

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ДОНБАССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНАЯ
АКАДЕМИЯ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к самостоятельной работе по дисциплине
**«САПР ЛИТЕЙНОЙ ТЕХНОЛОГИИ СПЕЦИАЛЬНЫХ
ВИДОВ ЛИТЬЯ»**
студентов специальностей 7.090403 и 7.090205
дневной и заочной форм обучения

Краматорск 2004

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ДОНБАССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНАЯ
АКАДЕМИЯ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к самостоятельной работе по дисциплине
**«САПР ЛИТЕЙНОЙ ТЕХНОЛОГИИ СПЕЦИАЛЬНЫХ
ВИДОВ ЛИТЬЯ»**
студентов специальностей 7.090403 и 7.090205
дневной и заочной форм обучения

Утверждено
на заседании кафедры ТОЛП
Протокол № 11 от 13.06.04 г.

Краматорск 2004

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Дисциплина “САПР литейной технологии специальных видов литья” охватывает широкий круг вопросов основных принципов конструирования технологических деталей, вырабатывающихся методом литья, методов расчета конструктивных элементов литых деталей в зависимости от сплава и технологии их производства.

Дисциплина “САПР литейной технологии специальных видов литья” способствует формированию у будущих специалистов знаний, необходимых для дальнейшей самостоятельной инженерной деятельности. Глубокое изучение рассматриваемых вопросов необходимо для правильного выбора и грамотного обоснования предложенных параметров технологических процессов, творческого, научного обоснования подхода к решению вопросов, которые возникают при разработке новых и усовершенствовании существующих процессов.

Дисциплина готовит студентов к изучению дисциплин: «Конструирование литых изделий», «Планирование литейных цехов специальных видов литья».

1 ЦЕЛЬ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель преподавания дисциплины:

- получение студентами знаний, умений и практических навыков технолога и конструктора при проектировании технологических процессов специальных видов литья для изготовления высококачественных отливок широкой номенклатуры из разнообразных литейных сплавов с использованием ПЭВМ;
- научить студента активно использовать ПЭВМ для решения инженерных задач, связанных с проектированием технических объектов, дать необходимую теоретическую базу для самостоятельного усвоения пакетов прикладных программ и средств вычислительной техники;
- научить студента основам методологии системного подхода и использованию новых информационных технологий при постановке и решении с использованием вычислительной техники разнообразных задач, связанных с оптимизацией технологии, управлением производством, проектированием новых и усовершенствованием существующих информационных и производственных систем с целью повышения их эффективности.

2 ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения дисциплины студент должен знать:

- теоретические основы дисциплины в объеме, необходимом для решения производственных и исследовательских задач;
- общие принципы выбора и обоснования технологического процесса изготовления отливки с учетом последних достижений науки и техники;
- оптимальные технологические процессы производства разнообразных отливок;
- основные понятия проектирования технических объектов.

В результате изучения дисциплины студент должен уметь:

- рассчитывать основные конструктивные элементы литых деталей в зависимости от сплава и технологии производства;
- использовать ПЭВМ при проектировании технологических процессов литья и формулировать условия разработки программ для ПЭВМ при создании АСУ ТП и САПР процесса изготовления отливок.
- правильно использовать расчетный аппарат на всех стадиях производства отливок;
- выполнять инженерные расчеты с использованием ПЭВМ.

3 УЧЕБНЫЙ ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный план дисциплины разработан на два модуля, семь основных тем. Распределение учебного времени по модулям приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение времени учебных занятий.

Наименование разделов, тем	Распределение по семестрам и видам занятий						
	Лекц.	Практич.	Семина.	Лаб. раб.	Компьютер. практ.	Контр. раб. .	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8
Семестр 10							
Раздел 1. Конструирование и расчет литниково-питающих систем							
1.1 Конструирование и расчет литниково-питающих систем при литье по выплавляемым моделям. Литература: [1, с.53-78, 82-87]	2	6					8
1.2 Анализ литниково-питающих систем. Литература: [2, с.196-204; 3, с.5-8, 96-100, 135-184]	2	2					4
Раздел 2. Основы конструирования отливок							
2.1 САПР литья в кокиль и под низким давлением. Литература: [2, с.81-95, 287-295; 3, с.234-236; 4, с.5-7, 68-74]	2	4					8

Продолжение табл.1

1	2	3	4	5	6	7	8
2.2 САПР литья под давлением, ЛГМ процесса. Литература: [2, с.219-222, 253-261, 272-279; 5, с.81-96, 112-119]	2	3					6
Контрольная работа	8	15				1	4
							30

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование тем, их содержание, объем в часах лекционных занятий представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Наименование тем, их содержание, объем в часах лекционных занятий

Содержание лекционной части	Ссылка на литературу	Объем лекции, ч
1	2	3
Раздел 1. Конструирование и расчет литниково-питающих систем. Тема 1.1. Конструирование и расчет литниково-питающих систем при литье по выплавляемым моделям Лекция 1. Выбор типа литниково-питающих систем. Расчет элементов питания. Метод приведенных толщин. Комплексный метод. Метод вписанных сфер. Расчет литниковых каналов	[1, с.53-78, 82-87]	2
Тема 1.2. Анализ литниково-питающих систем. Лекция 2. Перспективы обобщенного автоматизированного проектирования литейной технологии. Сравнительный анализ вариантов	[2, с.196-204] [3, с.5-8, 96-100, 135-184]	2
Раздел 2. Основы конструирования отливок.		

