n = \frac{M}{\rho \times V_{вп} \times \tau_3} \quad (12)$$

где, M – масса отливки с промывниками;

ρ - плотность сплава, г/см³;

$V_{вп}$ – скорость впуска, м/с;

τ_3 – продолжительность заполнения пресс-формы, сек.

$$F_n = \frac{2200}{0.0027 \times 39400 \times 0.041} \approx 504.6$$

Глубина $a_{пк}$ и ширину $b_{пк}$ определяют по формулам: [18]

$$a_{пк} = 0.77 \times \sqrt{F_n}$$

$$b_{пк} = (1.55 - 1.95) \times \sqrt{F_n}$$

$$a_{пк} = 0.77 \times \sqrt{504.6} = 17.3 \text{ мм}$$

$$b_{пк} = (1.55 - 1.95) \times \sqrt{504.6} = 43.8 \text{ мм}$$

Для получения качественных отливок необходимо по разьему пресс-формы устанавливать промывники, которые служат для удаления первых порций сплавов, загрязненного окислом и газами.

Объем промывников для простых отливок может составлять до 30% объема отливки, для сложных 25-50%; для особо сложных, тонкостенных отливок с высокими требованиями к качеству, объем промывок может достигать до 2-3 объемов отливки. Промывки выполняются с уклонами не менее 15° и радиусами скругления не менее 3 мм.

Промывники следует выполнять в подвижной полуформе, на расстоянии 5-10 мм от стенки отливки и соединять с отмывкой каналами глубиной не более 0,8 толщины питателя, но не менее 0,35 – 0,4 мм.

Для удаления воздуха из полости пресс-формы при ее заполнении необходимо обеспечить вентиляцию формы посредством вентиляционных каналов.

Вентиляционные каналы располагают в местах наиболее вероятного скопления воздуха, газов, продуктов разложения смазочного материала. Их располагают так, чтобы брызги расплава не могли их закупорить.

Должно быть исключено встречное движение расплава и газовой воздушного потока, т.к. в противном случае, газы, обладающие меньшей инерцией чем расплав, не успеют выйти из формы. Поэтому конструкция вентиляционной системы зависит от литниковой системы и характера заполнения полости формы. При заполнении формы сплошным потоком, вентиляционные каналы располагают в местах, наиболее удаленных от питателей.

При заполнении формы дисперсным потоком, вентиляционные каналы следует располагать на всех участках заполнения. Вентиляционные каналы выполняют в полости разъема формы в виде проточек прямоугольного сечения. Глубину вентиляционных каналов принимают в пределах $0.05 \div 0.3$ [10] в зависимости от сплава. Ширина каналов должна быть не более 30 мм, что облегчает удаление облоя при обдувке пресс-формы. Для лучшего удаления газов и воздуха вентиляционные каналы выполняют на вставках в полости разъема и на подвижных и неподвижных стержнях и выталкивателях. Для удаления первой порции расплава, загрязненной продуктами разложения смазочного материала, воздухом газом и окислами, в пресс-формах делают промывники – технологические приливы. Промывники соединяются с полостью формы каналами глубиной $0.8 \div 0.9$ мм толщины питателя. Промывник может соединяться с атмосферой вентиляционным каналом, но

					ПГУ 2.15.03.01.108 ПЗ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

может быть и глухим. Обычно промывники располагают вблизи утолщенных мест отливки. Чтобы промывник не оставался в пресс-форме при выталкивании отливки, под каждый из них устанавливается толкатель.

Суммарную площадь сечения вентиляционных каналов Σf_v , в мм² в зависимости от объема отливки и промывников, определяем по формуле: [19]

$$\Sigma f_v = K \times \frac{m}{\rho \times \tau} \quad (13)$$

где m – масса отливки с промывником, г;

ρ - плотность сплава, г/см³;

τ - время заполнения полости пресс-формы, с ;

K – коэффициент, равный для алюминиевых сплавов = 0,0077.

$$\Sigma f_v = 0.0077 \times \frac{2200}{2.7 \times 0.041} = 15.3 \text{ см}^2$$

Полученные расчетные сечения элементов литниковой системы и вентиляционных каналов могут корректироваться в процессе отладки технологического процесса изготовления отливки.

