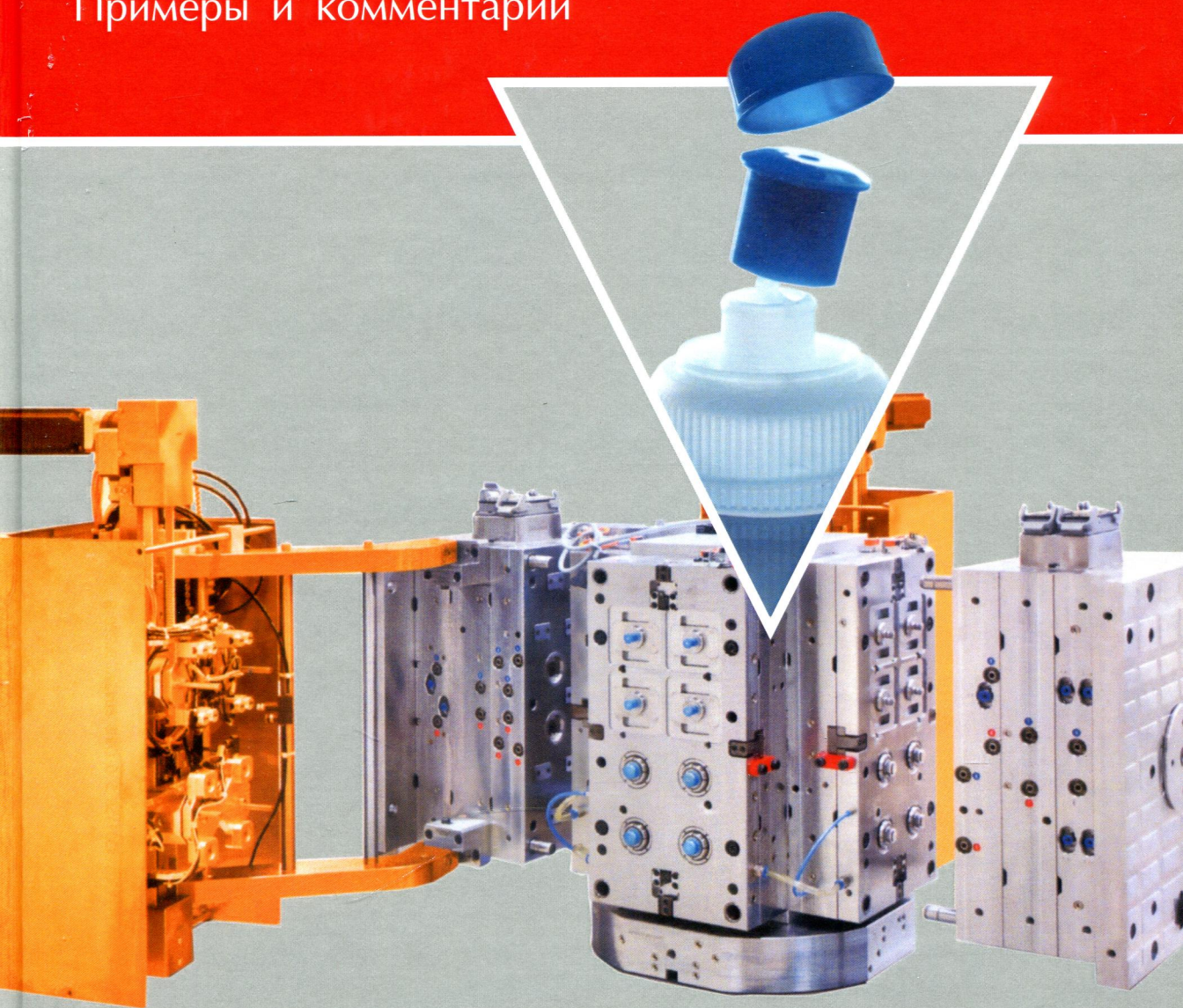


И.Е. Гольдберг

# ВОЗМОЖНОСТИ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОЙ ЛИТЬЕВОЙ ОСНАСТКИ

Примеры и комментарии

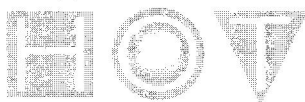


И.Е. Гольдберг

ВОЗМОЖНОСТИ  
И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ  
СОВРЕМЕННОЙ  
ЛИТЬЕВОЙ ОСНАСТКИ

Примеры и комментарии

ИЗДАТЕЛЬСТВО



НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ и ТЕХНОЛОГИИ

Санкт-Петербург, 2015

УДК 678.01:53  
ББК 30.2-2  
Г63

Гольдберг И.Е.