Продолжение табл.2

1	2	3
Тема 2.1. САПР литье в кокиль и под низким давлением. Лекция 3. Признаки и особенности процесса. Достоинства литья в кокиль и область его применения. Сущность процесса литье под низким давлением. Установка литья под давлением, его конструкция. Расчет литниково-питающей системы.	[2, с.81-95, 287-295] [3, с.234-236] [4, с.5-7, 68-74]	2
Тема 2.2. САПР литья под давлением и ЛГМ процесса Лекция 4. Конструирование и расчет литниково-вентиляционной системы при литье под давлением. Расчет и конструирование литниковой системы при литье по газифицируемым моделям.	[2, с.219-222, 253-261, 272-279]; [5, с.81-96, 112-119]	2

5 ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Практические занятия проводятся с целью улучшения усвоения студентами теоретической части курса, приобретения навыков работы на ПЭВМ, разработки и оформлении технической документации. Практические работы отвечают по смыслу всем основным разделам дисциплины. Наименования практических работ представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень практических работ

Разделы и темы	Наименование практической работы	Часы
1	2	3
Раздел 1. Конструирование и расчет литниково-питающих систем		
1.1 Коструирование и расчет литниково-питающих систем при литье по выплавляемым моделям	Расчет литниково-питающих систем при литье по выплавляемым моделям.	2
	Расчет прибыли и выпоров при литье по выплавляемым моделям	2
1.2 Анализ литниково-питающих систем	Расчет литниковых каналов для кольцевой отливки с прибылями	2
Раздел 2. Основы конструирования отливок	Анализ литниково-питающих систем.	2

Продолжение табл.3

1	2	3
2.1 САПР литья в кокиль и под низким давлением		
2.2 САПР литья под давлением, САПР ЛГМ процесса	Расчет литниковых систем при литье в кокиль	2
	Литье под низким давлением	2
	Расчет литниковой системы при литье по газифицируемым моделям	2

6 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Самостоятельная работа включает следующие этапы:

- изучение лекционного материала по конспекту и литературным источникам;
- подготовка к лабораторным работам;
- самостоятельное изучение части теоретического материала по рекомендуемой литературе, написание конспекта.
- выполнение заданий индивидуального характера.

На самостоятельную работу студентов выносятся тема представленная в таблице 4.

Таблица 4 – Тема для самостоятельной работы

Номер темы	Наименование темы	Вид отчетности	Объем, с.	Срок выполнения	Обеспечение
1	Расчет литниковых систем при литье по газифицируемым моделям в магнитные формы	Распечатка	4-5	8-я неделя	MathCad

Консультации по самостоятельной работе проводятся согласно расписанию. На первом занятии студенты получают индивидуальное задание, а также обговаривают методику выполнения задания и перечень используемых литературных источников. В дальнейшем согласно расписанию преподаватель проводит консультации по вопросам, которые возникают у студентов в процессе выполнения задания.

Задание выполняется в электронном виде, и делается распечатка расчета.

7 ПРИМЕР РАСЧЕТА ЛИТНИКОВЫХ СИСТЕМ ПРИ ЛИТЬЕ ПО ГАЗИФИЦИРУЕМЫМ МОДЕЛЯМ В МАГНИТНЫЕ ФОРМЫ

Расчет литниковых систем для получения литых заготовок из цинковых сплавов массой до 105 кг в магнитных формах проводим по следующей методике. Узкое сечение литниковой системы:

$$\sum F_{уз} = \frac{P_{отл}}{\rho_1 \cdot \mu \cdot \varphi_p \cdot t_3 \sqrt{2gH_p}}, \quad (1)$$

где $P_{отл}$ - масса отливки, кг;

ρ_1 - плотность расплава, кг/м³;

μ - коэффициент расхода литниковой системы;

φ_p - коэффициент потери скорости при наличии пенополистироловой модели;

t_3 - время заполнения магнитной формы, с;

H_p - расчетный напор, мм.

Время заполнения магнитной формы t_3 определяли следующим условием:

$$t_3'' < t_3 < t_3', \quad (2)$$

где t_3 - допустимое время заполнения из условия получения литых заготовок без спаев и неслитин, с

t_3' - время заполнения из условия достижения степени газификации модели, не вызывающей специфических дефектов соответственно, с.