2.6 Расчет каналов терморегулирования пресс-формы

1. Перед началом эксплуатации пресс-форма должна быть прогрета до уровня оптимальных значений.

2. Требуемая температура пресс-формы, в процессе работы, может быть обеспечена путем прокачивания охлаждающей жидкости (вода, масло) по специально выполненным в пресс-форме каналам.

3. Расчет площади поверхности каналов охлаждения пресс-формы производить по формуле: [15]

$$F_{np} = \frac{m \times [C_{жс} \times (t_3 - t_k) + \mu + C_m \times (t_k - t_{кон})] - \alpha_m \times (t_{ф} - t_{ос}) \times (F_n \times \tau_{ц} + F_в + \tau_о)}{\alpha_{ож} \times (t_{ф} - t_{ож}) \times \tau_y} \quad *, \quad (14)$$

где m – масса заливаемого металла, кг;

$C_{\text{ж}}$ и $C_{\text{м}}$ – удельная теплоемкость соответственно жидкого и твердого металла;

t_3 - температура заливаемого металла, К;

$t_{\text{к}}$ – температура кристаллизации, К;

$t_{\text{кон}}$ – температура отливки при удалении из пресс-формы, К;

$\alpha_{\text{м}}$ – среднее значение коэффициента теплоотдачи на поверхности пресс-формы, принимаем равным $= 15 \text{ Вт/м}^2, \text{ К}$;

$t_{\text{о.с.}}$ – температура окружающей среды, К;

$t_{\text{у}}$ - время одного литейного цикла, с;

$F_{\text{н}}$ - площадь наружной поверхности формы, м^2 ;

$F_{\text{в}}$ - площадь пресс-формы по полости разъема, м^2 ;

$\tau_{\text{о}}$ – время охлаждения формы в раскрытом состоянии, с;

$t_{\text{ф}}$ – среднее значение температуры поверхности пресс-формы, К;

$t_{\text{ож}}$ – температура охлаждающей жидкости на входе пресс-формы, К;

$\alpha_{\text{ож}}$ – коэффициент теплообмена между формой и теплоносителем на поверхности каналов, равен при охлаждении водой $4000 - 4500 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$.

$$F_{\text{np}} = \frac{2.1 \times [1290 \times (950 - 850) + 33500 + 1050 \times (850 - 673) - 15 \times (523 - 293) \times (1.4 \times 60 + 0.7 \times 35)]}{1000 \times (523 - 493) \times 60} = \frac{139818.2}{1800000} = 0.078 \text{ м}^2$$

4. Расчет длины каналов терморегулирования $L_{\text{м}}$ при заданном диаметре $d_{\text{км}}$: [15]

$$L_{\text{м}} = \frac{F_{\text{о}}}{\pi \times d_{\text{км}}} = \frac{0.078}{3.14 \times 0.015} = 1.66 \text{ м (15)}$$

2.7. Выбор машины литья под давлением

1. Выбор машины для осуществления процесса литья под давлением определяют технологические параметры к которым относятся:

- площадь проекции отливки и литниковой системы на подвижную часть пресс-формы;
- усилие запираения пресс-формы;
- величина удельного давления на металл;
- скорость прессования.

2. Масса отливки с литниковой системой, промывниками и пресс – остатком не должна превышать массу максимальной дозы заливки, определяемой паспортом машины.

3. Суммарная площадь, проекции отливки и литниковой системы должны быть не больше значений, указанных на паспорте машины.

4. По усилению запираения машины указанному в паспорте, и площади проекции отливки и литниковой системы определить удельное давление прессования, которое может быть обеспечено машиной [15]:

$$P_{пр.м} = \frac{K \times Q_{зап}}{F_s} \quad (16) ,$$

где $P_{пр.м}$ – удельное давление прессования обеспечиваемое машиной, Па;

K – коэффициент наружности механизма запираения машины. Для машин с горизонтальной камерой прессования $K=0,85$;

$Q_{зап}$ – усилие запираения машины, кН.;

F_s – площадь проекции отливки и литниковой системы, м².

$$P_{пр.м} = \frac{0,85 \times 4000}{0,21} = 16,190 \times 10^3 \text{ кН./м}^2.$$

По массе отливки с промывниками принимаем диаметр камеры прессования равным 50 мм [20].

