

Б. С. Чуркин, Э. Б. Гофман,
С. Г. Майзель, А. В. Афонаскин, В. М. Миллер
А. Б. Чуркин, А. А. Филиппенков

ТЕХНОЛОГИЯ
ЛИТЕЙНОГО
ПРОИЗВОДСТВА

ББК 34.61.я7
УДК 621.74 (075)
Т 38

Технология литейного производства: Учеб. /Б.С.Чуркин, Э.Б.Гофман, С.Г.Майзель, А.В.Афонаскин, В.М.Миляев, А.Б.Чуркин, А.А.Филиппенков; Под ред. Б. С. Чуркина. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2000. 662 с.

В учебнике изложены основы технологии изготовления отливок в разовых песчано-глинистых формах.

Учебник предназначен студентам профессионально-педагогических, металлургических и машиностроительных вузов, обучающимся по литейным специальностям и специализациям, а также инженерно-техническим работникам литейного производства.

Рецензенты: заслуженный металлург Российской Федерации, членкор. Российской академии естественных наук, канд. техн. наук Л. С. Дрейзин;
кафедра литейного производства и упрочняющих технологий Уральского государственного технического университета (УГТУ–УПИ)

ISBN 5–8050–0037–7

© Уральский государственный
профессионально-педагогический
университет, 2000

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	9
Глава 1. Технические требования к деталям и литым заготовкам. Основные сведения о качестве отливок	20
1.1. Элементы литейной формы	21
1.2. Основные сведения о качестве отливок	22
1.2.1. Классификационные показатели качества	24
1.2.2. Показатели технологичности отливок и экономного использования металла	31
1.2.3. Показатели назначения	36
1.2.4. Показатели качества поверхности	38
1.2.5. Специальные показатели качества	40
1.3. Технологичность литых деталей	41
1.3.1. Требования к конструкции литых деталей, обусловленные закономерностями формирова- ния отливок	41
1.3.2. Технологичность литых деталей, связанная с процессами формообразования	57
Контрольные вопросы и задания	64
Глава 2. Конструирование литейной формы. Последовательность разработки технологического процесса изготовления отливок	65
2.1. Выбор оптимального положения отливки в форме при заливке и рациональной поверхности разреза формы и модели	65
2.2. Построение чертежа литой заготовки	73
2.3. Конструирование стержней	88
2.3.1. Классификация стержней	88
2.3.2. Способы крепления и фиксации стержней в форме	92
2.3.3. Вентиляция и армирование стержней	98
2.3.4. Определение количества стержней. Организация их стыков и взаимной фиксации	102
2.4. Построение чертежа элементов литейной формы	106
2.5. Определение размеров литейных форм. Выбор опок	107
2.6. Последовательность разработки технологического процесса изготовления отливок	112
2.7. Технологическая документация	117
Контрольные вопросы и задания	119
Глава 3. Конструирование и расчет литниковых систем	120
3.1. Расчет оптимальной продолжительности заливки	121
3.2. Классификация литниковых систем	125