**Г63** **Возможности и направления развития современной литейной оснастки: Примеры и комментарии.** — СПб.: Научные основы и технологии, 2015. — 416 с., ил. — [Сер.: «Золотой фонд конструктора»].

ISBN 978-5-91703-045-6

Поиск инновационных решений абсолютно необходим из-за жесткой конкуренции во всех сегментах производства. Активное использование новейших достижений дает дополнительные возможности в увеличении производительности литейной оснастки, повышении качества получаемых изделий, снижении издержек литейного процесса и, следовательно, стоимости литейных изделий. Все эти факторы оказывают значительное влияние на рост конкурентоспособности литейного производителя и клиентов, потребляющих его продукцию. Поэтому сегодня значительно вырос интерес российских производителей к последним достижениям в сфере мировой литейной оснастки. Автор, проработавший в этой отрасли более пятидесяти лет, в своей книге знакомит специалистов с современными тенденциями развития литейной оснастки, примерами инновационных решений, предлагаемых лидерами производства горячечанальных систем, литейных форм и литейного оборудования, таких как *Männer*, *EWIKON*, *Mold Masters*, *GÜNTHER*, *HASCO*, *INCOE*, *HEITEC*, *THERMOPLAY*, *ZAHORANSKY*, *ENGEL*, *Wittman-Battenfeld*, *Ferromatik Milacron*, *ARBURG* и многих других. Мы уверены, что опыт этих высокотехнологичных компаний будет продуктивно востребован отечественными производителями, чему активно поспособствует эта книга.

Книга адресована менеджерам, конструкторам, инженерам и квалифицированным рабочим, занятым в области проектирования, изготовления и эксплуатации литейных форм. Кроме того, эта книга будет особенно полезна для обучающихся молодых специалистов, вводя их в мир высокоэффективной литейной техники.

УДК 678.01:53  
ББК 30.2-2

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

В оформлении обложки использованы материалы компании *Zahoransky*

ISBN 978-5-91703-045-6

© Гольдберг И.Е., 2015

© Изд-во «Научные основы и технологии», 2015

# Содержание

Предисловие . . . . .	13
-----------------------	----

<b>1. Горячеканальные системы с прямоточными соплами, имеющими острый теплопроводный наконечник или открытый впрыск . . . . .</b>	<b>19</b>
---	-----------

На примерах горячеканальных систем, выпускаемых фирмами *EWIKON*, *Mold Masters*, *GÜNTER*, *INCOE*, описываются особенности и преимущества сопел, коллекторов и других элементов горячеканальных систем нового поколения. Элементная техника балансировки литниковых каналов коллектора *EWIKON*. Открытые и запорные варианты исполнения одного и того же сопла фирм *EWIKON* и *INCOE*. Универсальные или разработанные по индивидуальному заказу полностью скомплектованные и протестированные горячеканальные системы, поставляемые отдельно или в составе «горячей половины» формы. Новые возможности сопел *Blue Flow* (*GÜNTER*) с толстослойными нагревателями. *DF Gold Hot Runner Programme* (*INCOE*) – модульная горячеканальная система, обеспечившая большое разнообразие впрыска с небольшим количеством компонентов.

<b>2. Горячеканальные системы с запорными игольчатыми клапанами . . . . .</b>	<b>47</b>
---	-----------

В главе описываются горячеканальные системы ведущих изготовителей литейной оснастки, в которых для управления запорными иглами применяются пневматический, гидравлический или электрический приводы. Дается сравнительная характеристика и целесообразность применения каждого из этих типов привода. Горячеканальная система *MSS (Männer Standart Sistem)* и входящие в нее различные виды стандартных запорных сопел *MCN* и сбалансированных коллекторов как пример системы для широкого диапазона применения и для переработки почти всех стандартных термопластов. *MDS (Männer Drop Sistem)* – многовпусковая запорная ГКС для многогнездных литейных форм с тесно расположенными оформляющими гнездами для изделий малого веса. Различные варианты интеграции всех видов индивидуального и группового привода игольчатых запорных клапанов в универсальной горячеканальной системе *HPS III-NVE (EWIKON)*. Удобное для использования в этажных формах компактное сопло *HPS III-NVI (EWIKON)*, в котором индивидуальный привод запорной иглы интегрирован в корпус сопла. Запорное сопло *Z3240 (HASC0)* в 48-гнездной литейной форме для литья изделия весом 0,2 г в условиях «чистой комнаты». Преимущества запорных сопел *Accu Valve (Mold Masters)* с пневматическими клапанами. Модульная конструкция стандартных сопел *GÜNTER*. Комбинированные приводы игольчатых клапанов с использованием механизма скольжения в 24-гнездной горячеканальной форме на изделие «Формовка» (*GÜNTER*). Заранее смонтированные и готовые к применению горячеканальные системы *INCOE* с применением пневмо- и гидроприводов. Система регулирования скорости движения запорной иглы *SoftGate (INCOE)* при каскадном литье под давлением. Горячеканальная система *Free-Flow (HEITEC)* для производства высококачественных литейных изделий.

