МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

**«МИРЭА - Российский технологический университет»**

**РТУ МИРЭА**

Методические рекомендации

к проведению практической работы

**«Литье фасонных отливок по выплавляемым моделям в единые смеси»**

по дисциплине «Проектирование технологического процесса»

(наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным таном)

Уровень \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_магистратура\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Направление(-я)

Подготовки 29.04.01 «Технология художественной обработки материалов»

(код(-ы) и наименование(-я))

Институт Физико-технологический (ФТИ)

(полное и краткое наименование)

Кафедра Компьютерного дизайна

(полное и краткое наименование кафедры, реализующей дисциплину (модуль))

Лектор к.фил.н. Казачкова Ольга Александровна

(сокращенно-ученая степень, ученое звание; полностью - ФИО)

Используются в данной редакции с учебного года 2021/22

Проверено и согласовано « » 20 г.

(подпись директора Института/Филиала с расшифровкой)

Москва, 2021

**Практическая работа**

**Литье фасонных отливок по выплавляемым моделям в единые смеси**

**Цель работы:** изучить технологию литья фасонных отливок по выплавляемым моделям в единые смеси; провести расчет элементов литниково-питающей системы для тиражирования сложно-профильных художественных и ювелирных изделий литьём по выплавляемым моделям в единые смеси (Эстрих-процесс); изучить оборудование, спроектировать технологический процесс тиражирования художественных изделий методом литья по выплавляемым моделям в единые смеси с учетом назначенного оборудования.

**Суть технологического процесса**

При центробежном литье отливка формируется во вращающейся литейной форме. Возникающее при вращении силовое поле позво­ляет воздействовать на процессы заполнения формы, кристаллиза­ции отливки, удаления из расплава газовых и твердых включений.

Центробежное литье позволяет получать отливки типа тел вра­щения без использования стержней. При этом ось симметрии от­ливки совмещают с осью вращения.



Рисунок 1. Схема центробежного литья с горизонтальной (а) и вертикальной (б) осью вращения

Наиболее широко способ центробежного литья применяют для изготовления втулок из медных сплавов диаметром до 500 и высо­той до 3000 мм. Центробежным литьем изготавливают детали прак­тически из всех черных и цветных литейных сплавов в разовые или постоянные литейные формы.

Разновидностью центробежного литья является технология из­готовления бижутерии, фурнитуры, брелоков, сувениров, мел­ких статуэток из легкоплавких сплавов на основе олова, цинка, свинца. При этом в качестве материала литейной формы используется вулканизированная ре­зина, из которой изготовлены формообразующие диски. Вулканизация происходит при температуре от 220 до 3000С в течение 1,5-2 час при давлении пресса 50 Кпа. Заливка форм осуществляет­ся центробежным способом в форму, вращающуюся со скоростью 240 об/мин.

При разработке технологии центробежного литья фасонных отливок особое внимание уделяется выбору и расчету литниково-питающей системы. Это очень важно учитывать при точном литье ювелирных и художественных изделий, поскольку определяющим параметром является не только качество отливок, но и выход годного металла. Чаще всего литниковые системы конструктивно состоят из приемной воронки стояка и питателей, причем стояк выполняет роль прибыли во время затвердевания отливок. Наиболее распространенные типы литниково-питающих систем в центробежном литье фасонных отливок:

1. Разветвленная с центральным стояком (рис. 1,а) или её вариант с коллектором. Чаще при центробежном литье по выплавляемым моделям используют вариант а. Заполнение металлом полостей формы происходит практически одновременно с заполнением стояка. Рекомендуется для мелких отливок массой до 0,5 кг с их общей массой на стояке до 2 кг. Отношение площади стояка (рис. 1, а)с суммарной площади питателей в узком сечении (ярусе) составляет

FСТ : ΣFП = 1:(2…4) (1)

2. Литниковая система с рассредоточенным подводом металла (подвод металла сифоном или через ярус питателей) (рис. 1, в). Заполнение полостей формы расплавом происходит после заполнения стояка. Рекомендуется для объемных тонкостенных отливок с массой более 1 кг, когда в форме располагается 1…2 отливки. Отношение площади стояка к суммарной площади питателей одной отливки составляет

 FСТ : ΣFП = 1:(1,5…2) (2)



Рис. 3.1. Типы литниково-питающих систем: а – разветвленная, б – с коллектором, в – с рассредоточенным подводом металла

Однако для массивного узла отливок сложной конфигурации (ювелирные, художественные) определение модуля охлаждения затруднено. В этом случае можно использовать метод расчета, основанных на применении закономерностей гидравлики с учетом действия центробежных сил. Он заключается в следующем:

1. При заливке металла под действием центробежных сил определяется угловая скорость вращения формы по формуле

 , c-1; или , мин-1, (3).

