

В. М. Карпенко,  
Е. И. Марукович

# Художественное ЛИТЬЕ

материалы,  
технологии,  
оборудование



ЛЕНИНУ И ОБЩЕСТВУ  
В ЗОЛОТЕ 1949

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ  
Институт технологии металлов

В. М. Карпенко,  
Е. И. Марукович

# Художественное ЛИТЬЕ

---

материалы,  
технологии,  
оборудование

Минск  
«Беларуская навука»  
2019

УДК 673.3

**Карпенко, В. М.** Художественное литье: материалы, технологии, оборудование / В. М. Карпенко, Е. И. Марукович. – Минск : Беларуская навука, 2019. – 347 с. – ISBN 978-985-08-2497-4.

Монография является обобщением богатого научного и практического материала в области выпуска художественных отливок и включает следующие разделы: история развития художественного литья и классификация художественных отливок; сплавы для художественных отливок; плавка металлов и сплавов; технология изготовления художественных отливок наиболее распространенными методами литья; описание дефектов, характерных для каждого вида литья, и рекомендации по их устранению и предупреждению; оборудование для художественного литья; литниковые системы; очистка и отделка художественных отливок. Книга содержит много справочных данных и технологических инструкций, последовательность выполнения которых обеспечивает получение отливок практически любой сложности из требуемого сплава.

Рекомендована для инженерно-технических работников предприятий, сотрудников НИИ, а также в качестве учебно-методического пособия для студентов соответствующих специальностей.

Табл. 218. Ил. 127. Библиогр.: 71 назв.

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор М. Л. Хейфец,  
доктор технических наук, профессор Ф. Г. Ловшенко

IS ISBN 978-985-08-2497-4

© Карпенко В. М., Марукович Е. И., 2019  
© Оформление. РУП «Издательский дом  
«Беларуская навука», 2019

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b> .....	3
<i>Глава 1. Из истории художественного литья</i> .....	7
<i>Глава 2. Классификация художественных отливок</i> .....	21
2.1. Классификация отливок по массе .....	21
2.2. Классификация отливок по способам изготовления.....	23
2.3. Классификация отливок по сплавам.....	24
2.4. Классификация отливок по назначению .....	32
<i>Глава 3. Сплавы для художественных отливок</i> .....	40
3.1. Литейные свойства .....	40
3.2. Сплавы на железной основе .....	46
3.2.1. Серый чугун .....	46
3.2.2. Высокопрочный чугун.....	48
3.3. Сплавы на медной основе .....	48
3.3.1. Бронзы.....	48
3.3.2. Латуни .....	54
3.3.3. Медно-никелевые сплавы .....	56
3.4. Цинковые сплавы.....	57
3.5. Алюминиевые сплавы.....	58
3.6. Драгоценные металлы и сплавы.....	61
3.6.1. Серебряные сплавы.....	61
3.6.2. Золотые сплавы .....	63
3.6.3. Платиновые сплавы .....	65
3.7. Легкоплавкие сплавы.....	66
<i>Глава 4. Плавка металлов и сплавов</i> .....	69
4.1. Шихтовые металлические материалы .....	69
4.1.1. Шихта для чугуна .....	69
4.1.2. Шихта для бронзы и латуни .....	72
4.1.3. Шихта для медно-никелевых сплавов.....	74
4.1.4. Шихта для цинковых сплавов .....	76
4.1.5. Шихта для алюминиевых сплавов.....	76
4.1.6. Шихта для серебряных сплавов.....	78
4.1.7. Шихта для золотых сплавов.....	79
4.1.8. Шихта для легкоплавких сплавов.....	81
4.2. Шихтовые неметаллические материалы .....	82
4.2.1. Кокс.....	82
4.2.2. Флюсы для черных металлов.....	82
4.2.3. Флюсы для цветных металлов.....	83
4.2.4. Раскислители для драгоценных металлов .....	87