<b>3. Горячеканальные системы с соплами для прямого и запорного бокового впрыска . . . . .</b>	<b>83</b>
--	-----------

Примеры частично горячеканальных систем с отверждаемыми тупиковыми или туннельными литниками в многогнездных формах или для заливки изделий в труднодоступных точках с использованием прямоточных сопел ГКС. Модульная конструктивная серия сопел *HPS III-MH (EWIKON)* с массивными теплопроводными наконечниками, осуществляющая боковой прямоточный горячеканальный впрыск. Варианты этих сопел в линейном и радиальном исполнении с различным числом наконечников. Расширение возможностей сопел *HPS III-MH (EWIKON)* с применением наконечников, повернутых под разными углами к направлению съема изделия. Примеры использования всех вариантов этих сопел. Сопла *HPS III-MH* с теплопроводными наконечниками, у которых оси имеют поворот от 90 до 0° по отношению к на-

правлению съема изделия. В этом варианте модульные сопла *HPS III-MH* могут осуществить иглозапорный впрыск. Примеры ГКС с применением таких сопел. Комфортные условия обслуживания и ремонта всех модульных сопел *EWIKON*. Иглозапорная горячеканальная система в основе высокотехнологичного производства одноразовых шприцов. Автоматизированная линия для выпуска шприцов, в которую вошли иглоустановочный автомат *NFS (Zahoransky)*, 4-гнездная горячеканальная форма (*EWIKON*) для шприцов объемом 2,12 см<sup>3</sup> и полностью электрическая литьевая машина *ENGEL* с многоосным роботом ввода-вывода, предназначенная для работы в условиях «чистой комнаты». Сопла для боковой заливки в стесненных условиях в труднодоступные места изделий серии *DL-8B (THERMOPLAY)*. Сопла серии *FL-1B (THERMOPLAY)*, имеющие выступающий теплопроводный наконечник с максимальным углом 45°. Инновационные сопла серии *Melt-Disk (Mold Masters)*. Инжекторы серии *Multi Shot (HASCO)* с 2, 4 и 6 точками впрыска с примером их использования в 8-гнездной горячеканальной форме на изделие «Колпачок». Компактные и высокотехнологичные горячеканальные системы с соплами бокового впрыска фирмы *HEITEC*. Горячеканальная система *Männer SIDEGATE* для боковой заливки длинных трубчатых изделий или для внутреннего бокового впрыска в нескольких точках.

#### 4. Новые возможности многоразъемных этажных форм . . . . . 121

Большой потенциал развития многоразъемных этажных форм для увеличения производительности и экономичности литьевой оснастки. Приводится традиционная конструкция португальской горячеканальной этажной формы на изделие «Полка для обуви» с анализом ее недостатков, которые должны преодолеваются с помощью инноваций последних лет. Горячеканальная система *THERMOPLAY*, встраиваемая в центральный блок этажной формы, с соплами, в которые интегрированы запорные клапана, приводимые в движение воздухом. Запорные сопла *Rheo-Pro iVG (MHS)* с интегрированным в них цилиндром запорной иглы и поршнем пневматического привода. ГКС *Rheo-Pro iVG (MHS)* с соплами, монтирующимися спина к спине с обеих сторон коллектора. Унифицированная ГКС *Männer* с зеркально установленными соплами, в которые встроены пневматические запорные клапана. Преимущества заранее смонтированных и готовых к применению ГКС *INCOE* с использованием пневмо- и гидроприводов. Примеры ГКС *EWIKON*, интегрированных в центральный блок этажной литьевой формы заказчика. Этажные формы с центральным блоком, установленным на горизонтальном вращающемся столе литьевой машины с двумя противоположными узлами впрыска. Этажные горячеканальные литьевые формы *Zahoransky* с реечным раздвижным механизмом, также устанавливаемые на литьевую машину с двумя противоположными узлами впрыска. Использование технологии этажной литьевой формы в производстве литьевых упаковочных изделий с трехслойными стенками, обладающими барьерными свойствами.

