

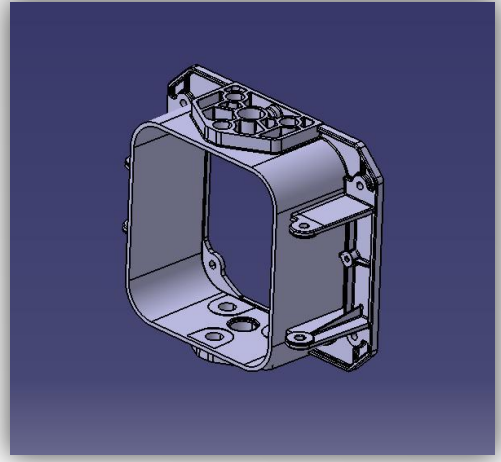
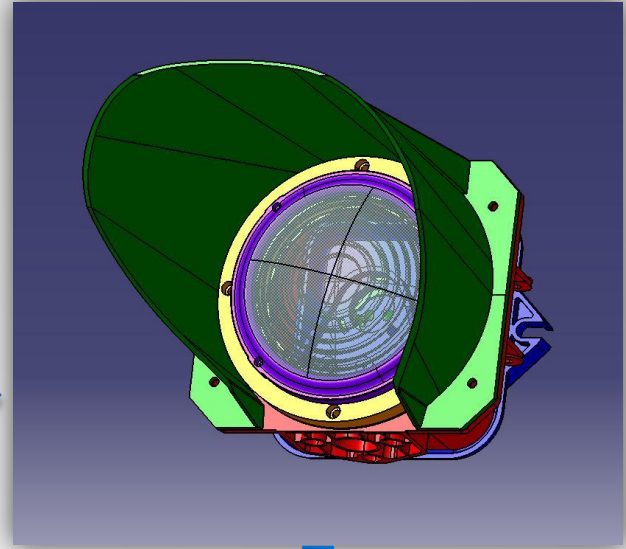


# **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛИТЬЯ ПОЛИМЕРНЫХ ОПТИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

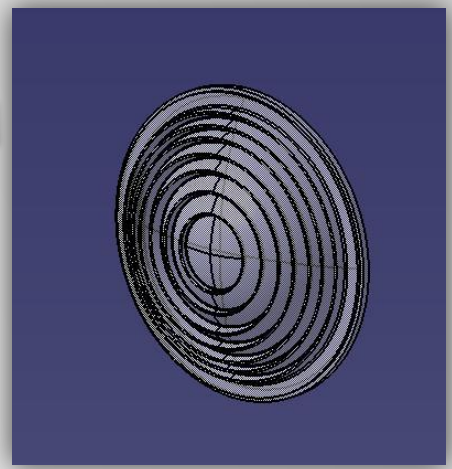
**Восоркин А.С.  
аспирант, НИУ  
ИТМО**

**Санкт-  
Петербург  
2012**

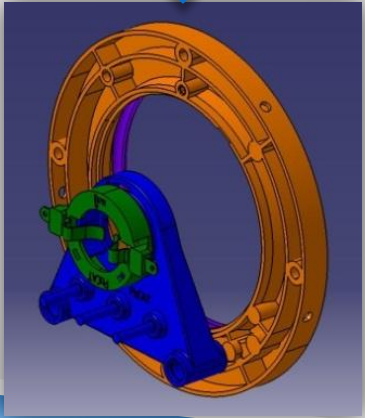
# ПРОЕКТ СВЕТОФОРА ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ



Корпус светофора



Линзы  
оптической  
системы



Корпус  
оптической  
системы

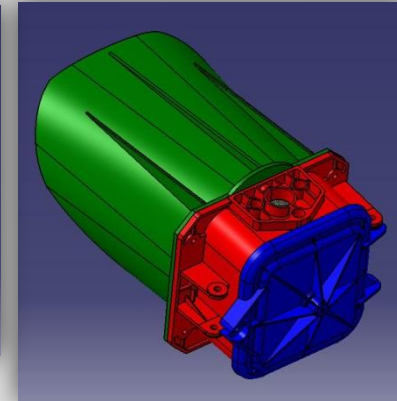
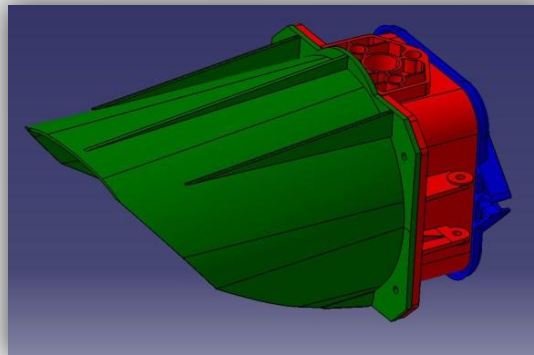
# ПРОЕКТ СВЕТОФОРА ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Задача:** адаптировать конструкцию корпуса светофора, изготавливаемого в настоящее время из алюминия, под полимерный материал.

Требования к изделию остаются прежними: ударная прочность, стойкость к воздействию факторов окружающей среды и пр.

Материалы:

