

Содержание

Авторы	V	
Предисловие к немецкому изданию	VI	
Предисловие к русскому изданию	VII	
Об этой книге	IX	
A	Введение	1
A 1	Основные принципы прессования	1
A 2	Историческое развитие прессования	4
B	Прессованные изделия	13
B 1	Прессованные изделия из сплавов на основе олова и свинца с диапазоном температуры деформации от 0 до 300°С	14
B 2	Прессованные изделия из сплавов на основе магния и алюминия с диапазоном температуры деформации от 300 до 600°С	16
B 2.1	Изготавливаемые прессованием изделия из сплавов на основе магния	16
B 2.2	Прессованные изделия из сплавов на основе алюминия	18
B 2.2.1	Производство транспортных средств	22
B 2.2.1.1	Рельсовые транспортные средства	22
B 2.2.1.2	Автомобильный транспорт	31
B 2.2.1.2.1	Легковые автомобили	32
B 2.2.1.2.2	Автобусы	40
B 2.2.1.2.3	Грузовые автомобили	42
B 2.2.1.3	Самолеты	45
B 2.2.1.4	Водный транспорт	50
B 2.2.2	Машиностроение, электромашиностроение и электроприборостроение	53
B 2.2.3	Строительство	60
B 2.2.3.1	Высотное строительство	60
B 2.2.3.2	Инженерные сооружения	68
B 3	Прессованные изделия из сплавов с диапазоном температуры деформации от 600 до 1300°С	73
B 3.1	Прессованные изделия из медных сплавов	73
B 3.2	Прессованные изделия из титановых сплавов	81
B 3.3	Прессованные изделия из стали и иных трудно поддающихся горячей деформации сплавов	82
C	Процессы прессования прутков и труб	85
C 1	Прямое прессование прутков	87
C 1.1	Прямое прессование прутков в горячем состоянии без смазки и без рубашки (алюминиевые сплавы)	88
C 1.1.1	Технологический процесс прямого прессования прутков в горячем состоянии без смазки и без рубашки	89
C 1.1.2	Изменение усилия пресс-штемпеля по ходу пресс-штемпеля при прямом прессовании прутков в горячем состоянии без смазки и без рубашки	94
C 1.1.3	Течение материала при прямом горячем прессовании	96
C 1.1.4	Расчет осевых сил при прямом прессовании прутков в горячем состоянии без смазки и без рубашки (алюминиевые сплавы)	101
C 1.1.5	Термические условия при прямом прессовании прутков в горячем состоянии (алюминий)	112
C 1.2	Прямое прессование прутков в горячем состоянии без смазки с рубашкой (медные сплавы)	119
C 1.2.1	Технологическая последовательность прямого прессования прутков в горячем состоянии без смазки с рубашкой	121
C 1.2.2	Изменение усилия пресс-штемпеля по ходу пресс-штемпеля при прямом прессовании прутков в горячем состоянии без смазки с рубашкой	121
C 1.2.3	Течение материала при прямом прессовании прутков в горячем состоянии без смазки с рубашкой	123
C 1.2.4	Расчет осевых сил при прямом прессовании прутков в горячем состоянии без смазки с рубашкой	124

С 1.2.5	Термические условия прямого прессования прутков в горячем состоянии без смазки с рубашкой.....	125
С 1.3	Прямое прессование прутков в горячем состоянии со смазкой без рубашки (сталь)	125
С 1.3.1	Технологический процесс прямого прессования прутков в горячем состоянии со смазкой без рубашки.....	127
С 1.3.2	Изменения усилия пресс-штемπεля по ходу пресс-штемπεля при прямом прессовании прутков в горячем состоянии со смазкой без рубашки.....	127
С 1.3.3	Течение материала при прямом прессовании прутков в горячем состоянии со смазкой	129
С 1.3.4	Термические условия прямого прессования прутков в горячем состоянии со смазкой	130
С 1.4	Прямое прессование прутков в холодном состоянии со смазкой без рубашки	132
С 1.4.1	Технологический процесс прямого прессования прутков в холодном состоянии со смазкой без рубашки	132
С 1.4.2	Напряжения, осевые силы и повышение температуры	132
С 2	Обратное прессование прутков.....	140
С 2.1	Обратное прессование прутков в горячем состоянии без смазки и без рубашки (например, алюминиевые сплавы)	141
С 2.2	Обратное прессование прутков без смазки с рубашкой.....	146
С 2.3	Течение материала при обратном прессовании прутков в горячем состоянии	149
С 2.4	Осевые силы и температуры на выходе прутка из пресса при обратном прессовании прутков в горячем состоянии с температурой заготовки при ее загрузке, равной температуре контейнера (при прессовании алюминиевых сплавов)	152
С 2.5	Осевые силы и температуры на выходе прутка из пресса при горячем обратном прессовании с температурой заготовки при ее загрузке, превышающей температуру контейнера (при прессовании медных сплавов)	157
С 2.6	Сопоставление обратного прессования прутков в горячем состоянии с прямым прессованием прутков в горячем состоянии.....	159
С 2.7	Обратное прессование прутков в холодном состоянии	160
