

Йоханнабер, Ф. Литьевые машины: справочное руководство / Фридрих Йоханнабер; пер. с англ. под общ. ред. Э. Л. Калининцева. — 4-е изд. — Санкт-Петербург: Профессия, 2010. — 427 с.: ил. — Библиогр. в конце глав.
УДК 678.5.057.7(035)
ББК 37
Ч/З №1 — 1 экз.

В этом уникальном издании подробно рассмотрено современное устройство и функции основного вида оборудования для переработки пластмасс — литьевых машин.

В настоящее время это единственное полноценное руководство по литьевым машинам. Каждый раздел этой книги содержит подробную информацию, необходимую для эффективной работы и бесперебойной эксплуатации термопласт-автоматов. Многие материалы впервые печатаются на русском языке. Большое количество иллюстраций и справочных данных помогут читателю разобраться во всех особенностях и тонкостях конструкции литьевых машин.

Книга адресована широкому кругу специалистов, занимающихся литьем под давлением: проектировщикам термопластавтоматов, операторам и наладчикам, сервис-инженерам, менеджерам, а также студентам профильных специальностей.

Фридрих Йоханнабер

ЛИТЬЕВЫЕ МАШИНЫ

Справочное руководство

4-е издание

*Перевод с английского
под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Э.Л. Калинчева*

ИЗДАТЕЛЬСТВО
ПРОФЕССИЯ

 ЦЕНТР
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ПРОГРАММ
ПРОФЕССИЯ

Санкт-Петербург
2010

Содержание

Предисловие	10
Предисловие к четвертому изданию.....	11
Благодарность.....	12
Предисловие к русскому изданию	13
1. Введение	15
1.1. Экономическая значимость литья под давлением	15
1.2. История литья под давлением.....	18
Литература.....	22
2. Материалы для литья под давлением	23
2.1. Режимы переработки термопластов	23
2.1.1. Температура	25
2.1.2. Давление	30
2.1.3. Сушка термопластов	32
2.1.4. Смешение и окрашивание термопластов при литье под давлением.....	33
2.2. Параметры переработки терморепактивных материалов	41
2.3. Параметры переработки эластомеров (каучуков)	42
Литература	42
3. Конструкция и принцип действия.....	43
3.1. Характеристика процесса литья под давлением	45
3.1.1. Функциональные стадии процесса.....	45
3.1.2. Цикл литья под давлением.....	49
3.1.3. Влияние давления	50
3.1.3.1. Гидравлическое давление в узле пластикации.....	50
3.1.3.2. Давление в области наконечника шнека	54
3.1.3.3. Давление в полости формы	54
3.1.3.4. Переключение с давления впрыска на давление выдержки	56
3.1.3.5. Давление выдержки	60
3.2. Влияние температуры на процесс литья под давлением.....	62
3.2.1. Температура рабочей жидкости гидросистемы	62
3.2.2. Температура расплава.....	62
3.2.3. Температура формы.....	63
3.3. Частота и скорость шнека при впрыске	64
3.4. Физическое описание процесса литья под давлением	65
3.5. Влияние параметров технологии литья под давлением на свойства отформованного изделия.....	68

3.5.1. Стабильность размеров	68
3.5.2. Физико-механические свойства отформованного изделия	70
3.5.2.1. Ориентация молекул	70
3.5.2.2. Остаточные напряжения	76
3.5.2.3. Кристалличность и структура	77
Литература.....	78
4. Узел впрыска	79
4.1. Параметры производительности узла впрыска	82
4.1.1. Давление впрыска	82
4.1.2. Ход подачи шнеком материала в форму.....	89
4.1.2.1. Выбор хода питания	89
4.1.2.2. Минимизация захвата воздуха	93
4.1.3 Объем впрыска	94
4.1.4. Скорость шнека/окружная скорость.....	98
4.1.5. Пластикационная производительность	100
4.1.6. Крутящий момент	103
4.2. Шнек.....	104
4.2.1. Стандартные шнеки для переработки термопластов.....	105
4.2.2. Шнеки специальной конструкции для переработки термопластов.....	110
4.2.3. Специализированные блоки пластикации для переработки термопластов	110
4.2.3.1. Шнеки и плунжерные системы для получения эффекта «мраморности» при литье под давлением.....	110
4.2.3.2. Высокопроизводительные шнеки.....	112
4.2.3.3. Барьерные шнеки	114
4.2.3.4. Многозаходные шнеки.....	115
4.2.3.5. Конические шнеки.....	116
4.2.4. Шнеки для переработки жесткого ПВХ.....	117
4.2.5. Шнеки для вентилируемых цилиндров.....	118
4.2.6. Шнеки для переработки реактопластов	121
4.2.7. Шнеки для переработки эластомеров	122
4.2.8. Шнеки для переработки силиконов	124
4.2.9. Наконечники шнека.....	125
4.2.10. Обратный клапан (контрольный клапан)	126
4.3. Цилиндр.....	133
4.4. Сопло	135
4.4.1. Открытые сопла	137
4.4.2. Сопла с запорными клапанами.....	143
4.4.3. Сопло с фильтром для материала	146
4.4.4. Сопло с внутренним обогревом.....	147
4.4.5. Сопла с функциями перемешивания	147
4.5. Износ и методы защиты от него	147
4.5.1. Причины износа.....	149
4.5.2. Меры по защите от износа	151
4.5.2.1. Материалы для узла пластикации.....	151
4.5.2.2. Конструктивные меры для защиты от износа	154
4.5.2.3. Рекомендации по предотвращению износа в рабочих условиях	155
4.5.2.4. Рекомендуемые действия при ремонте оборудования для предотвращения износа.....	156
4.5.2.5. Эффективность защиты от износа.....	156

