

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие научного редактора . . . . .	8
Необязательное предисловие . . . . .	20
<b>Часть 1. ТЕОРИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ ЛИТЕЙНЫХ ПРОЦЕССОВ . . . . .</b>	<b>23</b>
<b>1.1. Гидравлические процессы при заполнении литейной формы . . . . .</b>	<b>23</b>
1.1.1. Постановка задачи . . . . .	23
1.1.2. Математическая модель гидравлических процессов при заливке литейной формы . . . . .	23
1.1.3. Численное моделирование течения металла в каналах литниковой системы . . . . .	28
1.1.4. Компьютерный анализ гидравлических процессов при заливке формы . . . . .	38
1.1.5. Диагностика гидравлического режима заливки формы . . . . .	43
1.1.6. Компьютерная оптимизация гидравлического режима заливки . . . . .	48
<b>1.2. Термодинамическое моделирование и анализ кристаллизации литейных сплавов . . . . .</b>	<b>56</b>
1.2.1. Постановка задачи . . . . .	56
1.2.2. Математическая модель энергии Гиббса для многокомпонентной системы сплавов $Fe-C-X_i$ . . . . .	57
1.2.3. Термодинамический расчет фазовых равновесий . . . . .	59
1.2.4. Построение и анализ диаграммы состояния сплавов $Fe-C-X_i$ . . . . .	61
1.2.5. Ход затвердевания сплавов $Fe-C-X_i$ . . . . .	65
1.2.6. Определение теплофизических характеристик сплавов . . . . .	73
1.2.7. Моделирование строения и плотности расплавов $Fe-C$ и $Fe-Si$ на основе модели ассоциированных растворов . . . . .	79

<b>1.3. Теплофизические процессы в форме</b>	89
1.3.1. Постановка задачи	89
1.3.2. Закономерности прогрева литейной формы при стальном литье (аналитическое решение задачи)	91
1.3.3. Методы экспериментального определения теплофизических характеристик материала формы	95
1.3.4. Аналитическое решение задачи прогрева формы при температурно-зависимых теплофизических характеристиках	102
1.3.5. Определение локально-эффективных значений теплофизических характеристик формовочных материалов методом заливки на основе статистического анализа результатов численного моделирования условий эксперимента	109
1.3.6. Определение эффективных теплофизических характеристик формовочных материалов на основе структурных моделей	117
<b>1.4. Кристаллизационные процессы при формировании литой структуры</b>	133
1.4.1. Постановка задачи	133
1.4.2. Образование и рост центров кристаллизации (субмикроуровень)	134
1.4.3. Образование и рост ансамбля центров кристаллизации (макро- и мезоуровень)	144
1.4.4. Кинетика неизотермической кристаллизации (макро-и мезоуровень)	149
1.4.5. Диффузионные процессы при формировании дендритной структуры (мезоуровень)	152
1.4.6. Стадия свободного роста дендритных стволов (микроуровень)	158
1.4.7. Стадия кристаллизации внутريدендритной жидкой фазы (мезоуровень)	167
1.4.8. Модель диффузионно-контролируемой равноосной кристаллизации (мезоуровень)	170