С 2.7.1	Обратное прессование прутков в холодном состоянии со смазкой без рубашки	161
С 2.7.1.1	Технологический процесс обратного прессования прутков в холодном состоянии со смазкой без рубашки.....	161
С 2.7.1.2	Течение материала при обратном прессовании прутков в холодном состоянии со смазкой без рубашки.....	164
С 2.7.1.3	Осевые силы при обратном прессовании прутков в холодном состоянии со смазкой без рубашки	165
С 3	Гидростатическое прессование прутков	168
С 3.1	Традиционный метод гидростатического прессования прутков	168
С 3.1.1	Принцип метода	168
С 3.1.2	Технологический процесс	170
С 3.1.3	Осевые силы при гидростатическом прессовании прутков	170
С 3.1.4	Изделия	175
С 3.2	Метод «Thick Film»	179
С 4	Специальные методы	181
С 4.1	Метод «Conform»	181
С 4.1.1	Варианты метода «Conform»	183
С 4.2	Кабельные оболочки	187
С 4.2.1	Общие сведения	187
С 4.2.2	Принцип нанесения кабельных оболочек прессованием	188
С 4.2.3	Нанесение свинцовой оболочки	189
С 4.2.3.1	Материалы, методы	189
С 4.2.3.2	Нанесение кабельных свинцовых оболочек прессованием.....	189
С 4.2.4	Нанесение алюминиевой оболочки	190
С 4.2.4.1	Алюминий в качестве материала кабельной оболочки	190
С 4.2.4.2	Общие сведения о методе	191
С 4.2.4.3	Ступенчатое прессование	191

C 4.2.4.4	Непрерывное прессование	192
C 5	Процесс прессования труб.....	194
C 5.1	Прямое прессование труб.....	194
C 5.1.1	Прямое прессование труб в горячем состоянии с неподвижной иглой.....	194
C 5.1.2	Прямое прессование труб в горячем состоянии с подвижной иглой	196
C 5.1.3	Прямое прессование труб в горячем состоянии с рубашкой.....	196
C 5.1.4	Рассмотрение осевых сил при прямом прессовании труб в горячем состоянии	198
C 5.2	Обратное прессование труб.....	201
C 5.2.1	Обратное прессование труб в горячем состоянии с неподвижной иглой.....	202
C 5.2.1.1	Технологический процесс обратного прессования труб в горячем состоянии с неподвижной иглой	203
C 5.2.1.2	Осевые силы при обратном прессовании труб в горячем состоянии с неподвижной иглой	203
D	Металлургические основы.....	207
D 1	Введение	207
D 2	Строение и структура.....	208
D 2.1	Структура решетки, однофазная структура	208
D 2.3	Диффузия, дисперсные выделения, неравновесные состояния	218
D 2.4	Процессы при плавке и литье.....	222
D 2.4.1	Литье и литая структура, гомогенизация алюминиевых сплавов	223
D 2.4.2	Литье и литая структура медных сплавов	233
D 3	Пластическая деформация, полигонизация, рекристаллизация.....	238
D 3.1	Пластическая деформация чистых металлов при комнатной температуре ..	238
D 3.1.1	Дислокации.....	238
D 3.1.2	Монокристаллы.....	243
D 3.1.3	Поликристаллические структуры (поликристаллы).....	244
D 3.2	Пластическая деформация сплавов при комнатной температуре	245
D 3.3	Поведение чистых металлов при высокой температуре	248
D 3.3.1	Отжиг чистых металлов	249
D 3.3.2	Пластическая деформация чистых металлов при высокой температуре	252
D 3.4	Поведение сплавов при высокой температуре.....	255
D 3.4.1	Отжиг сплавов.....	255
D 3.4.2	Пластическая деформация сплавов при высокой температуре	256
D 3.5	Процессы при прессовании	257
D 4	Вязкость, разрушение	261
D 4.1	Пластическое разрушение	261
D 4.2	Хрупкое разрушение и смешанные типы разрушения	262
D 4.3	Разрушение при горячей пластической деформации	262
D 4.4	Дефекты при прессовании	264
D 5	Соединение в твердом состоянии.....	265
D 5.1	Процессы при соединении	265
D 5.2	Формирование швов при сварке давлением в полых профилях и при прессовании по методу «заготовка-вслед-заготовке»	266
D 5.3	Прессование композиционных материалов	269
D 5.4	Прессование порошковых материалов.....	271
D 5.5	Трение между прессуемым материалом и инструментом	273
D 6	Прессуемость металлических материалов	276
E	Производство прессованных полуфабрикатов	285
E 1	Прессование материалов при температурах деформации от 0 до 300°С	286
	Гюнтер Зауэр	286
E 1.1	Прессование полуфабрикатов из сплавов на основе олова.....	286
E 1.2	Прессование полуфабрикатов из сплавов на основе свинца.....	288
E 1.3	Прессование мягких припоев на основе олова и свинца	291
E 1.4	Прессование полуфабрикатов из сплавов на основе цинка.....	297
E 2	Прессование материалов при температурах деформации от 300 до 600°С.....	297
E 2.1	Прессование полуфабрикатов из сплавов на основе магния.....	297
E 2.2	Прессование полуфабрикатов из алюминиевых сплавов	304
	Рудольф Акерет.....	304
	Раздел E 2.2.3, Сплавы: Гюнтер Шарф	304
E 2.2.1	Общие сведения	304

E 2.2.2	Поведение алюминиевых сплавов при прессовании	305