#### 5. Многоцветное и многокомпонентное литье пластмассовых изделий . . . . . 141

Различные варианты многоцветного и многокомпонентного литья. Стандартные вращающиеся столы с горизонтальной осью вращения как возможный компонент любой литьевой машины фирмы *ENGEL*. Примеры горячеканальных литьевых форм для двухкомпонентного литья, где использовались столы с горизонтальной осью вращения. Технология *ENGEL combimelt*, обеспечивающая многокомпонентное литье с максимумом в четыре компонента. Многокомпонентное литье с использованием выдвижных поворотных индексных плит, встраиваемых в форму вместе с их приводом. Многогнездные горячеканальные литьевые формы *Zahoransky* с одной, двумя или тремя индексными плитами, поворачивающимися на 180, 120 или 90°. Литьевые машины *ARBURG*, имеющие до 6 узлов пластикации и впрыска различных термопластов для обслуживания многокомпонентных форм *Zahoransky*. Альтернативная многокомпонентная технология переноса первоначальной заготовки или закладного элемента с помощью робота. Варианты применения вращающихся столов с горизонтальной плоскостью поворота и вертикальной осью вращения при многокомпонентном литье. Особенности и область применения литьевых машин с вращающимися столами с горизонтальной плоскостью поворота и с расположенными друг против друга узлами пластикации и впрыска серии *ENGEL duo*. Универсальная литьевая машина *ENGEL duo combi M* для производства крупных многокомпонентных изделий. Инновационная технология *Dolphin*, объединяющая двухкомпонентное литье с вспениванием (по технологии *MuCell*) и литье с подпрессовкой, используемая для производства элементов интерьера автомобиля с мягкой на ощупь поверхностью.

**6. Форма-Куб (*Würfel-Werkzeug*). Примеры и преимущества применения техники вращающегося куба в высокопроизводительной и многофункциональной литейной оснастке. . . . . 175**

Дополнение вращающейся средней плиты в этажной форме двумя новыми полуформами с образованием четырехстороннего куба, поворачивающегося на 90°. Пример: 4×4-гнездная форма-Куб для литья корпусов мобильного телефона, преимуществом такой формы. 4×64-гнездная форма-Куб (*FoboHa*) на литейной машине *K-Tec 450 ETW* встроенным поворотным столом с горизонтальной плоскостью поворота (*Ferromatik Milacron GmbH*). Литейная машина *K-Tec 250 DETW* со встроенными в нее двумя поворотными кубиками, дающими возможность монтажа без периферийных устройств разных деталей. Полностью электрофицированная литейная форма-Куб (*FoboHa*), где приводы всех функциональных систем, от выталкивателей до поворотного узла куба, оснащены электродвигателями для работы в условиях «чистой комнаты». На каждой стороне куба 8 нижних и 8 верхних полостей для получения свинчиваемых друг с другом деталей укупорки, их монтаж производится системой съема вне формы. Инновационные системы *Z.TIM* и *Z.TIM light (Zahoransky)* для массового производства и сборки полученных литейных деталей в форме. Модульная конструкция оформляющей части этих систем, состоящая из съемных легко заменяемых вставок с оформляющими полостями, позволяет быстро менять ассортимент изготавливаемых изделий. Использование технологии вращающегося кубика в инновационной литейной форме для одностадийного изготовления тюбика для пасты. Новая технология «Флексикуб» (*Flexi-Cube*) бельгийской компании *GB Boucherie nv*, использующая принцип кубика, являющегося центральным блоком этажной формы. В качестве центрального блока литейной формы выступает стационарный куб, точнее параллелепипед, вокруг которого распределены все технологические станции, которые соединяют между собой транспортирующая система. Смонтированные на ней оформляющие вставки движутся вокруг стационарного центрального параллелепипеда. Особенности и преимущества этой системы.

