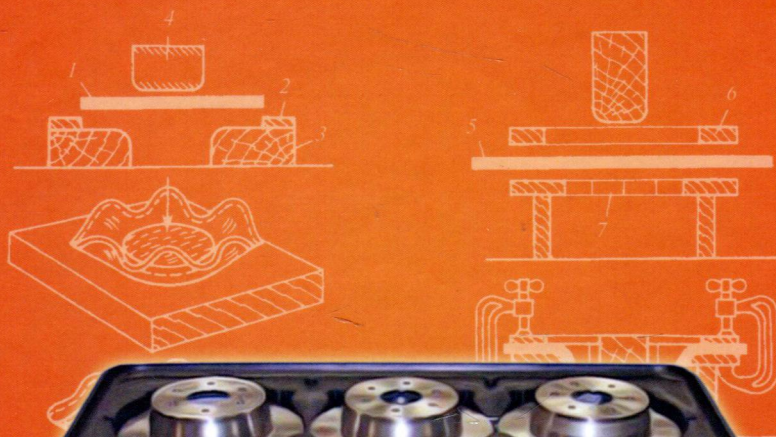


М.А. Шерышев, А.Е. Шерышев

# ТЕРМОФОРМОВАНИЕ

МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ



**М. А. Шерышев, А. Е. Шерышев**

**Термоформование.  
Материалы, технологии, оборудование**

ИЗДАТЕЛЬСТВО  
**ПРОФЕССИЯ**

Санкт-Петербург  
2018

ЦЕНТР  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ  
ПРОГРАММ  
**ПРОФЕССИЯ**

УДК 678.01.53  
ББК 35.710  
Ш49

**Шерышев М. А.**

Ш49 Термоформование. Материалы, технологии, оборудование / М. А. Шерышев, А. Е. Шерышев. — СПб. : ЦОП «Професссия», 2018. — 384 с.: ил.

ISBN 978-5-91884-096-2

В книге дана классификация полимерных материалов и всех методов термоформования из них. Описаны свойства исходных полимерных материалов, основные методы производства листов и пленок и влияние этих методов на качество отформованных изделий.

Рассмотрены основные конструктивные схемы, принципы работы, а также особенности эксплуатации и обслуживания термоформовочных машин и поточных линий на их основе. Дано описание конструкций основных узлов формирующего оборудования. Приведены методы их технологического и механического расчетов. Значительное внимание отведено изложению основ конструирования изделий и технологической оснастки. Описаны методы подготовки заготовок из листовых материалов. Уделено внимание операциям финишной отделки отформованных изделий.

Книга предназначена для технологов и инженерно-технических специалистов предприятий по переработке пластмасс, студентов, аспирантов и преподавателей профильных вузов.

УДК 678.01.53  
ББК 35.710

*Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.*

*Информация, содержащаяся в данной книге, получена из источников, рассматриваемых издательством как надежные. Тем не менее, имея в виду возможные человеческие или технические ошибки, издательство не может гарантировать абсолютную точность и полноту приводимых сведений и не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.*

© М. А. Шерышев, А. Е. Шерышев, 2018

© ЦОП «Професссия», 2018

© Оформление: ЦОП «Професссия», 2018

ISBN 978-5-91884-096-2

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Предисловие</b> . . . . .	5
<b>2. Листовые и пленочные термопластичные материалы для термоформования</b> . . . . .	9
2.1. Классификация листовых и пленочных термопластичных материалов и методов их производства . . . . .	9
2.2. Основные термопластичные материалы, используемые при термоформовании . . . . .	10
2.3. Методы получения листов и пленок . . . . .	26
2.3.1. Получение листов и пленок экструзией . . . . .	27
2.3.2. Получение листов и пленок каландровым методом . . . . .	36
2.3.3. Получение листов методом полимеризации в форме . . . . .	39
<b>3. Классификация методов термоформования объемных изделий</b> . . . . .	42
<b>4. Технологические схемы производства изделий термоформованием</b> . . . . .	80
<b>5. Оборудование для термоформования</b> . . . . .	91
5.1. Классификация оборудования . . . . .	91
5.2. Однопозиционные машины . . . . .	94
5.3. Многопозиционные машины с однородными позициями . . . . .	98
5.4. Многопозиционные машины с позициями различного назначения . . . . .	100
5.5. Поточные линии и специализированные машины . . . . .	112
5.6. Установки для индивидуального и мелкосерийного производства . . . . .	121
<b>6. Основные узлы и механизмы термоформовочного оборудования</b> . . . . .	132
6.1. Нагревательные устройства . . . . .	132
6.2. Зажимные устройства . . . . .	156
6.3. Пневмо- и вакуумсистемы . . . . .	161
6.4. Приводы . . . . .	171
6.5. Системы дополнительного охлаждения отформованных изделий . . . . .	200
<b>7. Технология термоформования</b> . . . . .	202
7.1. Формуемость листовых и пленочных материалов . . . . .	203
7.2. Температура разогрева листовой заготовки . . . . .	213
7.3. Технологическая и свободная усадка при формовании . . . . .	228
7.4. Коробление готовых изделий . . . . .	234
7.5. Влияние остаточных напряжений в полимерных пленочных или листовых заготовках . . . . .	237
7.6. Температура оформляющего инструмента . . . . .	240
7.7. Давление и скорость формования. Степень вытяжки материала . . . . .	246
7.8. Разнотолщинность формованных изделий . . . . .	250

---

<b>8. Технологическая оснастка</b> .....	256
8.1. Классификация оснастки. Основные материалы для изготовления оснастки	256
8.2. Особенности технологии, влияющие на геометрию изделия и оснастки ..	260
8.3. Основные требования к формующей оснастке. ....	269
8.4. Примеры конструктивных решений .....	287
8.5. Эксплуатация и обслуживание технологической оснастки .....	306
<b>9. Подготовка мерных заготовок</b> .....	312
<b>10. Механическая обработка изделий и отделочные операции.</b> .....	325
10.1. Механическая обработка изделий. ....	325
10.2. Отделочные операции .....	345
<b>11. Контроль качества готовых изделий</b> .....	351
<b>12. Переработка отходов.</b> .....	359
<b>13. Основы техники безопасности при производстве изделий термоформованием</b> ...	366
<b>14. Обозначения полимерных материалов, принятые в книге.</b> .....	376
<b>Литература</b> .....	378