E 2.2.2.1	Напряжение текучести	305
E 2.2.2.2	Процесс течения	306
E 2.2.2.3	Тепловой баланс и скорость прессования	308
E 2.2.2.4	Поверхность прессованного полуфабриката и дефекты прессования	311
E 2.2.2.4.1	Поверхность профиля и периферийный слой	312
E 2.2.2.4.2	Литая структура и возможность анодирования	312
E 2.2.2.4.3	Шероховатость поверхности профиля	315
E 2.2.2.4.4	Поперечные трещины и отслоения	319
E 2.2.2.5	Меры по поддержанию теплового баланса	320
E 2.2.2.5.1	Материал	320
E 2.2.2.5.2	Температура заготовки	321
E 2.2.2.5.3	Теплоотвод	321
E 2.2.2.5.4	Оптимизация условий прессования	324
E 2.2.2.6	Соединение прессованием	325
E 2.2.2.6.1	Сварка прессованием	326
E 2.2.2.6.2	Продольные швы полых профилей	327
E 2.2.2.6.3	Поперечные швы	329
E 2.2.2.6.4	Контроль швов при соединении прессованием	331
E 2.2.2.6.5	Влияние прессованных швов на внешний вид поверхности	332
E 2.2.2.6.6	Пригодность материалов для прессования полых профилей	332
E 2.2.3	Сплавы	333
	Гюнтер Шарф	333
E 2.2.3.1	Легкопрессуемые сплавы	338
E 2.2.3.1.1	Алюминиевые сплавы	339
E 2.2.3.1.2	Изделия, изготавливаемые прессованием	340
E 2.2.3.1.3	Прессование и свойства материалов	342
E 2.2.3.2	Сплавы со средней трудностью прессования	344
E 2.2.3.2.1	Алюминиевые сплавы	344
E 2.2.3.2.2	Изделия, изготавливаемые прессованием	348
E 2.2.3.2.3	Прессование и свойства материалов	349
E 2.2.3.3	Труднопрессуемые сплавы	351
E 2.2.4.3.1	Алюминиевые сплавы	351
E 2.2.3.3.2	Изделия, изготавливаемые прессованием	353
E 2.2.3.3.3	Прессование и свойства материалов	353
E 3	Прессование материалов при температурах деформации от 600 до 1300°С	355
E 3.1	Прессование полуфабрикатов из сплавов на основе меди	355
E 3.1.1	Общие сведения	355
E 3.1.1.1	Медь, бронза и латунь – долгая история	355
E 3.1.1.2	Преимущества физических и химических свойств	355
E 3.1.1.3	Значение прессования в технологии	355
E 3.1.2	Группы прессуемых медных сплавов – их важнейшие свойства и применение	356
E 3.1.2.1	Группы сплавов	356
E 3.1.2.2	Термические нагрузки на инструмент при прессовании	357
E 3.1.2.3	Структура	357
E 3.1.2.4	Стандартные прессуемые полуфабрикаты и их применение	357
E 3.1.3	Поведение медных сплавов при прессовании	358
E 3.1.3.1	Прессуемость различных материалов	358
E 3.1.3.2	Температура и скорость – определяющие факторы при прессовании	359
E 3.1.3.3	Прессование с размерами близкими к конечным или далекими от них	360
E 3.1.3.4	Смазка	360
E 3.1.3.5	Прессование с рубашкой	361
E 3.1.3.6	Различное поведение материала при течении	361
E 3.1.3.6.1	Тип течения С – трубчатый дефект «смешивание составов» (пресс-утяжина)	361
E 3.1.3.6.2	Тип текучести В – дефект рубашки	362
E 3.1.3.6.3	Центральная пресс-утяжина	362
E 3.1.3.7	Длина пресс-остатка	362
E 3.1.3.8	Прямое прессование со смазочным средством без рубашки	363
E 3.1.3.9	Прессование в водную или в воздушную среды	363
E 3.1.4	Процессы прессования и соответствующие системы оборудования	363

E 3.1.4.1	Прессование латунных прутков, проволоки и профилей.....	363
E 3.1.4.2	Прессование труб	364
E 3.1.4.3	Привод	364
E 3.1.4.4	Смена инструмента.....	365
E 3.1.4.5	Отделение пресс-остатка.....	365
E 3.1.5	Изготовление и нагрев заготовок.....	365
E 3.1.5.1	Непрерывное литье, гомогенизация	365
E 3.1.5.2	Длина заготовки.....	365
E 3.1.5.3	Обработка заготовки.....	366
E 3.1.5.4	Контроль качества заготовок	366
E 3.1.5.5	Нагревание заготовок	366
E 3.1.6	Прессование меди	367
E 3.1.6.1	Общие сведения	367
E 3.1.6.1.1	Различные сорта меди, их свойства и применения	367
E 3.1.6.1.2	Пригодность для обработки в горячем состоянии, температура прессования	368
E 3.1.6.2	Медные трубы	368
E 3.1.6.2.1	Применение	368
E 3.1.6.2.2	Методы производства	368
E 3.1.6.2.3	Прессование труб	370
E 3.1.6.2.4	Слой окислов на поверхности заготовки. Дефекты в виде рубашки у матрицы. Пузыри	370
E 3.1.6.3	Прутки и профили из меди	371
E 3.1.6.3.1	Размеры и формы, дальнейшая обработка	371
E 3.1.6.3.2	Полые профили.....	372
E 3.1.7	Прессование низколегированных медных материалов.....	373
E 3.1.7.1	Материалы, их свойства и применения	373
E 3.1.7.2	Прессование профилей	373
E 3.1.7.3	Закалка на прессе.....	373
E 3.1.8	Прессование медно-цинковых сплавов (латуней и сплавов томбак)	374
E 3.1.8.1	Бинарные медно-цинковые сплавы	374
E 3.1.8.1.1	Свойства, структура	374
E 3.1.8.1.2	Материалы, их свойства и применение	376
E 3.1.8.1.3	Прессование.....	377
E 3.1.8.1.4	Возможные дефекты при прессовании и их предотвращение	378