где n - число оборотов формы, мин-1 (об/мин). Скорость вращения электродвигателей привода центробежных машин по существующим ГОСТам дается в размерности мин-1.

1. Находится величина центробежного ускорения по формуле,

где r' – расстояние от центра вращения до рассматриваемого сечения.

a = r ′ 2 ω , м/с2 (4)

3. Вычисляется время заливки. Для литниковых систем 1 типа эта величина равна времени заполнения стояка, с,

 (5)

где hСТ - высота стояка, м.

Для литниковых систем 2 типа определяется время заполнения полости формы

τФ= 8...12 τСТ, с (6)

4. Находится средняя скорость движения металла при заливке. Для 1 типа определяемой величиной является скорость в стояке (VСР), для 2 типа – в форме (VФ), м/с,

(7)

м/с (8)

где k – коэффициент, который равен 1,5…2,0..

5. Вычисляется объем металла, вытекающего из литниковой системы в единицу времени в полость формы, м3 /с,

(9)

где m – масса отливок, расположенных на одном ярусе (1 тип) или всех заливаемых отливок (2 тип), кг; ρ - плотность сплава при температуре заливки); τ - время заливки, с (τ = τСТ – для 1 типа, τ = τФ - для 2 типа литниковых систем).

6. Определяется площадь одного питателя (FП) по формулам, м2,

(10)

*, м2*  (11)

где ΣFП – суммарная площадь питателей на одном ярусе (1 тип) или всех питателей (2 типа); Vм – средняя скорость движения металла в форме, м/с, рассчитанная по формулам (18) или (19) в соответствии с типом литниковых систем; μ – коэффициент расхода, равный 1,3…1,7 для типа 1, 0,7…0,9 для типа 2; Х - число питателей на одном ярусе или всех питателей в зависимости от вида литниковой системы.

7. Находится площадь сечения стояка из соотношений (1) или (2).

8. Находится диаметр стояка

 , м.

**Задания на практическую работу:**

**Задание 1**

В соответствии с вариантами заданий, представленными в таблице 1, рассчитать размеры элементов литниковой системы с учетом того, что заливка проводится на машине типа HLS-1,5, при этом число оборотов n=300 об/мин, расстояние от оси вращения до литниковой системы r ′ = 0,3м, вес заливаемого металла не превышает 500 г, максимальная высота стояка hСТ=150мм.

Вариант задания соответствует последней цифре номера зачетки, при этом цифра 0 соответствует варианту 10.

Таблица 1. Варианты заданий

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Масса одной отливки, к | Заливаемый сплав | Количество отливок на одном ярусе, шт. | Количество питателей на одну отливку, шт. | Высота стояка, м | Расстояние от оси вращения до стояка, м |
| 1 | 2,00 | Бронза оловянная | 2 | 1 | 0,20 | 0,20 |
| 2 | 0,20 | Бронза безоловянная | 3 | 1 | 0,20 | 0,15 |
| 3 | 5.00 | Латунь |  1 | 2 | 0,25 | 0,25 |
| 4 | 0,25 | Титановый | 4 | 1 | 0,17 | 0,20 |
| 5 | 1,50 | Бронза безоловянная | 2 | 1 | 0,22 | 0,15 |
| 6 | 0,10 | Бронза оловянная | 5 | 1 | 0,20 | 0,20 |
| 7 | 1,75 | Титановый | 2 | 2 | 0,15 | 0,25 |
| 8 | 6,00 | Латунь | 1 | 2 | 0,20 | 0,25 |
| 9 | 1,25 | Бронза оловянная | 4 | 2 | 0,25 | 0,20 |
| 10 | 0,40 | Титановый | 4 | 1 | 0,22 | 0,15 |

**Задание 2**

1. Изучить технологический процесс литья по выплавляемым моделям, используемое оборудование и оснастку.
2. Ознакомиться с инструкциями по работе с оборудованием по следующим технологическим операциям:

*Изготовление резиновой формы:*

1. Вулканизатор Ю-903.