Время заполнения t_3 определяли по уравнению, но с учетом теплофизических свойств магнитной формы:

$$t_3' = k \cdot s \cdot (p \cdot \delta)^{\frac{1}{3}}. \quad (3)$$

где s – электрический коэффициент, для медных сплавов при литье в сухую песчано-глинистую форму $s = 2,0$;

P_1 – масса отливки, кг;

g – приведенная толщина стенки отливки, мм;

k – коэффициент, учитывающий теплофизические свойства магнитной формы, определяется, как отношение количества выделенного тепла песчано-глинистой формы к теплоаккумулирующей способности магнитной формы, $K = 0,8 \div 0,85$.

Тогда

$$t_3' = 0,8S \cdot (P_1 \cdot \delta_1)^{\frac{1}{3}}. \quad (4)$$

Время выполнения t_3'' вычисляли с помощью критерия качества для литья в формы с газифицируемой моделью:

$$M_K = \frac{P_s \cdot \delta}{S_\delta}, \quad (5)$$

где P_s - масса пенополистироловой модели, кг;

S_δ - площадь поверхности пенополистироловой модели, м²;

δ - коэффициент накопления жидкой фазы.

Окончательный вид уравнения (5)

$$M_K = \frac{P_1 \cdot P_c \cdot \delta}{\rho_1 \cdot S_\delta}. \quad (6)$$

Однако накопление жидкой фазы пропорционально скорости подъема расплава W_1 , следовательно:

$$\delta = A \cdot W_1^r, \quad (7)$$

тогда

$$M_K = \frac{P_1 P_\phi \cdot A \cdot W_1^r}{\rho_1 \cdot S_\delta}. \quad (8)$$

При условии, что

$$P_1 = \rho_1 \cdot V_5; \quad \frac{V_5}{S_5} = R_5, \quad (9)$$

тогда

$$M_K = A \cdot \rho_\delta \cdot R_5 \cdot W_1^r. \quad (10)$$

Согласно проведенным исследованиям $M_K \leq 0,01$, тогда допустимая скорость подъема расплава:

$$W_1 \leq \left(\frac{0,01}{A \cdot R_\delta \cdot \rho_\delta} \right)^{\frac{1}{r}}, \quad (11)$$

где R_5 – приведенная толщина отливки, м.

Для бронз и латуней $A = 0,42$ и $r = 0,43$. В таком случае время заполнения магнитной формы должно удовлетворять неравенство

$$(42 \rho_5 R_5)^{2,3} \cdot h_{отл} > t_3 < 0,86 (P_1 \delta_1)^{1,3}. \quad (12)$$

При выборе высоты стояка H исходят из условия допустимого отклонения скорости подъема расплава в окончательной стадии заливки W_1 от средней скорости подъема расплава \bar{W}_1 , что соответствует неравенству

$$\bar{W} - W'_1 \leq \Delta \bar{W}_1 \quad (13)$$

или

$$\mu \sqrt{2g \cdot H} - \sqrt{2g \cdot (H - h_{отл})} \leq \Delta \mu \sqrt{2g \cdot H_p}, \quad (14)$$

где H_{ρ} – расчетный напор для определения средней скорости подъема расплава, мм:

$$\sqrt{H_{\rho}} = \frac{1}{2}(\sqrt{H_1} + \sqrt{H - h_{омл}}). \quad (15)$$

Окончательный вид неравенства (14):

$$\frac{1}{2}(\sqrt{H} + \sqrt{H - h_{омл}}) - \sqrt{H - h_{омл}} \leq \frac{\Delta}{2}(\sqrt{H} + \sqrt{H - h_{омл}}) \quad (16)$$

После простых преобразований неравенства (16) определяем высоту стояка по формуле:

$$H_{cm}^H \geq \frac{(1 + \Delta)^2}{\eta \Delta} \cdot h_{омл}. \quad (17)$$

Снижение скорости W_1' в результате потерь напора h_{ρ} на преодоления давления парогазовых продуктов, разложение модели может быть скомпенсировано увеличением высоты стояка по сравнению с высотой стояка в полый форме. Поскольку данный способ литья применяется для производства отливок, высота которых изменяется в высоких пределах (25...600 мм), потеря напора может быть незначительной или наоборот. Степень влияния h_{ρ} на скорость W_1' определяем по формуле

$$W' - W_1'' \leq \Delta W_1', \quad (18)$$

где Δ' - допустимое отклонение скорости подъема расплава в конце заливки в результате потерь h_{ρ} , $\Delta' = 0,4$.