**7. Экономичное и прецизионное литье под давлением мелких и микро-изделий . . . . 201**

Электрическая литейная машина *Micro Power (Wittman/Battenfeld)*, предназначенная для экономичного и высокоточного литья микроизделий. Двухстадийный плунжерный узел впрыска *Micro Power*. Модульная конструкция *Micro Power*, позволяющая эффективно использовать ее в различных технологиях: точное микролитье, литье порошковых материалов *PIM*, литье эластомеров, многокомпонентное литье и т. д. *Micro-män 50 2C (Männer)* — высокопроизводительная компактная установка с двумя узлами двухступенчатого плунжерного впрыска расплава, используемая для изготовления двухкомпонентных мелких изделий и микроизделий. В основе установки *Micro-män 50 2C* находится замкнутая точная трековая перемещающая система, которая перемещает половины форм (треки) к различным функциональным модулям: индукционный нагрев, охлаждение, выталкивание и т. д. Настольные поршневые термопластавтоматы модели *babyplast* с усилием смыкания 65,5 кН. Малогабаритные переналаживаемые 2-, 4-гнездные литейные формы (вес от 5 до 8 кг) для литья мелких изделий небольшими партиями. Стандартные ГКС (*EWIKON*), встроенные в малогабаритную модульную форму с легко заменяемыми формообразующими вставками. Полностью электрические литейные машины *babyplast* только при необходимости изготовления литейных изделий с микронной точностью. Полностью электрическая бесколонная литейная машина *ENGEL e-motion 30 TL*. Примеры применений миниатюрных горячеканальных систем фирмы *HEITEC*, осуществляющих прямооточную, запорную и боковую заливку микроизделий.

**8. Различные методы заполнения оформляющих полостей литейной формы в зависимости от особенностей и функциональной направленности отливаемых изделий. . . . . 235**

Стадии заполнения оформляющей полости литейной формы при стандартном методе заливки литейных изделий с небольшой толщиной стенок, позволяющей достигать минимального времени охлаждения изделия. Недостатки этого метода. Литье толстостенных изделий с литниковой системой большого диаметра, примыкающей к горячеканальному блоку формы, позволяющее проводить заполнение оформляющей полости, а также и ее подпитку при низком давлении и низкой скорости расплава. Приводятся примеры толстостенных изделий, полу-

чаемых при этом процессе, имеющих гомогенную структуру, определяющую их повышенную прочность. Технология литья с подпрессовкой, когда от изделий с обычной толщиной стенок требуется низкий уровень собственных напряжений и гомогенная структура, определяющие повышенную прочность, высокоточный контур поверхности, хорошие оптические свойства. Литье с подпрессовкой, необходимой только для компенсации усадки отливки в оформляющей полости. Литье с подпрессовкой тонкостенных изделий с большой площадью поверхности, где приоткрытие оформляющей полости осуществляется с прецизионной точностью одновременно с процессом впрыска, а после этого происходит двухступенчатое смыкание формы, при котором происходит растекание расплава в оформляющем гнезде при невысоком давлении и компенсация усадки. Малые, средние и большие литьевые машины *ENGEL*, имеющие техническое оснащение для литья с подпрессовкой. Метод вариотермического термостатирования стенок оформляющей полости формы, применяющийся для повышения текучести расплава при ее заполнении и уменьшения времени охлаждения изделия. Кроме этого, становится возможным получение высокого глянца поверхности изделия или формирование на ней тончайших поверхностных структур, например, наноструктур у полимерных стекол для подавления бликов. Способы осуществления этого метода. Вариотермически термостатируемая экспериментальная литьевая форма *ENGEL*.

## 9. Особенности и преимущества газоинжекционного и водоинжекционного производства литьевых изделий. . . . . 251

Литье с подачей в расплав под высоким давлением газа или воды с целью образования большого пространства внутри отливки и исключения поверхностных дефектов из-за усадки при охлаждении. Основные преимущества процесса. Технологии *gasmelt* и *watermelt* (*ENGEL*), где в качестве сжимающей внутренней среды соответственно используются газ (азот) и вода. Флюидные технологии фирмы *BATTENFELD: AIRMOULD* (создание внутреннего газового давления) и *AIRMOULD CONTOUR* (создание внешнего газового давления), *AQUAMOULD* (создание внутреннего давления с использованием воды). Сопло литьевой машины и встроенные в форму инжекторы для подачи флюидной среды: газа или воды. Методы флюидной технологии в зависимости от геометрии детали, свойств полимера и требований к изделию. Стандартный метод частичного заполнения гнезда формы и выдува расплава. Метод вытеснения расплава или переполнения полости (для получения изделий с высоким качеством поверхности). Метод обратного выдавливания расплава. Метод локальной подачи газа или воды при литье изделий с локальными значительными утолщениями стенок. Примеры изделий, полученных при применении всех методов флюидной технологии. Объединение водоинжекционной и двухкомпонентной технологии в комбинированный процесс по изготовлению двухкомпонентных труб с высокопрочным (усиленными стеклянными волокнами) внешним слоем и внутренней облицовкой из ненаполненного полимера. Получение двухкомпонентных изделий на литьевых машинах с двумя узлами впрыска, оборудованными модульными системами внутреннего газового давления *ENGEL gasmelt* и *BATTENFELD: AIRMOULD*. Система внешнего газового давления *BATTENFELD AIRMOULD CONTOUR*, используемая при литье тонкостенных изделий с ребрами для устранения утяжин напротив ребристой поверхности. Модульная система, используемая для технологий *AIRMOULD* и *AIRMOULD CONTOUR*. Пример технического обеспечения водоинжекционного литья полых изделий по технологии *watermelt* (*ENGEL*): гидравлический регулятор давления для подачи воды с регулируемым расходом и давлением. Устройство встраивается как дополнительный модуль в литьевую машину.

