

РАСЧЕТ ДИНАМИКИ ФОРМИРОВАНИЯ РАЗМЕРА ПРИ ЛИТЬЕ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ ОТЛИВКИ ТИПА ВОЛНОВОД.

Чернышев Павел Алексеевич⁽¹⁾, Халикова Камила Касимовна⁽²⁾

Студент 6 курса⁽¹⁾, студентка 3 курса⁽²⁾,

Кафедра «Литейные технологии»

Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э.Баумана.

Научный руководитель: В.А. Рыбкин,

Доктор технических наук, профессор кафедры «Литейные технологии»

Модернизация существующих и создание новых машин и приборов потребовало разработки деталей сложной конфигурации, к которым предъявляются высокие требования точности их размеров. К таким деталям относятся разнообразные по конструкции волноводные узлы, используемые главным образом в радиоэлектронной промышленности. Волноводы представляют собой тонкостенные детали со сложной конфигурацией внутренних каналов. Основным показателем качества волноводов является точность размеров каналов.

Существующие способы изготовления сложных волноводных узлов - гальванопластика или гибка специальных профилей с последующей пайкой характеризуется низкой эффективностью. Одним из перспективных процессов изготовления волноводов является литье. Среди многообразия современных способов литья, литье по выплавляемым моделям занимает особое положение в связи с главной его особенностью - возможностью изготовления из разнообразных сплавов отливок сложной конфигурации. Литьем по выплавляемым моделям изготавливают отливки с высокой плотностью металла, шероховатостью поверхности Rz 20 ... 10 и менее. Однако значительная часть отливок (~ 78%) имеет точность размеров по 14 ... 17 квалитетам СТ СЭВ 144-75. Недостаточная точность размеров отливок снижает эффективность данного способа литья и увеличивает сроки освоения.

Решение задачи повышения точности размеров отливок волноводного класса, изготовленных по выплавляемым моделям, является актуальной, так как способствует улучшению служебных характеристик радиоэлектронной аппаратуры, является резервом повышения производительности труда за счет устранения механической обработки сложных по конфигурации каналов волноводов.

Целью настоящей работы является повышение точности размеров отливок из алюминиевых сплавов по выплавляемым моделям деталей радиоаппаратуры.

Процесс литья по выплавляемым моделям включает два основных этапа: изготовление модели в разъемной пресс-форме и изготовление

отливки в неразъемной форме. От 40 до 70% погрешностей размеров отливок приходится на этап изготовления выплавляемых моделей. В МГТУ им.Н.Э.Баумана был разработан технологический процесс изготовления моделей с повышенной точностью размеров. Этот способ позволил значительно снизить и стабилизировать усадку моделей. Точность размеров таких моделей соответствует 9-11 квалитетам СТ СЭВ 144-75, что значительно повышает точность размеров отливок, изготовленных по выплавляемым моделям. Данный способ защищен авторским свидетельством и внедрен в производство.

Однако доля погрешностей размеров отливок, возникающих вследствие неучтенных изменений размеров формы литья по выплавляемым моделям, остается существенной, а причины, вызывавшие возникновение погрешностей размеров отливок, в достаточной степени не изучены. Отсутствие экспериментальных данных по формированию размеров отливок в формах литья по выплавляемым моделям, вызывает затруднения при изготовлении отливок с заданной точностью размеров, правильном назначении размеров рабочей полости пресс-форм.

Целью настоящей работы является повышение точности размеров отливок из алюминиевых сплавов по выплавляемым моделям деталей радиоаппаратуры.

Отливка типа “Волновод”

Сплав: АЛ9

Масса: 147г

Габариты: 65х54х54 мм

Производство: серийное

Точность размеров каналов: 10..12 квалитет СТ СЭВ 144-75

Шероховатость поверхности: Ra=2,5 мм

Технологические режимы

Температура заливки 710°C

Нагрев формы до 650±50°C

Заливка формы при 200±10°C

Состав формы:

Этилселикат 40

Маршалит

Кварцевый песок 02, 0315

Поваренная соль 02

Для модели сод. Воздуха 35±1%

Размер пор 50 мкм

Давл. Запрессовки состава 0,25±0,01 Мпа

Температура запрессовки 56±1°.

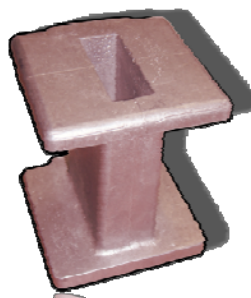


Рис.1 Волновод

Проблемы, возникающие при изготовлении отливки

В производстве литых волноводов чаще используют способы литья под давлением и по выплавляемым моделям. Литьем под давлением получают волноводы типа уголков, тройников, двойных тройников. Достигаемая шероховатость поверхности волноводов может составлять $R_a = 2,5$ мкм. Однако отдельные места поверхности отливок не удовлетворяют требованиям из-за специфического дефекта - "мороза". К недостаткам этого способа также следует отнести ограничение по сложности конфигурации отливок, наличие пористости в отливках, невозможность изготовления отливок волноводов без уклонов по внутреннему каналу. Все это ограничивает область применения данного способа.