1.4.9. Междоусные промежутки дендритов (микроуровень) . . . . .	172
1.4.10. Диффузионные процессы при кристаллизации перитектических сплавов на основе железа (мезоуровень) . . . . .	177
1.4.11. Темп выделения твердой фазы в условиях неравновесной кристаллизации (мезоуровень) . . . . .	181
<b>1.5. Формирование непрерывной твердой фазы при кристаллизации . . . . .</b>	<b>188</b>
<b>1.6. Системный подход при разработке и анализе литейной технологии . . . . .</b>	<b>206</b>
1.6.1. Постановка задачи . . . . .	206
1.6.2. Этапы формирования литейной технологии . . . . .	207
1.6.3. Системная взаимосвязь тепловыделения и объемной усадки литейных сплавов при кристаллизации . . . . .	209
1.6.4. Оптимизация размеров прибылей . . . . .	217
1.6.5. Численный анализ режимов доливки прибылей . . . . .	228
1.6.5.1. Постановка задачи . . . . .	228
1.6.5.2. Методика анализа . . . . .	232
1.6.5.3. Анализ влияния условий доливки прибыли на глубину усадочной раковины в отливке (в натуральных переменных) . . . . .	235
1.6.5.4. Исследование различных режимов доливки прибылей при использовании обобщенных переменных . . . . .	240
<b>Часть 2. КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ И ТЕХНОЛОГИЯ СТАЛЬНОГО ЛИТЬЯ . . . . .</b>	<b>249</b>
<b>2.1. Литейная усадка стальных отливок . . . . .</b>	<b>249</b>
<b>2.2. Проектирование литейной формы . . . . .</b>	<b>258</b>
2.2.1. Выбор формовочных и стержневых смесей . . . . .	258
2.2.2. Противопригарные покрытия . . . . .	272

<b>2.3. Заливка литейной формы</b>	282
2.3.1. Зависимость качества отливки от устройства литниковой системы	285
2.3.2. Расчет оптимальной массовой скорости заливки	298
2.3.3. Выбор типа и емкости ковша	303
2.3.4. Расчет одноярусной литниковой системы при заливке из стопорного ковша	304
2.3.5. Упрощенный метод расчета одноярусной литниковой системы при заливке форм из стопорного ковша	317
2.3.6. Заливка из поворотного ковша через воронку	321
2.3.7. Ярусная литниковая система	322
2.3.8. Дождевая литниковая система	327
2.3.9. Коэффициенты местных сопротивлений	328
2.3.10. Температура стали при заливке формы	331
<b>2.4. Плотность отливок</b>	342
2.4.1. Механизм образования газоусадочной пористости в отливках	344
2.4.2. Условия получения плотных отливок	361
2.4.3. Подприбыльные напуски	369
2.4.4. Внутренние холодильники	380
2.4.5. Наружные холодильники	395
<b>2.5. Прибыли</b>	411
2.5.1. Назначение прибылей	411
2.5.2. Места расположения и количество прибылей	411
2.5.3. Расчет прибылей прямого питания	413
2.5.4. Влияние геометрии прибыли на расход металла	420
2.5.5. Удельная объемная усадка стали	429
2.5.6. Доливаемые прибыли	431
2.5.7. Инженерные методы расчета прибылей	438
2.5.8. Специальные прибыли	453

2.5.8.1. Расчет отводных прибылей . . . . .	453
2.5.8.2. Расчет теплоизолированных и экзотермических прибылей . . . . .	456
2.5.8.3. Расчет легкоотделяемых прибылей . . . . .	460
2.5.8.4. Расчет прибылей атмосферного и газового давления . . . . .	464
2.5.9. Подприбыльные остатки . . . . .	467
2.5.10. Примеры расчета прибылей . . . . .	470
<b>2.6. Охлаждение отливок в форме . . . . .</b>	<b>476</b>
2.6.1. Охлаждение отливок . . . . .	476
2.6.2. Примеры расчета . . . . .	513
<b>2.7. Дефекты отливок . . . . .</b>	<b>518</b>
2.7.1. Газовые раковины . . . . .	518
2.7.1.1. Механическое проникновение газа из формы в металл отливки . . . . .	519
2.7.1.2. Газовые раковины, образующиеся в процессе выделения газов при кристаллизации отливки . . . . .	536
2.7.1.3. Основные рекомендации, обеспечивающие получение качественных отливок . . . . .	555
2.7.2. Спаи . . . . .	558
2.7.3. Внеосевая неоднородность . . . . .	563
2.7.4. Засоры в массивных отливках . . . . .	589
2.7.5. Горячие трещины . . . . .	592
2.7.6. Пригар . . . . .	600
<b>Заключение . . . . .</b>	<b>609</b>
<b>Summary . . . . .</b>	<b>610</b>