- PA66+GF
- ASA+PC
- PBT+GF
- PC

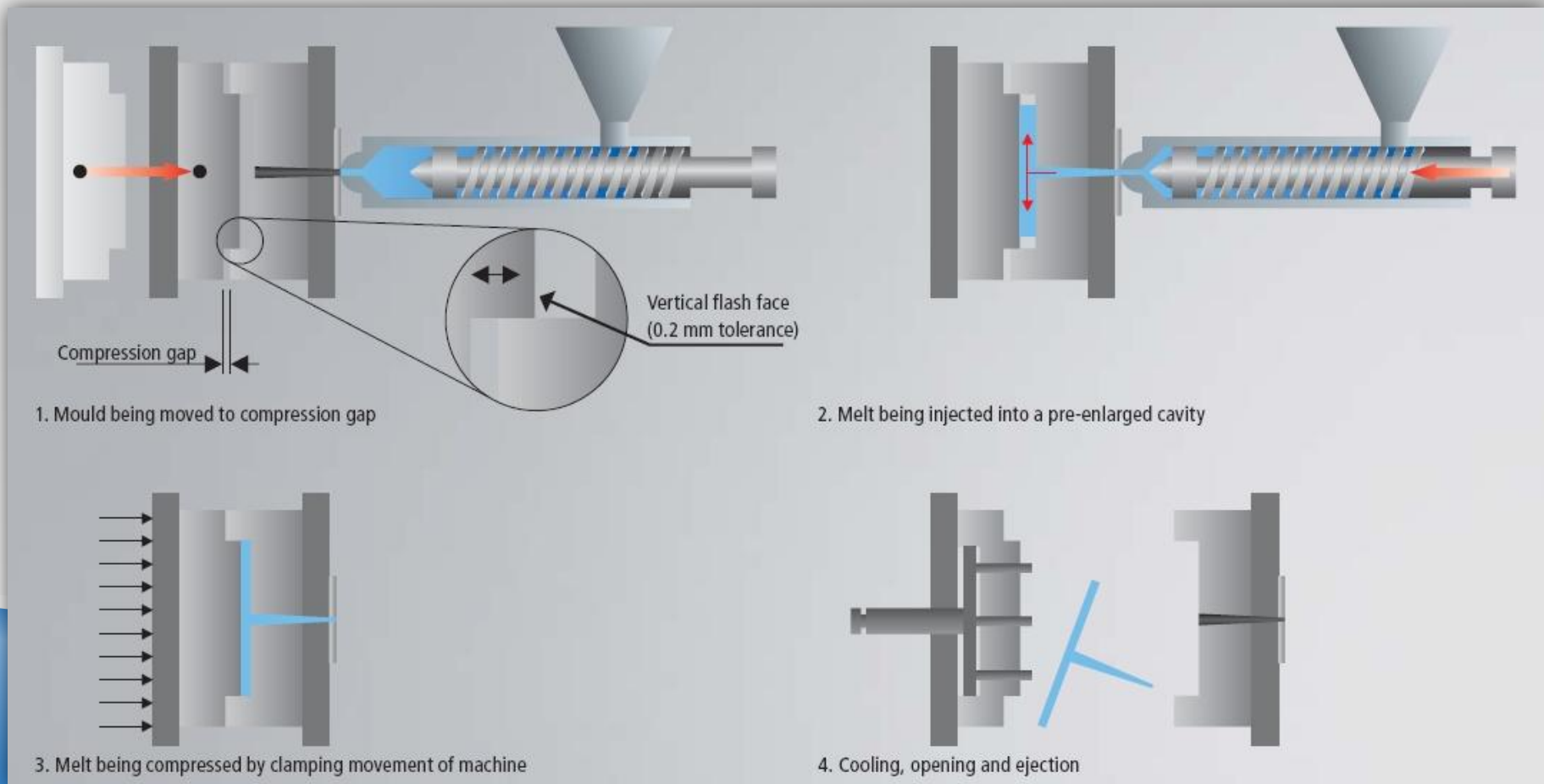


# СОДЕРЖАНИЕ

- > **Литьевое прессование (компрессионное формование)**
- > **Многокомпонентное литье и литье со вставкой**
- > **Двухкомпонентное («сэндвич») литье**
- > **Литье с газом и литье с водой**
- > **Технология MuCell (Microcellular Molding )**
- > **Технология вариотермического литья (технология RHCM/Rapid Heat Cycle Molding)**
- > **«Конформные» системы охлаждения («конформное» охлаждение)**
- > **Применение полимеров, армированных волокнами**

# ЛИТЬЕВОЕ ПРЕССОВАНИЕ

- Другие названия: компрессионное формование, injection compression molding (ICM)
- Основные положения



# ЛИТЬЕВОЕ ПРЕССОВАНИЕ

- **Преимущества и недостатки**

## **Преимущества:**

- > **Более низкое давление впрыска и оно более равномерно распределено**
- > **Лучшая вентиляция в большинстве случаев (благодаря большему зазору)**
- > **Более низкое усилие смыкание**
- > **Усадка: меньше и равномернее**
- > **Коробление: обычно меньше**

## **Недостатки:**

- > **Дополнительное увеличение стоимости машины**
- > **Ограничение по общей и локальной геометрии изделия**

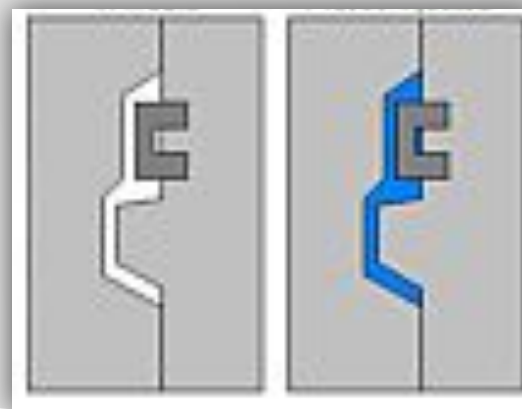
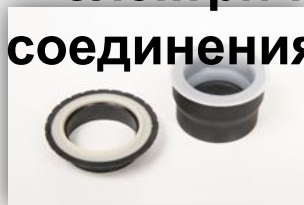
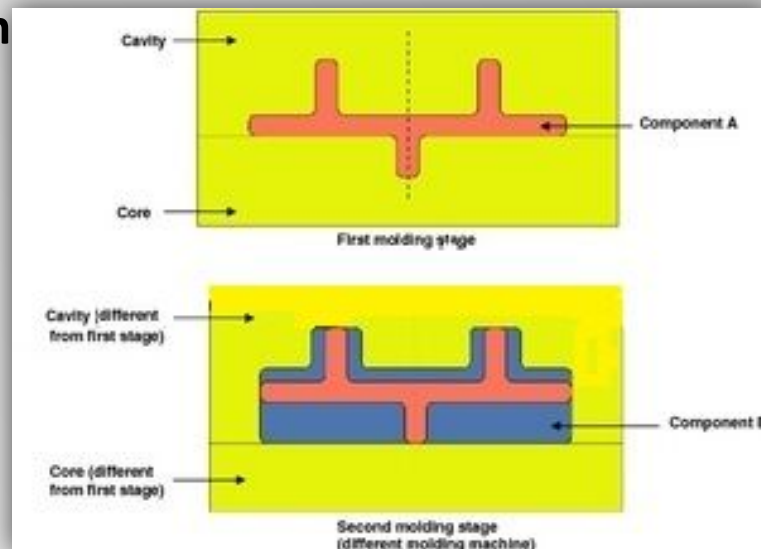
# МНОГОКОМПОНЕНТНОЕ ЛИТЬЕ И ЛИТЬЕ СО ВСТАВКОЙ