4.3. Расчет шихты .....	88
4.4. Плавильные печи .....	96
4.5. Подготовка шихты для плавки .....	113
4.6. Технология плавки чугуна .....	114
4.7. Плавка сплавов на медной основе. Плавка оловянных бронз в дуговой электропечи косвенного нагрева (ДНК) .....	119
4.8. Плавка цинковых сплавов в тигельных электропечах сопротивления .....	124
4.9. Плавка алюминиевых сплавов в тигельной газовой печи .....	125
4.10. Плавка драгоценных металлов и их сплавов в высокочастотных печах .....	127
4.11. Плавка легкоплавких сплавов .....	129
<b>Глава 5. Изготовление отливок в разовых песчано-глинистых формах .....</b>	<b>131</b>
5.1. Формовочные материалы .....	131
5.2. Изготовление литейных форм .....	146
5.2.1. Общие сведения .....	146
5.2.2. Формовка с болваном .....	150
5.2.3. Формовка с подрезкой .....	151
5.2.4. Формовка с фальшивой опокой (плитой) .....	152
5.2.5. Формовка по разъемной модели .....	153
5.2.6. Формовка по модели с отъемными частями .....	154
5.2.7. Формовка в трех и более опоках .....	155
5.2.8. Формовка по шаблонам вращения .....	157
5.2.9. Формовка архитектурных отливок .....	159
5.2.10. Формовка ажурных отливок .....	159
5.2.11. Изготовление форм для браслетов .....	160
5.2.12. Кусковая формовка по-сырому .....	162
5.2.13. Кусковая формовка по-сухому .....	164
5.3. Изготовление стержней .....	166
5.3.1. Общие сведения .....	166
5.3.2. Изготовление стержней в стержневых ящиках .....	167
5.3.3. Изготовление стержня в полости формы .....	168
5.3.4. Кусковая формовка в стержнях .....	170
5.3.5. Фиксирование стержней в форме .....	170
5.4. Виды дефектов .....	172
<b>Глава 6. Изготовление отливок по выплавляемым моделям .....</b>	<b>174</b>
6.1. Общие сведения .....	174
6.2. Пресс-формы .....	175
6.3. Материалы для пресс-форм .....	175
6.4. Изготовление пресс-форм .....	178
6.4.1. Изготовление гипсовой пресс-формы .....	178
6.4.2. Изготовление пресс-форм из эпоксидных смол .....	180
6.4.3. Изготовление литой металлической пресс-формы .....	181
6.4.4. Изготовление пресс-форм методами гальванопластики и металлизации .....	181
6.4.5. Изготовление формопластовых пресс-форм .....	183
6.4.6. Изготовление викинтовой пресс-формы .....	183
6.4.7. Изготовление резиновых пресс-форм .....	185
6.5. Удаляемые модели .....	186
6.6. Литейная оболочковая форма .....	189
6.7. Выплавление модельного состава .....	202
6.8. Формовка и прокаливание оболочковых форм .....	203
6.9. Финишные операции .....	204
6.10. Виды дефектов .....	205

<b>Глава 7. Литье в гипсовые формы</b> .....	208
7.1. Общие сведения.....	208
7.2. Материалы формы.....	209
7.2.1. Гипс.....	209
7.2.2. Огнеупорные наполнители.....	210
7.2.3. Кремнеземистые огнеупоры.....	212
7.2.4. Кристобалит.....	213
7.3. Приготовление гипсовых смесей.....	213
7.4. Изменение размеров гипсовых форм при затвердевании и охлаждении.....	216
7.5. Режимы прокаливания гипсовых форм.....	219
7.6. Последовательность исправления пониженной текучести или длительного затвердевания смеси.....	221
7.7. Изготовление гипсовых форм.....	222
7.8. Виды дефектов.....	225
<b>Глава 8. Литье легкоплавких сплавов в гипсовые формы</b> .....	226
8.1. Общие сведения.....	226
8.2. Материалы форм и моделей.....	226
8.3. Модельная оснастка.....	228
8.4. Последовательность операций при изготовлении отливок.....	228
<b>Глава 9. Литье в керамические формы, изготовленные по постоянным моделям</b> .....	234
9.1. Общие сведения.....	234
9.2. Материалы модельной оснастки.....	235
9.3. Материалы для керамических форм.....	235
9.4. Составы гидролизованных растворов этилсиликата и суспензий.....	236
9.5. Гелеобразование суспензии.....	239
9.6. Удаление жидкой фазы из затвердевшей суспензии.....	240
9.7. Подготовка форм к заливке металла.....	240
9.8. Последовательность операций при изготовлении отливок.....	241
9.9. Виды дефектов.....	242
<b>Глава 10. Литье по газифицируемым моделям</b> .....	244
10.1. Общие сведения.....	244
10.2. Модельные материалы.....	244
10.3. Материалы формы.....	245
10.4. Противопригарное покрытие.....	246
10.5. Последовательность операций при изготовлении отливок.....	247
10.6. Виды дефектов.....	249
<b>Глава 11. Вакуумно-пленочное изготовление форм</b> .....	251
11.1. Общие сведения.....	251
11.2. Материалы формы.....	252
11.3. Последовательность операций при изготовлении отливок.....	256
11.4. Виды дефектов.....	257
<b>Глава 12. Литье в резиновые формы</b> .....	259
<b>Глава 13. Литье в кокиль</b> .....	261
13.1. Общие сведения.....	261
13.2. Материалы формы.....	262
	345