					ПГУ 2.15.03.01.108 ПЗ	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Q_{\text{пр}} = P_{\text{пр.м}} \times F_{\text{кп}}$$

Где $Q_{\text{пр}}$ – усилие прессования, кН.;

$P_{\text{пр.м}}$ – удельное давление прессования;

$F_{\text{кп}}$ – площадь поперечного сечения камеры прессования, м^2 .

$$Q_{\text{пр}} = 16190 \times \frac{3,14 \times 0,050^2}{4} = 31,77 \text{ кН.}$$

Так как тах усилие прессования машины модели Пумори составляет 400 кН., то данная модель обеспечивает изготовление рассматриваемой отливки.

Определяем соответствие скорости прессования машины выбранному режиму заполнения: [15]

$$V_{\text{пр.}} = \frac{V_{\text{ен}} \times f_n}{F_{\text{кп}}} \quad (17),$$

где $V_{\text{пр}}$ – скорость прессования, м/с;

$V_{\text{ен}}$ – скорость впуска, м/с;

$F_{\text{п}}$ – площадь поперечного сечения прессующего стакана, мм^2 .

$$V_{\text{пр}} = \frac{4 \times 2,7 \times 13 \times 2,7}{3,14 \times 50^2} = \frac{379.1}{7850} = 0.5 \text{ м/с.}$$

Технологический процесс изготовления детали «Корпус»

Подготовка шихтовых материалов.

Рассортировать возврат собственного производства и чушковые материалы по маркам.

Для приготовления сплава АК12М2, в качестве шихтовых материалов применяют:

- чушковый силумин Сил-О, Сил-ОО, маркировка на торце чушек буквами «С» белого цвета;

					ПГУ 2.15.03.01.108 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

- сплав алюминиевый, литейный в чушках марки АК12М2, маркировка две вертикальные полосы: белая и красная;
- возврат собственного производства.

Плавка шихтовых материалов осуществляется в шахтных печах для плавки алюминиевых сплавов. Примесями, содержащимися в исходном материале, пренебрегли.

1. Плавка металла.

Включить плавильную печь индукционно-тигельную. Подать на загрузочную площадку печи мостовым краном $Q = 5$ тонн шихтовые материалы.

Загрузить шихтовые материалы в плавильную печь и приступить к плавке металла. Довести температуру металла до $770 - 780^{\circ}\text{C}$.

Контроль температуры металла проводить термопарой погружения. Залить образцы на химанализ.

2. Подготовить раздаточный ковш к разливке металла.

- а) Проверить состояние футеровки, очистить ковш от настывшей, шлака.
- б) Перед наполнением жидким металлом ковш подогреть до температуры $300-400^{\circ}\text{C}$.

3. Краном установить к печи ковш под сливную летку. Наполнить ковш жидким металлом. Провести обработку жидкого металла азотом. Снять шлак с поверхности металла. Транспортировать ковш с металлом к раздаточным печам краном $Q = 5$ т. Разлить металл по раздаточным печам.

4. Перед заполнением жидким металлом произвести подготовку тиглей раздаточных печей.

- а) Вновь устанавливаемые чугунные тигли очистить от остатков формовочной смеси.
- б) Обдуть сжатым воздухом.
- в) Нанести равномерно защитную обмазку толщиной 5-10 мм.

Состав обмазки:

					ПГУ 2.15.03.01.108 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Шамот молотый или мертиль	- 10%,
Порошок магнезитовый	- 70%,
Жидкое стекло	- 12%,
Кремнефтористый натрий	- 8%,
Вода сверх	- 100%.

Произвести сушку обмазки тигля путем установки тигля в раздаточную печь и ее подключение.

Режим сушки: выдержать обмазанный тигель на воздухе 3-4 часа, затем сушить в раздаточной печи не менее 4-5 часов. Нанести равномерный слой защитной краски и просушить.

5. Заливка форм.

а) Подготовка машины.

Произвести технический осмотр и обслуживание машины. Машина литья под давлением модель Пумори совместимая с моделью CLPO 250/36.

Установить наполнительный стакан и прессующий поршень необходимого диаметра.

Установить время выдержки в пресс-форме.

б) Подготовка пресс-формы.