3.3.	Типы разливочных ковшей и технология заливки форм . . .	137
3.4.	Выбор уровня и места подвода сплава к полости формы . . .	142
3.5.	Расчет литниковых систем при литье из поворотных ковшей	145
3.6.	Расчет литниковых систем при заливке из стопорных ковшей	150
3.6.1.	Последовательность расчета литниковых систем при заливке из стопорных ковшей без торможения струи	153
3.6.2.	Последовательность расчета литниковых систем при заливке из стопорных ковшей с торможением струи	155
3.7.	Расчет литниковых систем при подводе сплава на нескольких уровнях при литье из поворотных ковшей	158
3.8.	Расчет вертикально-щелевых литниковых систем	160
3.8.1.	Порядок расчета вертикально-щелевой литниковой системы	161
3.9.	Конструирование литниковых систем	162
3.9.1.	Конструирование литниковых чаш и воронок	162
3.9.2.	Конструкции стояков	166
3.9.3.	Конструкции шлакоуловителей и коллекторов	167
3.9.4.	Конструкции питателей	170
3.9.5.	Применение фильтровальных сеток	171
3.9.6.	Особенности конструкций литниковых систем для отливок из ковкого чугуна	172
3.9.7.	Особенности конструкций ступенчатых систем	174
3.9.8.	Особенности литниковых систем для отливок из цветных сплавов	178
3.10.	Специальные конструкции литниковых систем	179
3.10.1.	Тормозящая литниковая система В. И. Фундатора	179
3.10.2.	Дроссельные литниковые системы	180
3.10.3.	Дождевые литниковые системы	183
3.10.4.	Другие разновидности специальных конструкций литниковых систем	184
3.11.	Примеры расчета литниковых систем	184
	Контрольные вопросы и задания	190
Глава 4.	Организация питания отливки	196
4.1.	Обеспечение направленного затвердевания отливки	196
4.1.1.	Анализ конфигурации отливки. Определение узлов питания	196
4.1.2.	Построение технологических напусков	198
4.1.3.	Расчет и конструирование внутренних и наружных холодильников	201

4.2. Виды прибылей. Определение количества прибылей	209
4.2.1. Классификация прибылей	209
4.2.2. Определение протяженности зон действия прибылей	213
4.2.3. Определение количества прибылей	215
4.3. Расчет прибылей	216
4.3.1. Метод Й. Пржибыла	217
4.3.2. Метод В. А. Денисова	220
4.3.3. Упрощенный метод УЗТМ	225
4.3.4. Расчет боковых прибылей и питающих элементов в литниковых системах	226
4.4. Специальные конструкции прибылей	231
4.4.1. Применение теплоизоляции и обогрева прибылей	231
4.4.2. Прибыли, работающие под высоким газовым давлением	235
4.4.3. Легкоотделяемые прибыли	236
Контрольные вопросы и задания	238
Глава 5. Формовочные материалы и смеси	242
5.1. Классификация формовочных материалов	242
5.2. Наполнители формовочных смесей	242
5.2.1. Требования к наполнителям формовочных смесей	242
5.2.2. Формовочные пески	243
5.2.3. Высокоогнеупорные наполнители	255
5.2.4. Подготовка наполнителей	257
5.3. Связующие материалы	257
5.3.1. Требования к связующим материалам	257
5.3.2. Классификация связующих	258
5.3.3. Роль воды в формовочных смесях	260
5.3.4. Формовочные глины	261
5.3.5. Жидкое стекло	268
5.3.6. Фосфаты	274
5.3.7. Масла	275
5.3.8. Полисахариды	277
5.3.9. Лигносulfонаты	278
5.3.10. Синтетические смолы	279
5.3.11. Сравнительная характеристика связующих материалов	289
5.4. Специальные добавки	291
5.4.1. Добавки для улучшения технологических и физико-механических свойств смесей	291
5.4.2. Отвердители	292
5.5. Свойства исходных материалов, формовочных и стержневых смесей	293

5.5.1. Основные процессы в формовочных и стержневых смесях	294
5.5.2. Требования к формовочным смесям	308
5.5.3. Свойства материалов	310
5.5.4. Общие свойства формовочных и стержневых смесей	317
5.5.5. Технологические свойства смесей	319
5.5.6. Рабочие свойства смесей	329
5.5.7. Реологические свойства смесей	344
5.6. Формовочные и стержневые смеси	351
5.6.1. Формовочные смеси для заливки форм по-сырому	352
5.6.2. Смесы, упрочняемые тепловой сушкой.	357
5.6.3. Смесы для изготовления форм и стержней в горячей оснастке	366
5.6.4. Холоднотвердеющие формовочные и стержневые смеси	372
5.6.5. Смесы для специальных технологических процессов	390
5.6.6. Регенерация формовочных смесей и песков	392
5.6.7. Выбор рациональных составов смесей	396
5.7. Противопригарные краски и покрытия	403
Контрольные вопросы и задания	409
Глава 6. Газовый режим литейной формы	413
6.1. Кинетика газообразования при нагреве форм и стержней	413
6.2. Пропускная способность форм и стержней	418
6.3. Закономерности изменения давления газов в полости и стенках формы при заливке ее сплавом и затвердевании отливки	427
6.4. Объемные газовые раковины	430
Контрольные вопросы и задания	436
Глава 7. Изготовление форм и стержней	438
7.1. Сущность процесса формовки	438
7.1.1. Классификация формовочных процессов	438
7.1.2. Структура формовочной смеси	439
7.2. Характеристика способов уплотнения форм и стержней	443
7.2.1. Уплотнение трамбованием	443
7.2.2. Формовка в почве	445
7.2.3. Формовка в опоках	449
7.2.4. Уплотнение форм на машинах	464
7.3. Уплотнение форм прессованием	468
7.3.1. Уравнение прессования	485
7.3.2. Текучие смеси для уплотнения прессованием	488
7.3.3. Область применения прессования	491