## 10. Развитие производства полимерной выдувной тары от экструзионно-выдувного формования до литья с раздувом. . . . . 275

Экструзионно-выдувное формование тары из ПЭВП, ПП и ПВХ. Достоинства и недостатки этой технологии. Двухступенчатый процесс выдува тары из ПЭТ. Преимущества этого метода. Проведение двухступенчатого процесса в двух отдельных агрегатах (двухстадийный выдув) и в одном агрегате (моноблоке). Принцип работы первого моноблока *ASB-150* (*Nissei Plastic Industrial*). Литьевые машины со специальным оборудованием и специальные выдувные машины для осуществления двухстадийного выдува в двух отдельных агрегатах. Литьевая машина серии *Sintesi* (*BM Biragi*) с 32-гнездной горячеканальной литьевой формой с запорными иглами для литья преформ. В производственную ячейку для высокопроизводительного производства преформ, кроме литьевой машины с установленной на ней

формой, входят робот снятия/охлаждения преформ и многоэтапная станция конечного охлаждения. Возрождение в последние годы экструзионно-выдувного формования тары на предприятиях, которым выгодно развивать производство собственной дешевой тары для своей продукции: соков, косметики, хозяйственных средств и т. д. Агрегаты экструзионно-выдувного формования с двумя или тремя экструдерами, которые одновременно подают расплавленные полимеры в специальную трубную головку для получения многослойной трубной заготовки, а затем и тары. Метод совмещения процессов литья преформ и последующего их раздува в одной литевой форме, в основе которого лежит ротационный стол для переноса преформ из зоны литья в зону раздува. История развития этого комбинированного метода. Его вариант: метод *Inject2Blow*, разработанный двумя фирмами *ENGEL* и *Cantoni*. Техническое оборудование процесса: бесколонная литевая машина серии *Victory* со стандартным вращающимся в вертикальной плоскости столом, на котором установлена 2+2-гнездная горячеканальная форма для литья с раздувом широкогорлых полимерных баночек для косметических, фармацевтических, хозяйственных и других продуктов. Этажная горячеканальная литевая форма системы *Z.TIM CUBE (Zahoransky)*, имеющая до 48 оформляющих гнезд для производства небольших выдувных емкостей.

#### 11. Литье порошковых смесей *PIM*. Возможности и особенности многостадийного процесса изготовления изделий из металла и керамики . . . . . 291

Преимущества технологии *PIM (Powder Injection Moulding)*. Деление *PIM* на две технологии: металлическое литье под давлением — *MIM (Metal Injection Moulding)* и керамическое литье под давлением — *CIM (Ceramic Injection Moulding)*. Исходное сырье и приготовление гранулированной смеси (*Feedstock*) для переработки на стандартном литевом оборудовании. Полностью электрические ТПА (*Wittman-Battenfeld*) и режимы литья, отвечающие всем требованиям технологии *PIM*. Особенности литевой оснастки для *PIM*. Стадии процесса получения изделия по технологии *PIM*: 1-я стадия — литье «зеленых» изделий; 2-я стадия — удаление связующего из отливки (получение «коричневых» изделий при *MIM* и «белых» изделий при *CIM*); 3-я стадия — спекание в печах для обжига. Примеры изделий, полученных по технологии *PIM*, обладающих особыми свойствами (высокой прочностью, высочайшей точностью конфигурации и размеров и т. д.). Горячеканальные системы *Günther* для литевых форм, используемых в технологии *PIM*. Сопла и коллекторы горячеканальной системы *Günther* с каналами для обогревающей жидкости (вода или масло). Преимущества горячеканального литья *PIM*. Многокомпонентное литье *PIM*.