Способ литья по выплавляемым моделям позволяет изготавливать отливки с высокой плотностью металла, малой толщиной стенок от 1 до 2 мм, шероховатостью поверхности $R_a = 2,5$ мкм, точностью размеров по 12 ... 13 квалитетам СТ СЭВ 144-1, а так же отливки, обладающие специальными свойствами (прочностью, вакуумплотностью, высокой электропроводностью и т.д.). В настоящее время в промышленности применяется два варианта технологического процесса изготовления отливок по выплавляемым моделям: литье в гипсовые (обложные) формы и литье в неразъемные формы. Однако эти процессы в существующем виде не полностью удовлетворяют требованиям достижения высокой точности размеров отливок. В наибольшей степени это относится к варианту литья в гипсовые формы.

Действительная точность размеров отливок изменяется в широких пределах от 12 до 17 квалитета СТ СЭВ 144-75, при этом только 6% отливок изготавливаются по 12 квалитету СТ СЭВ 144-75.

Таким образом проблемы можно свести к:

- Обеспечение точности отклонения канала 0,05 мм при реально получаемыми 0,2 - 0,3 мм по ОСТ 92-1554-73
- Решение теплосиловой задачи взаимодействия моделей отливка-форма, форма-расплав для установления необходимых размеров
- Получение отливки, удовлетворяющей предъявленным требованиям без дорнирования или калибровки размера канала.

Для достижения цели, поставленной в работе, решалась научная задача, заключающаяся в установлении закономерностей влияния физических свойств материалов формы и отливки, технологических режимов прокаливания, заливки, охлаждения отливки на формирование действительных размеров отливок и их отклонений. Была создана программа в объектно-ориентированной среде Delphi, разработан графический интерфейс, представлена наглядная визуализация данных.

Описание работы программы

Блок схема



Рис.2 Блок схема программы «Допуск»

Результатом работы программы является полученный конечный размер после охлаждения отливки, опираясь на который мы можем определить необходимый размер пресс-формы для удовлетворения конструкторских требований по точности. Программа имеет широкое применение и может быть использовано для расчета отверстий аналогичной простой конфигурации любых сплавов для любого метода литья.

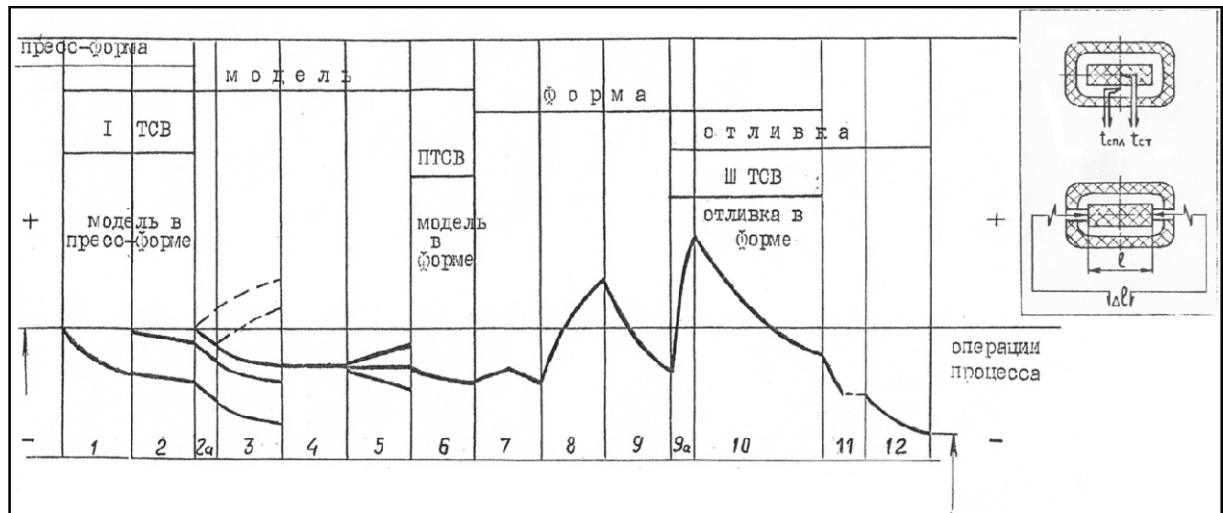


Рис.3 Результат работы программы

По данной схеме формирования размеров отливок ЛВМ можно определить интересующий нас размер пресс-формы.

В рамках данного проекта была разработана программа в объектно-ориентированной среде Delphi, способная произвести расчет заданного размера отливки после затвердевания и усадки. На основании этих данных возможно определение номинального размера детали и оптимального отклонения размера канала. Конечно, даже имея на руках необходимый размер пресс-формы для получения таких жестких конструкторских требований требуется соблюдать еще множество требований, таких как содержания воздуха в моделях и жесткие температурные режимы. Только в таком случае можно получить волновод, не требующий дорнирования, либо калибровки размера радара.

Литература

1. Шкленник Я.И., Озеров В.А. Инженерная монография ЛВМ, издание 2-е. М.: Машгиз.
2. Трухов А.П., Маляров А.И. Литейные сплавы и плавка. М.: Академия, 2004.
3. Баландин Г.Ф. Основы теории формирования отливки, т. I, II. М.: Машиностроение, 1979.
4. Галдин Н.М., Чернега Д.Ф., Иванчук Д.Ф. Цветное литье. Справочник. М.: Машиностроение, 1989.
5. Трухов А.П., Маляров А.И. Литейные сплавы и плавка. М.: Академия, 2004.
6. John Campbell «The 10 rules of castings», published by Elsevier Ltd., 2004
7. John Campbell «The new metallurgy of cast metals» second edition, published by Elsevier Ltd., 2003.