4.6. Система привода шнека	157
4.6.1. Привод поступательного движения для шнека	158
4.6.1.1. Гидравлический привод для узла впрыска	159
4.6.1.2. Электродвигатели для литья под давлением	160
4.6.2. Привод вращения шнека	163
4.6.2.1. Гидравлический привод шнека	164
4.6.2.2. Электропривод шнека	164
4.7. Направляющая инжекционного узла	165
4.8. Комплектующие для узла впрыска	168
Литература	169
5. Узел смыкания	170
5.1. Очередность операций смыкания при размыкании и смыкании формы	173
5.2. Усилие смыкания, усилие замыкания, силы реакции	177
5.3. Конструкции узлов смыкания	182
5.3.1. Механические системы смыкания	183
5.3.2. Гидравлическая система смыкания	185
5.3.3. Узлы смыкания без направляющих колонн	194
5.3.4. Специальные конструкции узлов смыкания для производства компакт-дисков	198
5.4. Вспомогательное оборудование узла смыкания	201
5.4.1. Системы выталкивания	201
5.4.2. Оборудование для съема направляющих колонн	203
5.4.3. Устройства для монтажа форм	203
5.4.4. Оборудование для вывинчивания резьбовых вставок, расположенных внутри формы	203
5.4.5. Магнитное смыкание формы	204
5.4.6. Стандартное оборудование узлов смыкания	204
Литература	207
6. Привод	208
6.1. Электрогидравлические приводы	210
6.1.1. Насосы для привода	210
6.1.1.1. Насосы с постоянной производительностью	212
6.1.1.2. Насосы с переменной производительностью	217
6.1.2. Привод с регулируемой скоростью	223
6.1.3. Гидравлические системы привода, характеризующиеся наличием аккумулятора	227
6.1.4. Элементы гидромеханических приводов	230
6.1.4.1. Насосы	230
6.1.4.2. Гидромоторы	238
6.1.4.3. Элементы контроля и регулирования	242
6.1.4.3.1. Клапаны регулирования расхода	243
6.1.4.3.2. Нагнетательные клапаны (клапаны регулирования давления)	245
6.1.4.4. Контроль качества рабочей жидкости	245
6.1.4.5. Подавление шума в гидравлической системе	248
6.2. Электромеханические приводы	249
6.2.1. Механические узлы электромеханических приводов	253
6.2.2. Элементы электромеханических приводов	258
6.2.2.1. Электродвигатели	258
6.2.2.2. Датчики	263
Литература	265