E 3.1.8.1.5	Обращение с прессованными полуфабрикатами	380
E 3.1.8.1.6	Правка – Распределение фазы « α » – Дальнейшая обработка прутков	381
E 3.1.8.2	Медно-цинковые сплавы с легирующими добавками (специальные латуни)	382
E 3.1.8.2.1	Различные материалы и их свойства	382
E 3.1.8.2.2	Полуфабрикаты, применение	382
E 3.1.8.2.3	Литье и прессование.....	383
E 3.1.9	Прессование медно-оловянных сплавов (оловянистых бронз).....	384
E 3.1.9.1	Различные сплавы, их структура, свойства и применения.....	384
E 3.1.9.2	Литье медно-оловянных сплавов	384
E 3.1.9.3	Прессование медно-оловянных сплавов	385
E 3.1.9.4	Тип течения, дефекты рубашки	386
E 3.1.9.5	Конкуренция с методом литья проволоки.....	386
E 3.1.10	Прессование медно-алюминиевых сплавов (алюминиевых бронз)	387
E 3.1.10.1	Различные сплавы, их свойства и применения	387
E 3.1.10.2	Бинарные медно-алюминиевые сплавы	387
E 3.1.10.2.1	Материалы, прессуемость	387
E 3.1.10.2.2	Прессование, дефекты при прессовании медно-алюминиевых сплавов	388
E 3.1.10.3	Медно-алюминиевые сплавы с добавками (алюминиевые, сложные по составу бронзы)	389
E 3.1.10.3.1	Материалы, структура, свойства	389
E 3.1.10.3.2	Прессование сложных алюминиевых бронз	389
E 3.1.10.3.3	Дальнейшая обработка	390
E 3.1.11	Прессование медно-никелевых сплавов	390
E 3.1.11.1	Материалы, структура, свойства, применения	390
E 3.1.11.2	Прессование медно-никелевых сплавов	391
E 3.1.12	Прессование медно-никелево-цинковых сплавов (мельхиоров)	392
E 3.1.12.1	Материалы, структура, свойства, применения	392

Е 3.1.12.2	Прессование мельхиоровых сплавов	393
Е 3.1.12.3	Конкуренция с методом литья проволоки.....	394
Е 3.2	Прессование полуфабрикатов из титановых сплавов.....	395
	Мартин Баузер	395
Е 3.2.1	Общие сведения	395
Е 3.2.2	Материалы, их свойства и применения	395
Е 3.2.2.1	Структура и ее влияние на свойства	395
Е 3.2.2.2	Важнейшие титановые сплавы и их применения	397
Е 3.2.2.3	Титановые материалы, изготавливаемые методами порошковой металлургии.....	398
Е 3.2.3	Изготовление заготовок, прессование	398
Е 3.2.3.1	Литье, обработка и нагрев заготовок	398
Е 3.2.3.2	Прессование, смазка	399
Е 3.2.3.3	Напряжение текучести, дефекты прессования	401
Е 3.2.4	Инструменты, дальнейшая обработка	402
Е 3.3	Прессование полуфабрикатов из сплавов на основе циркония	402
	Мартин Баузер	402
Е 3.3.1	Материалы, их свойства и применения	402
Е 3.3.2	Изготовление заготовок, прессование	402
Е 3.3.2.1	Литье, подготовка заготовок	402
Е 3.3.2.2	Прессование, влияние структуры	403
Е 3.3.3	Инструменты, дальнейшая обработка	403
Е 3.4	Прессование полуфабрикатов из черных металлов.....	404
	Мартин Баузер	404
Е 3.4.1	Общие сведения	404
Е 3.4.1.1	Основные сведения о методах	404
Е 3.4.1.2	Современное значение прессования стали.....	405
Е 3.4.2	Производство труб из стали обычных типов.....	405
Е 3.4.2.1	Возможности применения кривошипных прессов.....	405
Е 3.4.2.2	Технологический процесс на кривошипном прессе.....	406
Е 3.4.2.3	Диапазон размеров и производительность.....	406
Е 3.4.3	Бесшовные трубы из легированной стали.....	406
Е 3.4.3.1	Прессование в конкуренции с другими процессами горячей деформации	406
Е 3.4.3.2	Сплавы и экструзионные свойства	408
Е 3.4.3.2.1	Группы сплавов, их структура, свойства и применения	408
Е 3.4.3.2.2	Экструзионные свойства, дефекты прессования	410
Е 3.4.3.3	Изготовление заготовок.....	412
Е 3.4.3.3.1	Плавка, литье, предварительное формообразование в горячем состоянии	412
Е 3.4.3.3.2	Гомогенизация, обработка заготовок	413
Е 3.4.3.4	Нагрев заготовок, смазка.....	414
Е 3.4.3.4.1	Нагрев заготовок	414
Е 3.4.3.4.2	Смазка	415
Е 3.4.3.5	Процессы прессования	416
Е 3.4.3.6	Инструменты.....	417
Е 3.4.3.7	Дальнейшая обработка, контроль	418
Е 3.4.3.7.1	Дальнейшая обработка	418
Е 3.4.3.7.2	Контроль	418
Е 3.4.4	Стальные пресс-изделия	419
Е 3.4.4.1	Общие сведения	419
Е 3.4.4.1.1	Процессы прессования, материалы	419
Е 3.4.4.1.2	Конкуренция с другими деформационными процессами	419
Е 3.4.4.2	Сплавы, исходный материал, процессы	421
Е 3.4.4.3	Изготовление заготовок, прессование, дальнейшая обработка	421
Е 3.4.4.3.1	Обработка, нагрев и смазка заготовок	421
Е 3.4.4.3.2	Прессование	421
Е 3.4.4.3.3	Дальнейшая обработка	422
Е 3.4.4.4	Инструменты.....	422
Е 3.5	Прессование полуфабрикатов из никелевых сплавов (включая суперсплавы)	423
	Мартин Баузер	423
Е 3.5.1	Общие сведения	423

E 3.5.2	Никелевые сплавы, их свойства и применение	423
E 3.5.3	Изготовление заготовок	425
E 3.5.4	Нагрев заготовок	426