*Изготовление восковок и модельных блоков:*

1. Вулканизатор Ю-903;
2. Воскинжектор 1,5 кг с ручным насосом LOGIMEC 1500D;
3. Термошпатель SW-130.

*Формовка*

1. Миксер вибровакуумный Bailo MyltiMIX-7;
2. Печь прокалочная муфельная МИТЕРМ, модель ПК25.

*Литьё*

1. Печь прокалочная муфельная МИТЕРМ, модель ПК25;
2. Печь плавильная резистивная Ювин модель Ю-521;
3. Установка центробежного литья.

*Отделка отливок:*

1. Абразивоструйная кабина эжекторная Contracor ECO-120S;
2. Тарельчато-ленточный шлифовальный станок JET-64;
3. Сверлильно-резьбонарезной станок JET IDTP-16;
4. Бормашина FOREDOM LX C-TXR-5;
5. Установка для лазерной сварки и наплавки МУЛ-1.
6. Разработать художественное изделие, габариты и конфигурация которого соответствует требованиям к изделиям, получаемым литьём по выплавляемым моделям в единые смеси, с учетом производственных мощностей учебной лаборатории.
7. Сделать 3D макет изделия и распечатать 5-10 мастер-моделей на 3D принтере из выжигаемого пластика.
8. Спроектируйте технологический процесс при получении мастер-модели следующими методами:
9. Изготовление металлической мастер-модели вручную используя навыки ювелирного дела.
10. Создание фантазийной формы будущего изделия моделированием из воска вручную, с последующим изготовлением мастер-модели методом литья.
11. Создание формы будущего изделия в графической программе с последующей распечаткой восковых моделей или моделей из выжигаемого пластика.
12. Создание формы будущего изделия в графической программе с последующими распечаткой пластмассовой мастер-модели, снятие с нее пресс-формы и получение восковых моделей на инжекторе.
13. Описать технологию тиражирования разработанного художественного изделия.
14. Разработать карту технологического процесса и конструкторскую документацию.
15. Написать рекомендации по выполнению работ на оборудовании согласно спроектированному технологическому процессу и инструкциям по работе с оборудованием.
16. Изготовить изделие по одному из рассмотренных способов.

**Задание 3.**

Ответить на вопросы по работе:

1. В чем сущность способа литья в резиновые формы?

2. Каковы преимущества и недостатки литья в резино­вые формы?

3. Какие материалы используются при изготовлении резиновых форм?

4. Каким способом получают форму при центробежном литье?

5. В чем заключается принудительная заливка резино­вых литейных форм?

6. Какие сплавы рекомендуются для заливки в резино­вые формы?

7. Какова стойкость форм при получении отливок из сплавов с разной температурой плавления?

 8. Какие отливки рекомендуется получать литьем в ре­зиновые литейные формы?

9. Какое оборудование и оснастку используют при получении резиновых литейных форм?

10. Какое оборудование и оснастку используют при получении гипсо-динасовых форм?

11. Какие технологические переходы включает в себя отделка отливок?

12. Какая механическая обработка рекомендуется после очистки металлического блока с отливками (елки) от формовочной массы? Укажите используемое оборудование и качество поверхности после обработки.

**Примечание**: ответить на вопросы следует, используя следующие источники:

* + - 1. Лившиц В.Б., Навроцкий А.Г., Казачкова О.А. Ковка и литьё. Изготовление ювелирных и декоративных изделий методами ковки и литьяю М.: Мир энциклопедий Аванта + : Астрель: Полиграфиздат, 2011. – 429.
			2. Дрюкова А.Э., Лившиц В.Б. Специальные технологии художественной обработки материалов. 2016. [Электронный ресурс]\*
			3. Захаров А.И., Казачкова О.А., Лившиц В.Б. и др. Основы технологий художественной обработки материалов по видам материалов: Учебник для вузов / Под общей редакцией проф. Б.М. Михайлова. М.: МГАПИ, 2005. –191 с.
			4. Бойко Ю.А., Дрюкова А.Э., Казачкова О.А., Комиссарова Л.А., Лившиц В.Б., Навроцкий А.Г. Технология обработки материалов: учебник для академического бакалавриата. М.: Юрайт, 2017-2019
			5. Комиссарова Л.А., Лившиц В.Б. Специальные технологии художественной обработки материалов. М.: МГУПИ, 2014. – 82 с.
			6. Березюк, В.Г. Специальные технологии художественной обработки материалов (по литейным материалам). [Электронный ресурс] / В.Г. Березюк и др.