#### 12. Гибридные литевые детали — инновационные комбинации материалов и технологий для получения прорывных достижений использования литевых изделий в различных областях науки и техники . . . . . 303

Большой потенциал применения гибридных изделий типа полимер/металл или изделий, в которых осуществляется сочетание полимерных материалов и тканых материалов из стеклянных или углеродистых волокон. Примеры таких изделий, полученных на литевом оборудовании фирмы *ENGEL* с помощью различных периферийных устройств той же фирмы. Примеры многокомпонентных изделий, получение которых сочетает ряд технологий, например, заливку металлических частей на вертикальных литевых машинах *ENGEL insert*, многокомпонентную технологию *ENGEL combimelt* в сочетании с машиной серии *elast* для литья резины при встраивании уплотнителей в комбинированную деталь. Примеры получения комбинированных изделий, состоящих из текстильных структур и конструктивных несущих частей из полимеров (технология *ENGEL tecomelt*). Высокоэффективная гибридная установка, осуществляющая тесную комбинацию технологий штамповки и литья под давлением в единой системе машин, разработанная компанией *MMS (Modular Molding Systems GmbH)*. Модульный принцип построения установки, предусматривающий гибкую комбинацию модулей, с помощью которых штампованные из ленточных полуфабрикатов металлические заготовки могут подвергаться дополнительным методам обработки: гибке, сварке, склеиванию и заливке полимером как на подложку. Наличие у каждого модуля собственного привода с серводвигателем, обеспечивающее несинхронную работу отдельных обрабатываемых модулей. Два исполнения гибридной модульной установки: 1 — модель *HYBRITEC* с числом модулей не более 3; 2 — модель *MULTI-LINE* с числом модулей не более 12. Особенности конструкции вертикального модуля литья. Сбалансированные ГКС возможных литевых форм модулей литья, имеющие от 4 до 48 сопел с игольчатыми запирающими клапанами (разработка компании *Mold Masters*).



**13. Производство длинномерных полимерных изделий на литьевых машинах.  
Технология *EXJECTION* — комбинация литья под давлением и экструзии . . . . . 325**

Проблемы и ограничения при литье длинномерных пластмассовых изделий на обычных горизонтальных литьевых машинах. Ограниченное соотношение длины пути течения расплава в оформляющем гнезде к толщине стенки детали — главная проблема этого литья. Литьевая форма на длинномерное изделие «Плафон» из поликарбоната. Конструктивные решения в этой форме, обеспечившие получение качественного длинномерного изделия. Инновационный комбинированный метод формования *EXJECTION* (австрийские фирмы *Hibrid Composite Products GmbH* и *Ingenierbüro Steiner*), совмещающий экструзию и литье под давлением при производстве длинномерных тонкостенных профильных изделий. Модернизированная электрическая литьевая машина 550 кН *e-motion ENGEL*, на которой осуществлен процесс *EXJECTION*. Главная конструктивная особенность литьевой формы для литья длинномерных тонкостенных профилей — специальная оформляющая вставка, способная перемещаться в направлении, перпендикулярном направлению впрыска литьевой машины. Стадии экструзионного литья. Синхронизация скорости смещения подвижного вставка и объема впрыскиваемого расплава. Преимущества метода *EXJECTION*. Комбинации метода экструзионного литья с различными методами получения комбинированных литьевых изделий: многокомпонентным литьем, литьем на подложку из закладываемой декорирующей пленки и т. д.

**14. Инновационные методы удаления литьевых изделий из формы как важный потенциал повышения производительности и экономичности литьевого процесса . . . . . 335**

Горячеканальная литьевая форма на изделие «Герметизирующая резьбовая крышка» (*HASCO*) с инновационными функциональными системами, в число которых входит система съема изделий со стандартным складывающимся пуансоном *HASCO Z3600*. Описание конструкции и работы складывающегося пуансона *HASCO Z3600*. Сравнительный анализ двух одногнездных горячеканальных форм на аналогичные резьбовые крышки с контрольным кольцом (компания *Akson sp. zo.o.*), в одной из которых для снятия изделий использовался складывающийся пуансон *HASCO Z3600*, а в другой вывинчивающий механизм. Унифицированный складывающийся пуансон *DME Multiform*. Конструкция и принцип работы этого узла съема изделий. Варианты установки *DME Multiform*. Предварительный расчет внутренних выточек изделия, снимаемого с помощью *DME Multiform*. Шесть вариантов складывающихся пуансонов компании *Wiedemann GmbH*. Примеры изделий, формуемых с помощью всех вариантов складывающихся пуансонов (*Wiedemann*). Унифицированный узел съема изделий *Quick Strip (DME)*, конструкция узла и этапы его работы. Варианты узлов *Quick Strip (DME)*. Преимущества системы съема *Quick Strip (DME)*. 32-гнездная горячеканальная литьевая форма на изделие «Пробка» со встроенной модифицированной системой *Quick Strip*. Объединенный модифицированный съемный узел системы *Quick Strip*, преимущества его использования при рядом расположении оформляющих полостей в многогнездной горячеканальной литьевой форме.