E 3.5.5	Прессование	426
E 3.5.5.1	Подготовка и смазка заготовок	426
E 3.5.5.2	Деформационное поведение и данные прессования	427
E 3.5.5.3	Возможности возникновения дефектов и их предотвращение	428
E 3.5.6	Инструменты, дальнейшая обработка	429
E 3.6	Прессование полуфабрикатов из экзотических сплавов	429
	Мартин Баузер	429
E 3.6.1	Бериллий	429
E 3.6.1.1	Свойства, применения	429
E 3.6.1.2	Изготовление заготовок	429
E 3.6.1.3	Деформационное поведение, прессование	430
E 3.6.2	Уран	431
E 3.6.2.1	Свойства, применения	431
E 3.6.2.2	Деформационное поведение, прессование	431
E 3.6.3	Молибден, вольфрам	432
E 3.6.3.1	Молибден	432
E 3.6.3.2	Вольфрам	433
E 3.6.4	Ниобий, тантал	433
E 3.6.4.1	Ниобий	433
E 3.6.4.2	Тантал	434
E 4	Прессование порошковых металлов	434
	Мартин Баузер	434
E 4.1	Общие сведения	434
E 4.1.1	Основные области применения продукции порошковой металлургии	434
E 4.1.2	Преимущества прессования порошковых металлов	435
E 4.1.3	Изготовление порошков	435
E 4.1.4	Компактирование распылением	436
E 4.2	Методы прессования порошковых металлов	437
E 4.2.1	Общие сведения	437
E 4.2.2	Засыпка неспрессованного порошка в вертикальный нагреваемый контейнер и прямое прессование (вариант «а»)	438
E 4.2.3	Предварительное уплотнение порошка вне пресса (вариант «b»)	438
E 4.2.4	Капсулирование порошка перед прессованием (вариант «С»)	439
E 4.3	Механизм и характеристики течения порошковых металлов при прессовании	440
E 4.4	Характеристики усилия прессования	442
E 4.5	Примеры прессования порошковых материалов	443
E 4.5.1	Алюминиевые сплавы	443
E 4.5.2	Сплавы на основе меди и благородных металлов	445
E 4.5.3	Титановые сплавы	446
E 4.5.4	Сплавы на основе железа	446
E 4.5.5	Высокотемпературные сплавы на основе никеля и кобальта	447
E 4.5.6	Экзотические материалы	449
E 5	Прессование полуфабрикатов из металлических композиционных материалов	450
E 5.1	Определение терминов и примеры	451
E 5.2	Характеристики течения при прессовании волокнистых композиционных материалов	452
E 5.2.1	Критерий гомогенной пластической деформации	454
E 5.2.2	Пластическая деформация с возникновением дефектов композиционного материала	456
E 5.3	Изготовление металлических композиционных материалов	458
E 5.4	Примеры применения	463
E 5.4.1	Одинарные структуры и плакировки	463
E 5.4.2	Металлические волокнистые композиционные материалы со сложным строением структуры	465
E 5.4.3	Металлические волокнистые композиционные материалы с порошковыми структурами	467

F	Машины и оборудование для прямого и обратного горячего прессования.....	469
F 1	Машины и оборудование для прямого и обратного горячего прессования	469
F 1.1	Машины для прямого прессования	470
F 1.1.1	Технические исполнения машин	471
F 1.1.2	Основные и вспомогательные узлы прессы для прямого прессования	476
F 1.1.3	Вспомогательные устройства для прямого прессования	486
F 1.1.4	Гидравлические приводы и системы управления для прямого прессования	490
F 1.1.5	Электрические приводы, системы управления и регулирования для прямого прессования	497
F 1.1.6	Типовые технологические операции при прямом прессовании	498
F 1.2	Машины для обратного прессования	503
F 1.2.1	Технические исполнения машин	504
F 1.2.2	Основные и вспомогательные узлы прессов для обратного прессования	507
F 1.2.3	Вспомогательные устройства для обратного прессования	507
F 1.2.4	Гидравлические приводы, системы управления и принадлежности для обратного прессования	511
F 1.2.5	Электрические приводы, системы управления и регулирования для обратного прессования	511
F 1.2.6	Типовая последовательность технологических операций при обратном прессовании	512
F 2	Машины и оборудование для прессования труб	515
F 2.1	Прессы для прямого прессования труб	515
F 2.1.1	Техническое исполнение машин для прямого прессования	515
F 2.1.2	Основные и вспомогательные узлы прессов для прямого прессования труб	518
F 2.1.3	Вспомогательные устройства для прямого прессования труб	522
F 2.1.4	Гидравлические системы управления для прямого прессования труб	522
F 2.1.5	Электрические приводы, системы управления для прямого прессования труб	522
F 2.1.6	Типовые технологические операции при прямом прессовании труб	522
F 2.2	Машины для обратного прессования труб	525
F 2.2.1	Техническое исполнение машин	525
F 2.2.2	Основные и вспомогательные компоненты прессов для обратного прессования труб	526
F 2.2.3	Типовая последовательность технологических операций при обратном прессовании труб	526
F 3	Системы нагрева заготовок	528