Осмотреть пресс – форму. Очистить пресс-форму от смазки и налипшего металла. Проверить движение всех частей на ручном управлении. При обнаружении неисправностей не приступать к работе до их устранения. Нагреть пресс-форму. Температура подогрева пресс-формы $180^0 - 200^0$ С. Разогрев пресс-формы производить газовой горелкой. Раскрыть пресс-форму и обдуть сжатым воздухом.

Нанести манипулятором смазку на рабочую полость пресс-формы и обдуть сжатым воздухом. Смазать пресс-поршень. Заккрыть пресс-форму.

в) Изготовление отливок на машине литья под давлением с вертикальной камерой прессования.

Залить металл в камеру прессования.

Произвести запрессовку сплава .

После кристаллизации и охлаждения отливки раскрыть пресс-форму и извлечь отливку с литниковой системой.

Произвести контроль поверхности отливок и разбраковать их. Смазать нижний поршень и опустить в положение заливки.

Очистить пресс-форму от заливов и обдуть сжатым воздухом.

Закрыть пресс-форму и повторить переходы.

Наименование материала АК12М2 ГОСТ 1583 – 93.

Литейная усадка - 0.5%; жидкотекучесть – 350 мм; герметичность – высокая; обрабатываемость резанием – удовлетворительная; свариваемость – хорошая; рабочая температура детали до 200°C; температурный интервал кристаллизации 610 – 675 °С.

Масса детали	2,1 кг;
Масса отливки	2,2 кг;
Количество гнезд в пресс-форме	1;
Норма расхода сплава	2,3 кг;
Температура металла при заливке	680°C;
Диаметр пресс-поршня	50 мм;
Время выдержки	20 сек.

6. Сложить в тару и отправить в механический цех для дальнейшей обработки.

Схема технологического процесса изготовления отливки «Корпус» на машине ЛПД модели Пумори приведена в таблице 2.2.

Таблица 2.2.

					ПГУ 2.15.03.01.108 ПЗ	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Материал	Наименование, марка	Сплав АК12М2 ГОСТ1583-93
Масса	Отливки	2.2 кг
	Литниковой системы	0.1 кг
	Ж. металл на отливку	2.3 кг
	Ж. металл на форму	2.3 кг
Норма расхода	Свежих материалов	1.9 кг
	Возврат	0.4 кг
	Общая	2.3 кг
Нагрев формы	Температура	120..180°С
Способ охлаждения	Естественный	-
Заливка	Емкость ковша	2.4 кг
	Количество ковшей	1 шт.
	Температура	≤ 660°С
	металла	30 с.
	Выдержка отливки	1 шт.
	Количество отливки	
Площадь поверхности		800 см ²
Операция 010	Плавильно- запрессовочная машина	Машина ЛПД модели Пумори
Операция 040	Очистка	Камера АМ 590.00.00
Операция 040	Контроль	Контрольный стол
Операция 050	Транспортирование	Эл.погрузчик ЭП-103

3. Контроль качества отливки

Основным документом, в соответствии с которым производят контроль, является чертеж отливки, а также государственные стандарты, стандарты предприятий и другие документы, регламентирующие изготовление отливок.

					ПГУ 2.15.03.01.108 ПЗ	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Отливка должна иметь конфигурацию и размеры, соответствующие чертежу. Она не должна иметь внешних и внутренних дефектов. На чертеже указаны размеры, масса отливки, марка сплава.

При контроле отливок проверяют состояние поверхности и внешний вид, размеры, механические свойства, в том числе твердость металла, химический состав, структуру металла, наличие внутренних дефектов. В зависимости от требований, предъявляемых к отливке, контролируют все перечисленные параметры или некоторые из них.

Возможные дефекты отливки "Корпус":

1. Недолив выражается в неполном оформлении изделия. Основной его причиной является недостаток материала, поступающего в литевную форму (из-за низкой температуры формы или расплава и, следовательно, пониженной текучести расплава, а также по причине засорения литникового и разводящих каналов).

2. Усадочные раковины — значительные углубления на поверхности изделий -возникают вследствие повышенной усадки при перегреве массы и недостаточном поступлении расплава (снижено удельное давление расплава или мало сечение впускных каналов). Иногда поверхностные раковины появляются при неравномерном распределении температуры в форме и при дефектах в ее вентиляции.