Величину h_{ρ} (мм) определяем по уравнению

$$h_{\rho} = \frac{1}{\Delta''} \left[-3,65 - (0,26 - 0,3\theta_3) \frac{\bar{W}_1}{-I + 0,008K_{II} + 1,4\theta_3} + 0,4K_{II} + (8 - 0,5K_{II}) \right] \cdot \theta_3 \quad (19)$$

$$\frac{P}{\gamma} = h_{\rho}. \quad (20)$$

Таким образом, в случае

$$h_{\rho} > 0,2(H_{cm}^H - h_{омл}), \quad (21)$$

Потери напора значительны и высота стояка определяется по формуле

$$H_{cm} = H_{cm}^H + h_{\rho} \quad (22)$$

В случае

$$h_{\rho} < 0,2(H_{cm}^H - h_{омл}); \quad (23)$$

$$H_{cm} = H_{cm}^H$$

Коэффициент потери скорости φ_{Γ} определяем по уравнению

$$\varphi_{\Gamma} = -0,76 + 1,4\theta_3. \quad (24)$$

Коэффициент расхода литниковой системы μ определяем по уравнению:

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{1,5 + 1,1 \cdot n + 0,15 \cdot T + 0,04 \sum \frac{L}{D}}}, \quad (25)$$

где n – число поворотов;
 T – количество изменяемых сечений;
 D – диаметр канала, мм;
 L – длина канала, м.

В случае учета потерь напора на преодоления противодействия парогазовых продуктов в высоте стояка принимаем значения H_p и K_p , отмеченные звездочкой.

Площадь узкого сечения литниковой системы определяется по формуле:

$$\sum F_{уз} = \frac{P_{cmp}}{\rho_1 \cdot \mu \cdot \varphi_p \cdot t_3 \sqrt{2gH_p}}, \quad (26)$$

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Литье по выплавляемым моделям/ В.Н. Иванов, С.А.Казеннов, Б.С.Курчман и др. – М.: Машиностроение, 1984. – 408 с.
- 2 Ефимов В.А. Специальные способы литья: Справочник. - М.: Машиностроение, 1991. - 733 с.
- 3 Бедель В.К. Литье под низким давлением. – М.: Машиностроение, 1961. – 221 с.
- 4 Озеров В.А. Литье по моделям из пенополистирола/ В.А. Озеров, В.С.Шуляк, Г.А. Плотников. - М.: Машиностроение, 1970. – 181 с.
- 5 Кокильное литье: Справочное пособие/ Н.П. Дубинин, О.А. Беликов, А.Ф.Вязов и др. - М.: Машиностроение, 1967. – 460 с.
- 6 С.Я. Головин. Краткий справочник литейщика. – М.: Машиностроение, 1960. – 367 с.

СОДЕРЖАНИЕ

	Общие положения	3
1	Цель преподавания дисциплины	3
2	Задачи изучения дисциплины	3
3	Учебный план дисциплины	4
5	Содержание дисциплины	5
6	Самостоятельная работа студентов	7
7	Пример расчета литниковых систем при литье по газифицируемым моделям в магнитные формы	8
	Список рекомендованной литературы	12

УДК 621.744

Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине “САПР литейной технологии специальных видов литья” студентов специальностей 7.090205 и 7.090403 дневной и заочной форм обучения/ Сост. С.В.Порохня.– Краматорск: ДГМА, 2004. – 12 с.

Содержат общие сведения по дисциплине “САПР литейной технологии специальных видов литья”, структуру курса и содержание тем, которые выносятся на самостоятельную работу.

Составитель

С.В.Порохня, ассист.

Отв. за выпуск

В.Н. Денисенко, доц.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к самостоятельной работе по дисциплине
**«САПР ЛИТЕЙНОЙ ТЕХНОЛОГИИ СПЕЦИАЛЬНЫХ
ВИДОВ ЛИТЬЯ»**
студентов специальностей 7.090403 и 7.090205
дневной и заочной форм обучения

Составитель

Порохня Сергей Васильевич

Редактор

Дудченко Елена Александровна

Подп. в печ.

Ризограф. печать.

Тираж 40 экз.

Усл. печ.л. 1,0

Формат 60x84 1/16

Уч.-изд. л. 0,72

ДГМА. 84313, г. Краматорск, ул. Шкадинова, 72

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ДОНБАССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНАЯ
АКАДЕМИЯ**

Составитель С.В. Порохня

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к самостоятельной работе по дисциплине
**«САПР ЛИТЕЙНОЙ ТЕХНОЛОГИИ СПЕЦИАЛЬНЫХ
ВИДОВ ЛИТЬЯ»**
студентов специальностей 7.090403 и 7.090205
дневной и заочной форм обучения

В печать 40 экз.
Проректор по учебной работе
А. Н. Фесенко

Утверждено
на заседании кафедры ТОЛП
Протокол № 11 от 13.06.04 г.

Краматорск 2004