F 3.1	Индукционные печи	529
F 3.1.1	Общие сведения	529
F 3.1.2	Печь для штучного нагрева слитков	531
F 3.1.3	Печь для нагрева нескольких слитков	533
F 3.1.4	Индукционная печь с камерой подогрева	535
F 3.1.5	Форсированный нагрев	537
F 3.1.6	Индукционная печь с ножницами для горячей резки слитков-столбов	540
F 3.2	Газовая нагревательная печь	542
F 3.2.1	Общие сведения	542
F 3.2.2	Газовая печь быстрого нагрева с предварительным нагревом слитков	543
F 3.2.3	Комбинирование индукционной печи с газовой печью быстрого нагрева	544
F 3.2.4	Газовая печь быстрого нагрева с подключенной на выходе печью форсированного нагрева	545
F 3.2.5	Газовая печь быстрого нагрева с ножницами для горячей резки слитков-столбов на заготовке	546
F 3.3	Измерение и регулирование температуры	546
F 3.4	Экономичность	546
F 3.5	Механические системы транспортировки слитков	546
F 4	Оборудование и устройства на выходе из прессы	549
F 4.1	Устройства на выходе для изделий из легких металлов	550
F 4.2	Устройства на выходе для изделий из тяжелых металлов	554
F 4.2.1	Линия изготовления проволоки: система транспортировки латунной проволоки с предохранительными ковшами	554

F 4.2.2	Линия изготовления проволоки: система транспортировки латунной проволоки без предохранительных корзин	556
F 4.2.3	Линия изготовления проволоки: система транспортировки медной проволоки без предохранительных корзин, с охлаждением под водой	557
F 4.2.4	Прямая технологическая линия: транспортировка латунных прутков, труб и профилей	557
F 4.2.5	Прямая технологическая линия: медные трубы и профили.....	559
F 4.3	Устройства охлаждения полуфабрикатов	559
F 4.3.1	Охлаждение азотом	560
F 4.3.2	Водяное охлаждение.....	561
F 4.3.3	Воздушное охлаждение.....	562
F 5	Печи старения для профилей из алюминиевых сплавов.....	564
F 5.1	Конвекционный теплообмен.....	564
F 5.2	Методы циркуляции воздуха	566
F 5.3	Вентиляторы	566
F 5.4	Конструкция камерной печи.....	567
F 5.5	Нагрев.....	567
F 5.6	Транспортировочные устройства	568
F 6	Оборудование для изготовления литых заготовок.....	569
F 6.1	Оборудование для производства алюминиевых слитков.....	570
F 6.1.1	Конструкция и компоновка современных систем литья.....	570
F 6.1.2	Плавильные и литейные печи	570
F 6.1.3	Способы очистки расплава	576
F 6.1.4	Системы для литья в кристаллизатор.....	582
F 6.1.5	Литейные установки.....	586
F 6.1.6	Гомогенизационные устройства	588
F 6.2	Оборудование и устройства для изготовления литых медных заготовок	589
F 6.2.1	Системы с не зависимым от печи кристаллизатором	590
F 6.2.1.1	Плавильные и литейные печи	591
F 6.2.1.2	Подача расплава в кристаллизатор.....	591
F 6.2.1.3	Кристаллизаторы	592
F 6.2.1.4	Специальные конструкции кристаллизаторов	592
F 6.2.1.5	Средства для нанесения защитного покрытия	593
F 6.2.1.6	Охлаждение и регулирование	593
F 6.2.2	Системы с зависимым от печи кристаллизатором	594
F 6.2.2.1	Стимул для разработки оборудования	594
F 6.2.2.2	Системы «Asarco»	595
F 6.2.2.3	Горизонтальные литейные установки	595
F 6.2.3	Литье слитков-столбов из стали и других материалов	596
F 7	Управление технологическим процессом прямого и обратного горячего прессования алюминиевых сплавов без смазки	596
F 7.1	Управление технологическим процессом прямого горячего прессования алюминиевых сплавов без смазки	597
F 7.1.1	Влияние трения между заготовкой и контейнером и деформирования в зоне интенсивной деформации на температуру, с которой прессуемый материал поступает в канал матрицы	597
F 7.1.2	Регулирование температуры деформируемого материала в зоне матрицы	598
F 7.1.3	Регистрация температуры потока	599
F 7.1.4	Методы обеспечения постоянства температуры на выходе по всей длине полуфабриката и по ходу пресс-штампеля при прямом горячем прессовании алюминиевых сплавов.....	600
F 7.2	Управление технологическим процессом обратного горячего прессования алюминиевых сплавов без смазки.....	602
F 7.3	Концепции управления технологическим процессом в системах прессования	603
F 7.3.1	Электрическое и электронное управление	604
F 7.3.2	Факторы, влияющие на производительность и качество изделий в процессе прессования	606
F 7.3.3	Повышение производительности и качества продукции посредством оптимизации процесса прессования	606

G	Инструменты экструзионных прессов.....	609
G 1	Требования к инструментам и инструментальным материалам	609
G 1.1	Требования к экструзионным инструментам	609
G 1.2	Требования к инструментальным материалам	610