3. «Мороз» — узоры, напоминающие зимнюю разрисовку оконных стекол. Основная причина их появления — попадание влаги в форму при недостаточной сушке; дефекты в вентиляции формы.

4. Облой - излишки металла по разьему литейной формы.

5. Включение шлаков - наличие в сплаве большого количества шлака. Меры предупреждения: добавить флюс для раскисления, аккуратно черпать сплав.

6. Надиры. Причины: Малый литейный уклон; забоины на стержнях и в пресс-форме, приваривание сплава к стержням и пресс-форме; недостаточная

смазка; высокая температура заливаемого сплава. Меры предупреждения: Исправить пресс-форму; устранить забоины; уменьшить содержание железа в алюминиевых сплавах до 1,5%, уменьшить скорость впуска металла в пресс-форму; увеличить смазку в местах приваривания; снизить температуру заливки.

3.1 Методы дефектоскопии

Визуальный контроль качества отливки. Он в свою очередь подразделяется на: прямой и непрямой. Прямой визуальный контроль - ход лучей между глазом оператора и отливкой не прерывается. Непрямой визуальный контроль - ход лучей прерывается (фотография, видеозапись и т.д.). Для лучшего выявления мелких дефектов применяют увеличивающие оптические приборы (лупы (до десятикратного увеличения)). Чем выше кратность, тем меньше глубина резкости и есть вероятность пропуска дефекта. К визуальным методам относят контроль при помощи травления (кислотами). Визуальному контролю подлежат все отливки, выпускаемые литейным цехом. Производят контроль точности отливки, контроль размеров отливки сложной конфигурации, контроль чистоты поверхности.

Капиллярный контроль. Основан на возможности света или цвета контрастных жидкостей протекать в полости выходящих на поверхность дефектов с последующим их проявлением в виде хорошо различимых индикаторных рисунков, расположенных над дефектами. Данным методом можно выявлять только дефекты выходящие на поверхность отливки. Контроль позволяет выявлять дефекты шириной раскрытия поверхности 1мкм и глубиной залегания 10мкм. Преимущества: высокая чувствительность, возможность контроль отливок из любых сплавов, наглядность результата, простота, невысокая стоимость и доступность дефектоскопических материалов. Недостатки: невозможность определения дефектов на загрязненной поверхности, влияние чистоты поверхности на достоверность контроля (шероховатость), токсичность и пожароопасность. Последовательность операций при капиллярном контроле представлена на рисунке3.



Рисунок 3. Последовательность операций при капиллярном контроле.

Магнитный контроль. Магнитный метод основан на регистрировании магнитных полей рассеяния, возникающих на дефектах предварительно намагниченной отливки. Данный метод подходит для выявления поверхностных и подповерхностных дефектов типа нарушения сплошности. Преимущества: высокая чувствительность и надежность, простота выполнения и высокая производительность. Недостатки: возможность контролирования отливки только из черных сплавов. Для обнаружения магнитных полей рассеяния используют сухие магнитные порошки или их суспензии. Оборудование, вспомогательный материал и отливка с дефектом представлены на рисунке 4.



Рисунок 4. Намагничивание, магнитный порошок, отливка с микротрещинами.

Акустический контроль. Основан на способности упругих волн распространяться в однородной твердой среде или на ее поверхности, и отражаться от границ тела или нарушений сплошности, обладающей другими акустическими свойствами. Для излучения и приема колебаний применяют специальные устройства работа которых основана на пьезо-электрическом эффекте. Пьезо-электрический преобразователь работает как в режиме излучения, так и в режиме приемника. Схема ультразвуковой дефектоскопии представлена на рисунке 5.