7.4. Динамические методы уплотнения форм	492
7.4.1. Уплотнение встряхиванием	493
7.4.2. Гравитационное уплотнение	496
7.4.3. Вибропрессовое и прессово-ударное уплотнение	498
7.4.4. Скоростное прессование	500
7.4.5. Импульсное уплотнение	501
7.4.6. Пескодупное уплотнение	503
7.4.7. Уплотнение пескометом	507
7.5. Контроль и регулирование степени уплотнения смесей при изготовлении форм и стержней	509
7.6. Способы извлечения моделей из полуформ	513
7.7. Изготовление стержней	518
7.7.1. Классификация технологических процессов	518
7.7.2. Особенности технологии изготовления стержней при единичном и мелкосерийном производстве.	519
7.7.3. Уплотнение стержневой смеси	521
7.7.4. Технология ручного изготовления стержней	525
7.7.5. Изготовление стержней из химически твердеющих смесей с отверждением в оснастке	532
7.8. Модельно-литейная оснастка	554
7.8.1. Классификация опок и их конструкции. Определение типоразмеров опок	555
7.8.2. Модельные плиты, их классификация, конструктивные элементы плит. Монтаж моделей на плитах	559
7.8.3. Конструктивные особенности плит для машинной формовки и автоматических литейных линий	563
7.9. Модельный комплект, его состав и назначение	563
7.9.1. Материалы для изготовления модельного комплекта. Техническое обоснование выбора материала	567
7.9.2. Конструирование деревянных и металлических моделей	568
7.9.3. Конструирование стержневых ящиков	571
7.9.4. Технология изготовления моделей и стержневых ящиков	574
7.10. Вентиляция литейной формы	578
7.11. Сушка форм и стержней	580
7.11.1. Физические основы процесса сушки	580
7.11.2. Назначение тепловой сушки форм и стержней	584
7.11.3. Режимы сушки	585
7.11.4. Влагоперенос при сушке форм и стержней	591
7.11.5. Тепловой расчет процесса сушки	593
Контрольные вопросы	602

Глава 8. Охлаждение отливок. Финальные операции	604
8.1. Расчет продолжительности охлаждения отливок. Методы интенсификации охлаждения отливок	604
8.2. Выбивка отливок из форм	606
8.3. Технологический процесс очистки отливок	609
8.3.1. Удаление стержней	610
8.3.2. Удаление литников и прибылей	614
8.3.3. Зачистка отливок	617
8.3.4. Очистка поверхности отливок	619
8.4. Грунтовка и окраска отливок	629
8.5. Термическая обработка отливок	630
Контрольные вопросы	632
Глава 9. Дефекты отливок	633
9.1. Классификация дефектов	633
9.2. Диагностика дефектов	640
9.3. Механизм образования дефектов. Методы их предупреждения и исправления	642
9.3.1. Пороки несоответствия размерам	643
9.3.2. Пороки поверхности отливок	644
9.3.3. Нарушение сплошности стенок отливки	646
9.3.4. Пороки структуры и неоднородности химического состава	649
Контрольные вопросы	658
Литература	659