7. Система управления.....	266
7.1. Методы управления технологическим процессом.....	267
7.1.1. Управление без обратной связи.....	268
7.1.2. Управление с обратной связью.....	269
7.2. Регулирование температуры.....	270
7.2.1. Измерение температуры.....	271
7.2.1.1. Значения температуры стенок.....	271
7.2.1.2. Значения температуры расплава в узле пластикации.....	274
7.2.1.3. Значения температуры расплава в форме.....	275
7.2.2. Терморегуляторы.....	277
7.2.2.1. Введение.....	277
7.2.2.2. Алгоритмы и параметры управления.....	280
7.2.2.3. Силовые элементы.....	282
7.2.2.4. Нагрузка.....	282
7.2.2.5. Конструкция и установка нагревателей и регуляторов.....	282
7.3. Регулирование давления.....	283
7.3.1. Давление в области наконечника шнека.....	283
7.3.2. Гидравлическое давление.....	286
7.3.3. Давление в полости формы в течение литья под давлением.....	286
7.3.4. Измерение усилия.....	289
7.3.4.1. Измерение усилия в узле смыкания.....	290
7.3.4.2. Измерение усилия в узле пластикации.....	290
7.3.5. Измерение перемещения.....	290
7.3.5.1. Аналоговое измерение перемещения.....	291
7.3.5.2. Цифровое измерение перемещения.....	292
7.4. Блок управления.....	293
7.4.1. Стандартный блок управления.....	293
7.4.2. Пульт управления и дисплей.....	294
7.4.3. Цели управления технологическим процессом.....	294
7.4.4. Компоненты блока управления.....	297
7.4.5. Факторы воздействия.....	298
7.4.6. Методы управления технологическим процессом.....	299
7.4.6.1. Управление последовательностью операций.....	300
7.4.6.2. Управление стадиями впрыска и выдержки под давлением.....	301
7.4.6.3. Принципы оптимизации.....	303
7.5. Электронная обработка данных при литье под давлением.....	311
7.6. Управляемая компьютером автоматическая установка процесса литья под давлением.....	312
Литература.....	316
8. Эффективность потребления энергии и ее расход.....	317
8.1. Гидромеханические приводы.....	317
8.2. Электромеханические приводы.....	324
8.3. Сравнение гидромеханических и электромеханических литьевых машин.....	326
Литература.....	329
9. Литьевые машины специального назначения.....	330
9.1. Модификация стандартных литьевых машин.....	332
9.2. Плунжерная литьевая машина.....	334
9.2.1. Плунжерные литьевые машины с плунжерной предпластикацией.....	335
9.2.2. Литьевые машины со шнековой предпластикацией и впрыском при помощи плунжера.....	336

9.2.3. Шнековая предпластикация с дозировкой и впрыском при помощи плунжера.....	338
9.3. Многопозиционные литьевые машины	338
9.3.1. Многопозиционные машины с горизонтальным узлом смыкания	338
9.3.2. Многооперационные литьевые машины (тандем-машины).....	339
9.3.3. Литьевые машины с двумя плитами и расположенными друг против друга узлами пластикации.....	341
9.4. Литьевые машины для производства малых изделий и микроизделий	343
9.4.1. Терминология литьевых машин для литья под давлением микроизделий	343
9.4.2. Конструкции литьевых машин для производства малых и микроизделий.....	344
9.5. Машины для многокомпонентного литья под давлением	349
9.5.1. Технологии переработки	349
9.5.2. Конструкция используемого сопла	353
9.5.3. Конструкция используемых форм.....	354
9.5.4. Литьевые машины для сэндвичевого формования	356
9.6. Литьевые машины для декорирования и ламинирования в форме	357
9.7. Машины для литья с газом или с жидкостью.....	362
9.7.1. Оборудование для технологии литья с газом	362
9.7.2. Процесс литья с внешним давлением газа	362
9.7.3. Технология литья с водой.....	365
9.8. Литьевые машины с функциями компаундирования	365
9.9. Литьевые машины для переработки полиэфирных формовочных масс.....	367
9.10. Литьевые машины для переработки эластомеров.....	369
9.10.1. Литьевые машины для переработки каучуков	369
9.10.2. Литьевые машины для переработки ЖКК	371
9.11. Литье при низком давлении	373
9.11.1. Машины для литья при низком давлении вторичных термопластичных материалов.....	373
9.11.2. Литьевые машины для формования конструкционного пенопласта.....	375
9.11.3. Машины для формования микропористых вспененных структур.....	377
9.12. Литьевые машины высокого давления	379
9.13. Машины для двухтактного литья под давлением	381
9.14. Технология использования легкоплавких пуансонов	383
9.15. Машины для литья под давлением керамики и металлов	385
9.15.1. Литье под давлением порошковых материалов.....	385
9.15.2. Тиксоформование.....	386
Литература.....	387
10. Размеры и рабочие характеристики литьевых машин	389
10.1. Размеры литьевых машин.....	389
10.2. Рабочие характеристики.....	392
10.2.1. Рабочие характеристики узла пластикации.....	393
10.2.2. Рабочие характеристики узла смыкания	403
10.2.3. Общие рабочие характеристики	408
Литература.....	411
11. Вспомогательное оборудование и приспособления	412
11.1. Литьевые формы	412
11.2. Вспомогательное оборудование для автоматизации	418
11.3. Теплообменник	418
Литература.....	424
Предметный указатель	425