**15. Литье с помещением этикеток в форму перед впрыском расплава полимера (IML).  
Особенности и преимущества различных систем этикетирования литьевых изделий.  
Цифровая декоративная печать (GMC). Монтаж RFID-этикеток литьем  
под давлением (ENGEL, IFW) . . . . . 371**

Основные положения технологии *IML (In Mold Labeling)*. Многообразие этикеток по форме, размерам, материалу и другим отличиям. Две системы *IML*, предлагаемые голландской фирмой *Van den Brink*: механическая система *IML* и универсальная роботизированная система *IML*. Описание составляющих элементов, принципа работы и возможностей каждой из этих систем. Боковой робот (*Van den Brink*) для универсальной роботизированной системы *IML*. Компания «Техновосток» — российский разработчик систем *IML* на базе тайваньского универсального серворобота *APEX*. Литьевые машины, предпочитаемые для изготовления упаковки с декорированием (например, бесколонные литьевые машины *ENGEL* для больших изделий, колено-рычажные машины для небольших изделий и т. д.). Система цифрового теплового переноса (*HDT, Heat Digital Transfer*) фирмы *GMC* (Италия), состоящая из электрографического принтера *Digitron* и машины *Apphitron* для переноса рисунков на емкости. Особенности этой системы. Большое разнообразие моделей устройств нанесения цифровых

рисунков с использованием тонера на разные изделия, например, *Applitron 700-960-1000-1200* на пластиковые ведра, *Applitron 800* на картриджи жесткие трубы и т. д. Универсальные модели *Applitron*. Устройства для дополнительных опций системы (например, лакировка рисунков, придание рисункам дополнительного блеска и т. д.). *RFID (Radio Frequency Identification)* — этикетка (транспондер) для бесконтактной автоматической идентификации различных предметов. Метод интегрирования *RFID*-этикеток в литые изделия типа ящиков, дисконтных карт, имплантатов и т. д., разработанный австрийскими компаниями *ENGEL* и *IFW* для защиты транспондеров от повреждений. Стадии процесса интегрирования *RFID*-этикеток в полимерное изделие при их получении методом литья под давлением.

**16. Методы предотвращения загрязнения литых изделий, производимых в условиях «чистой комнаты» . . . . . 391**

Области производства и потребления, использующие стерильные полимерные изделия. Причины высоких темпов развития производства медицинских изделий в «чистой комнате». Индивидуальный подход к проектированию «чистых» производственных участков в зависимости от производимых изделий. Асептические технологические процессы и производственные установки для исключения переносимых с воздухом микроорганизмов, загрязняющих литые изделия (камеры для создания ламинарных потоков, внутренние пространства литых форм, асептические производственные модули и т. д.). Преимущества полностью электрического литового оборудования для медицинского производства, а также для других производств, где требуется максимальная чистота и предельная точность выпускаемых литых изделий. Средства защиты литых изделий от загрязняющих частиц и генерируемого тепла, выделяемых в результате работы быстродействующего литового оборудования в «чистой комнате». Системы рекуперации энергии на электрических машинах *ENGEL*, повышающие уровень энергосбережения и снижающие термическую нагрузку чистого производственного помещения. Полное отсутствие или изоляция смазочных материалов в «чистом» производственном помещении. Сравнительный анализ двух возможных вариантов устройства «чистой комнаты». 1-й вариант: «Литовая машина в чистой комнате» (все процессы происходят в одинаковых санитарных условиях); 2-й вариант: «Чистая комната-спутник» (литовая машина установлена вне «чистой комнаты»). Управление и обслуживание ТПА, смена пресс-формы осуществляются за пределами «чистой комнаты». Горячеканальные системы *HEITEC* и *Günter* как примеры ГКС, предназначенные для литья медицинских изделий в «чистой комнате». Одностадийная технология изготовления полых изделий с фильтрующими вставками медицинского назначения в условиях «чистой комнаты» (компания *ENGEL Austria GmbH* и *Hack Formenbau GmbH*).

**Заключение . . . . . 413**