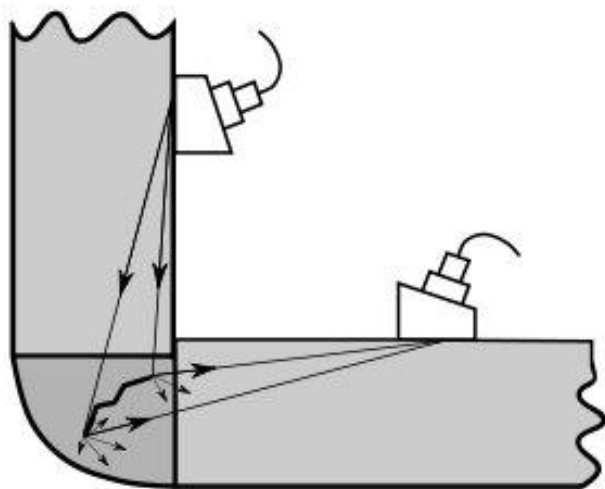


Рисунок 5. Схема ультразвуковой дефектоскопии.

Для отливки “Корпус” проводим визуальный контроль, после проводим магнитно-порошковую дефектоскопию для обнаружения дефектов типа нарушения сплошностей, так как отливка не имеет толстых стенок и используется для приборостроения.

Список использованной литературы

1. Аксенов П.И. Оборудование литейных цехов М.: Машиностроение, 1968г - 458с.
2. Индукционно-тигельная печь [Электронный ресурс] // Новозыбковский машиностроительный завод
URL: <http://www.nvzm.ru/index.php/plavilnye-induktsionnye-pechi>
3. Машина литья под давлением с холодной вертикальной камерой прессования [Электронный ресурс] // ПУМОРИ. Уральская машиностроительная корпорация
URL: <http://www.pumori.ru/partner/92>
4. Алюминиевые сплавы. Плавка и литье алюминиевых сплавов. Справочник под ред. Добашкина М.: Metallurgia, 1983г - 352с.
5. Г.Ф. Баландин, Л.С. Константинов. "Специальные виды литья", М. "Машиностроение ", 1970г.
6. В.Н. Моргунов. Основы конструирования отливок. Параметры точности и припуски на механическую обработку: Учебное пособие. - Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2004. - 164с.
7. Ю.А. Степанов, Г.Ф. Баландин, В.А. Рыбин. Технология литейного производства: Специальные виды литья. Учебник для вузов по специальности "Машины и технология литейного производства", "Литейное производство черных и цветных металлов", М.: Машиностроение, 1983г. - 287с.
8. Библиотека технической литературы [Электронный ресурс]: Обрубка и зачистка отливок. Пневматические обрубные молотки (гост 15997-70). Линии для зачистки отливок.
URL: <http://delta-grup.ru/bibliot/14/115.htm>

9. Библиотека технической литературы [Электронный ресурс]: Выбор типа пневматических шлифовальных машинок и абразивов для заточки отливок
URL: <http://delta-grup.ru/bibliot/14/116.htm>
10. Лошков Н.В. Проектирование литейных цехов. Минск: Высшая школа, 1975г. - 320с.
11. Логинов И.З. Проектирование литейных цехов. Минск, Высшая школа, 1975г.
12. Беккер М.Б. Литье под давлением. М.: Высшая школа, 1973г. - 230с.
13. Литье под давлением под ред. Белопухова А.К. М.: Машиностроение, 1975г. - 400с.
14. Зеленов В.Н. Автоматизация пресс-форм при литье под давлением. М.: Машиностроение, 1983г. - 143с.
15. РТМ 21-61 Системы литниковые для литья под давлением. Конструирование и расчет. М.: Стантартизд, 1961г. - 52с.
16. Ефимов В.А. Специальные способы литья, Справочник. — М.: Машиностроение, 1991. — 436 с.
17. Белопухов А.К. Технологические режимы литья под давлением, 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1985. — 272 с.: ил.
18. Гини Э.Ч., Зарубин А.М., Рыбкин В.А. Технология литейного производства. Специальные виды литья. Под. ред. В.А.Рыбкина. — М.: Академия, 2005. — 352 с.
19. Кнорре В.В. Основы проектирования литейных цехов и заводов М.: Машиностроение, 1979г. - 376с.
20. ОСТ и ГО 054.308-85, Типовой технологический процесс, Литье под давлением деталей цветных сплавов М.: 1986г. - 52с.
21. ГОСТ 1583-93 Сплавы алюминиевые литейные. Технические условия от 9.03.2004, 28с.

22. ГОСТ 17770-86 Машины ручные. Требования к вибрационным характеристикам от 30.06.1987, 7с.

					ПГУ 2.15.03.01.108 ПЗ	Лист
						56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		