13.3. Последовательность изготовления отливок.....	264
13.4. Виды дефектов .....	265
<b>Глава 14. Литье под давлением.....</b>	<b>266</b>
14.1. Общие сведения.....	266
14.2. Последовательность изготовления отливок.....	268
14.3. Виды дефектов .....	269
<b>Глава 15. Изготовление форм для колоколов и пушек .....</b>	<b>271</b>
<b>Глава 16. Древняя медная литая пластика.....</b>	<b>276</b>
16.1. Общие сведения.....	276
16.2. Литье в каменные формы .....	276
16.3. Литье по восковым моделям .....	277
16.4. Литье в глиняные формы.....	277
16.5. Литье в песчано-глинистые формы.....	277
16.6. Литье в формы, изготовленные в березовых грибах .....	278
16.7. Материал отливок .....	278
16.8. Обработка и отделка отлитых изделий.....	279
<b>Глава 17. Литниковая система.....</b>	<b>280</b>
17.1. Общие сведения .....	280
17.2. Особенности литниковых систем .....	281
17.3. Расчет литниковых систем.....	284
17.3.1. Литье в песчано-глинистые формы.....	285
17.3.2. Литье по выплавляемым моделям .....	287
17.3.3. Кокильное литье .....	289
17.3.4. Литье под давлением.....	290
17.3.5. Прочие виды литья.....	291
17.3.5.1. Литье в керамические формы по постоянным моделям.....	291
17.3.5.2. Литье в формы, получаемые V-процессом.....	292
17.3.5.3. Литье по газифицируемым моделям.....	292
17.3.5.4. Литье в гипсовые формы .....	293
<b>Глава 18. Очистка и отделка художественных отливок.....</b>	<b>294</b>
18.1. Механические способы отделки .....	294
18.1.1. Карцевание .....	294
18.1.2. Шлифование .....	295
18.1.3. Галтовка .....	295
18.1.4. Полирование .....	296
18.1.5. Пескоструйная обработка .....	296
18.1.6. Чеканка .....	297
18.2. Химические способы подготовки поверхности .....	299
18.2.1. Обезжиривание.....	299
18.2.2. Травление.....	300
18.2.3. Химическое полирование .....	301
18.2.4. Пассивирование .....	302
18.3. Нанесение металлических покрытий химическим способом .....	303
18.3.1. Меднение .....	303
18.3.2. Сребрение.....	304
18.3.3. Сребрение алюминиевых сплавов .....	306

18.3.4. Золочение металлических отливок горячим способом .....	307
18.3.5. Пайка алюминиевых сплавов.....	307
18.4. Химическое оксидирование (окрашивание) отливок .....	308
18.4.1. Оксидирование стали .....	308
18.4.2. Оксидирование медных сплавов.....	309
18.4.3. Оксидирование серебра и его сплавов .....	312
18.4.4. Окрашивание алюминия.....	314
18.4.5. Окраска свинцово-оловянистых сплавов .....	315
18.4.6. Окраска свинцовых сплавов.....	315
18.4.7. Защитные составы.....	316
18.5. Гальваническое нанесение покрытий .....	317
18.5.1. Общие сведения.....	317
18.5.2. Гальваническая установка и режим работы.....	318
18.5.3. Меднение.....	319
18.5.4. Контроль состава электролита.....	320
18.5.5. Никелирование.....	320
18.5.6. Латунирование.....	321
18.5.7. Хромирование.....	322
18.5.8. Серебрение.....	322
18.5.9. Золочение.....	322
<b>Глава 19. Техника безопасности, промышленная санитария и пожарная безопасность...</b>	<b>328</b>
19.1. Правила техники безопасности.....	328
19.2. Промышленная санитария.....	332
19.3. Оказание первой медицинской помощи при несчастных случаях .....	336
19.4. Противопожарные мероприятия.....	338
<b>Литература.....</b>	<b>340</b>