G 2	Конструкции комплектов матриц для прямого и обратного прессования	615
G 2.1	Конструкции комплектов матриц для прямого прессования.....	616
G 2.2	Конструкции комплекта матрицы для обратного прессования	620
G 2.3	Уплотнение формообразующих инструментов со стороны контейнера.....	622
G 3	Инструменты экструзионных прессов для наружного и внутреннего формообразования.....	627
G 3.1	Управление течением материала в формообразующих зонах инструментов пресса	633
G 3.1.1	Управление потоком материала в формообразующих зонах инструментов при прессовании материалов с температурами деформации от 0 до 300°C	639
G 3.1.1.1	Свинцовые сплавы	639
G 3.1.1.2	Оловянные сплавы	639
G 3.1.2	Управление потоком материала в формообразующих зонах инструментов при прессовании материалов с температурами деформации от 300 до 600°C	639
G 3.1.2.1	Магниевые сплавы	639
G 3.1.2.2	Алюминиевые сплавы	640
G 3.1.3	Управление потоком материала в формообразующих зонах инструментов при прессовании сплавов с температурами деформации от 600 до 1300°C	647
G 3.1.3.1	Медные сплавы	647
G 3.1.3.2	Титановые, никелевые сплавы и черные металлы	651
G 3.2	Размеры формообразующих зон матриц по сравнению с заданными размерами сечения прессованных полуфабрикатов при комнатной температуре.....	651
G 3.3	Инструменты для прессования сплавов с температурами деформации от 0 до 300°C	656
G 3.4	Инструменты для прессования сплавов с температурами деформации от 300 до 600°C	656
G 3.4.1	Инструменты для прессования магниевых сплавов.....	656
G 3.4.2	Инструменты для прессования алюминиевых сплавов.....	657
G 3.4.2.1	Матрицы для прессования алюминиевых сплавов	662
G 3.4.2.1.1	Сварочные форкамеры для «бесконечного» прессования (прессования методом «заготовка-вслед-заготовке»).....	662
G 3.4.2.1.2	Фасонные форкамеры	665
G 3.4.2.1.3	Камеры с уширением потока (spreader)	666
G 3.4.2.2	Иглы для прессования труб и полых профилей	667
G 3.4.2.3	Камерные матрицы	668
G 3.4.2.4	Комбинированные матрицы	674
G 3.4.2.5	Изготовление и эксплуатация инструментов для прессования алюминия ...	676
G 3.4.2.5.1	Изготовление матриц.....	676
G 3.4.2.5.2	Эксплуатация матриц.....	681
G 3.5	Инструменты для прессования сплавов с температурами деформации от 600 до 1300°C.....	683
G 3.5.1	Инструменты для прессования медных сплавов.....	683
G 3.5.1.1	Конструкция комплектов матриц для прямого и обратного прессования	683
G 3.5.1.2	Матрицы и иглы для прессования труб.....	686
G 3.5.1.2.1	Матрицы для прессования сплошных профилей из медно-цинковых сплавов	687
G 3.5.1.2.2	Матрицы для прессования сплошных профилей из меди и низколегированных медных сплавов	690
G 3.5.1.2.3	Камерные матрицы, иглы и комбинированные матрицы для прессования полых профилей	692
G 3.5.1.2.4	Матрицы для прессования прутков и проволоки	694
G 3.5.1.3	Изготовление и эксплуатация матриц для прессования меди	698
G 3.5.1.3.1	Изготовление матриц.....	698
G 3.5.1.3.2	Эксплуатация экструзионных матриц.....	698

G.3.5.2	Инструменты для прессования титановых, никелевых сплавов и черных металлов со смазкой стеклом	699
G.3.5.2.1	Конструкции комплекта матрицы для прямого прессования	700
G.3.5.2.2	Инструменты для прессования титановых сплавов	701
G.3.5.2.3	Инструменты для прессования никелевых сплавов	701
G.3.5.2.4	Инструменты для прессования черных металлов	701
G.3.5.2.4.1	Инструменты для прессования труб из высококачественной стали	702
G.3.5.2.4.2	Инструменты для прессования стальных профилей	702
G.4	Инструменты для обратного прессования (формообразующие, вспомогательные и опорные)	704
G.4.1	Держатель иглы и устройство охлаждения иглы	708
G.4.2.1	Пресс-шайбы и очистные диски для прямого прессования	710
G.4.2.2	Пресс-шайбы и очистные диски для обратного прессования	714
G.4.3	Пресс-штемпели для контейнеров с полостью круглого и плоскоовального сечения	715
G.4.3.1	Пресс-штемпели для прямого прессования	715
G.4.3.2	Полые пресс-штемпели для обратного прессования	717
G.4.3.3	Расчет параметров и размеров пресс-штемпеля	718
G.4.3.4	Термомеханические напряжения в пресс-штемпеле при прессовании	726
G.4.4	Техобслуживание инструментов прессов и манипулирование ими с регулированием температуры	726
G.4.5	Контейнеры	728
G.4.5.1	Конструкции контейнеров	728
G.4.5.1.1	Контейнеры для прессования сплавов с температурами деформации от 0 до 300°С	732
G.4.5.1.2	Контейнеры для прессования сплавов с температурами деформации от 300 до 600°С	732
G.4.5.1.3	Контейнеры для прессования сплавов с температурами деформации от 600 до 1300°С	734
G.4.5.2	Термомеханические напряжения в контейнере при прессовании	736
G.4.5.3	Нагрев и охлаждение контейнера	740
G.4.5.3.1	Устройства нагрева контейнера методом сопротивления	741
G.4.5.3.2	Новейшие разработки в области устройств нагрева контейнера методом сопротивления	743
G.4.5.3.3	Индукционные устройства нагрева контейнера	745
G.4.5.3.4	Комбинированные системы нагрева и охлаждения контейнера	746
G.4.5.4	Конструирование, расчет параметров и размеров контейнера	747
G.4.5.4.1	Расчет параметров и размеров нагружаемых в трех осях контейнеров на основании статических показателей и характеристик упругости	756
G.4.5.4.1.1	Расчет нагружаемых в трех осях однослойных контейнеров	758
G.4.5.4.1.2	Расчет двухслойных контейнеров	759
G.4.5.4.1.2.1	Расчет предварительных напряжений и обусловленных силами усадки, для двухслойных контейнеров	759
G.4.5.4.1.2.2	Расчет рабочих напряжений и , обусловленных усилиями прессования, в двухслойном контейнере	760
G.4.5.4.1.2.3	Расчет рабочих напряжений и посредством сложения (суммарного наложения) и и в двухслойном контейнере	760
G.4.5.4.1.2.4	Расчет эквивалентных напряжений V в двухслойном контейнере	761
G.4.5.4.1.3	Расчет трехслойных контейнеров	761
G.4.5.4.1.3.1	Расчет предварительных напряжений и , обусловленных силами усадки (от прессовой посадки), в трехслойном контейнере	761
G.4.5.4.1.3.2	Расчет рабочих напряжений и , обусловленных усилиями деформации при прессовании, в трехслойном контейнере	763
G.4.5.4.1.3.3	Расчет рабочих напряжений и посредством сложения (суммарного наложения) предварительных и , и деформирующих напряжений, (посредством суммарного наложения) в трехслойном контейнере	764
G.4.5.4.1.3.4	Расчет эквивалентных напряжений V в трехслойном контейнере	764
G.4.5.4.2	Примеры расчетов для различных контейнеров, их напряжений и размеров	765
G.4.5.4.2.1	Проект двухслойного контейнера с круглым сечением полости для алюминиевых сплавов	766

G 4.5.4.2.2	Расчет трехслойного контейнера с плоскоооальной полостью для алюминиевых сплавов.....	766
G 4.5.4.2.3	Расчет трехслойного контейнера с круглым сечением полости для медных сплавов	768
G 4.5.4.2.4	Влияние осевой нагрузки контейнера	769
G 4.5.4.3	Эксплуатационные состояния, определяемые на основании характеристик упругой/пластической деформации материала контейнера, под воздействием термомеханических рабочих напряжений	771
G 4.5.5	Изготовление контейнеров	772
G 4.5.6	Эксплуатация контейнеров	775
G 4.5.7	Содержание контейнеров в исправности	775
G 5	Материалы для горячей обработки, применяемые для изготовления инструментов прессования	777
G 5.1	Стали для горячей обработки.....	779
G 5.1.1	Классические стали для горячей обработки	779
G 5.1.1.1	Закалка и термическое улучшение классических сталей для горячей обработки	796
G 5.1.1.2	Механическая обработка улучшенных инструментальных сталей для горячей обработки	798
G 5.1.1.3	Обработка поверхностей экструзионных инструментов из классических сталей для горячей обработки	800
G 5.1.2	Аустенитные стали для горячей обработки.....	802
G 5.1.3	Классификация сталей для горячей обработки	803
G 5.2	Специальные материалы.....	805
G 5.2.1	Кобальтовые сплавы	806
G 5.2.2	Молибденовые сплавы.....	807
G 5.2.3	Никелевые сплавы	807
G 5.2.4	Металлокерамические композиционные материалы.....	808
G 5.2.5	Твердые сплавы	809
G 5.2.6	Чисто керамические материалы для горячей обработки	809
G 5.3	Дальнейшие разработки	810
G 5.4	Материалы для горячей обработки применяемые для изготовления инструментов с непосредственным и косвенным формообразованием разных прессуемых материалов.....	811
H	Менеджмент качества на заводах по производству пресс-изделий	817
H 1	Качество	817
H 2	Менеджмент качества (МК)	818
H 2.1	Системы менеджмента качества (СМК).....	818
H 2.2	Внедрение системы менеджмента качества	819
H 2.3	Цепочка процесса обеспечения качества.....	822
H 2.4	Ответственность за продукцию	823
H 2.5	Экономика	825
H 3	Руководство обеспечением качества	826
H 3.1	Организация	826
H 3.2	Задачи	828
H 3.3	Аудиты	829
H 3.4	Контрольные мероприятия.....	832
H 4	Перспективы.....	836
	Список формул.....	837
	Перечень обозначений в формулах.....	841
	Примечания научного редактора	845
	Список литературы	847
	Рекомендуемая дополнительная литература на русском языке.....	879
	Предметный указатель	881
	Список рекламодателей	891
	Каталог компаний - поставщиков оборудования, материалов, технологий, изделий и услуг на рынке прессованной продукции из алюминия	897