- Другие названия: MCM, многослойное литье, overmolding molding, insert molding, multi-shot molding

- Основные положения

В готовом изделии используется несколько материалов:

- > при многокомпонентном литье - пластик и пластик
- > при литье со вставкой - обычно пластик и металл (например, электрические коннекторы, соединения)



# МНОГОКОМПОНЕНТНОЕ ЛИТЬЕ И ЛИТЬЕ СО ВСТАВКОЙ

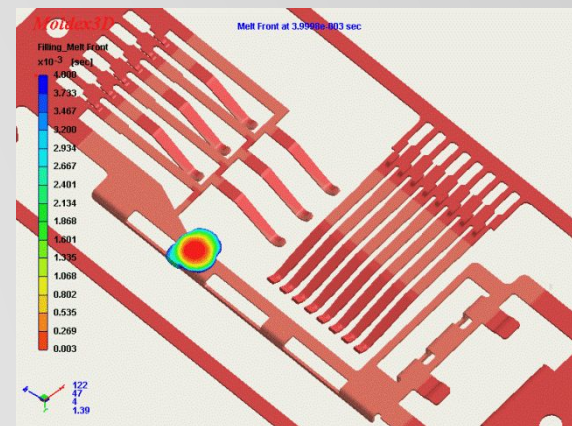
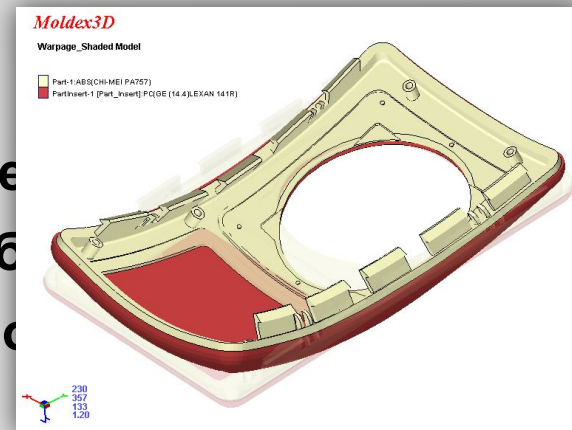
- Преимущества и недостатки

## Преимущества:

- > Большая свобода в отношении дизайна изделия
- > Отсутствие дополнительных сборочных работ
- > Более высокая прочность изделия за счет более прочного основания/вставки
- > Улучшение эстетических качеств
- > Комбинирование характеристик

## Недостатки:

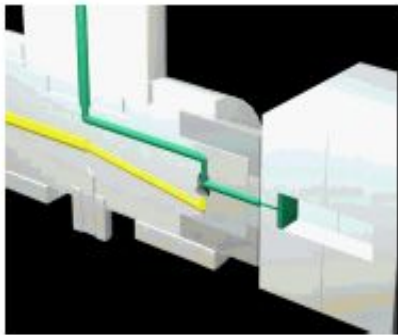
- > Трудности при контроле коробления
- > Дополнительное увеличение стоимости машины и оснастки
- > Адгезии





# ДВУХКОМПОНЕНТНОЕ ЛИТЬЕ

- Другие названия: «сэндвич» литье, co-injection molding (CoIM)
- Основные положения



В готовом изделии используется два материала: базовый и поверхностный.

Базовый материал находится между слоями поверхностного.



Plastic Gate



1. Впрыск поверхностного материала.  
Впрыск поверхностного материала с контролируемым недоливом.



Core material

2. Впрыск базового материала/заполнение.

Базовый материал проникает в поверхностный и достигает фронта расплава.



3. Впрыск базового материала/выдержка.

Лавание базового материала

# ДВУХКОМПОНЕНТНОЕ ЛИТЬЕ

- Преимущества и недостатки

## Преимущества:

- > Более низкая стоимость изделий
- > Улучшение эстетических качеств
- > Возможность комбинирования характеристик

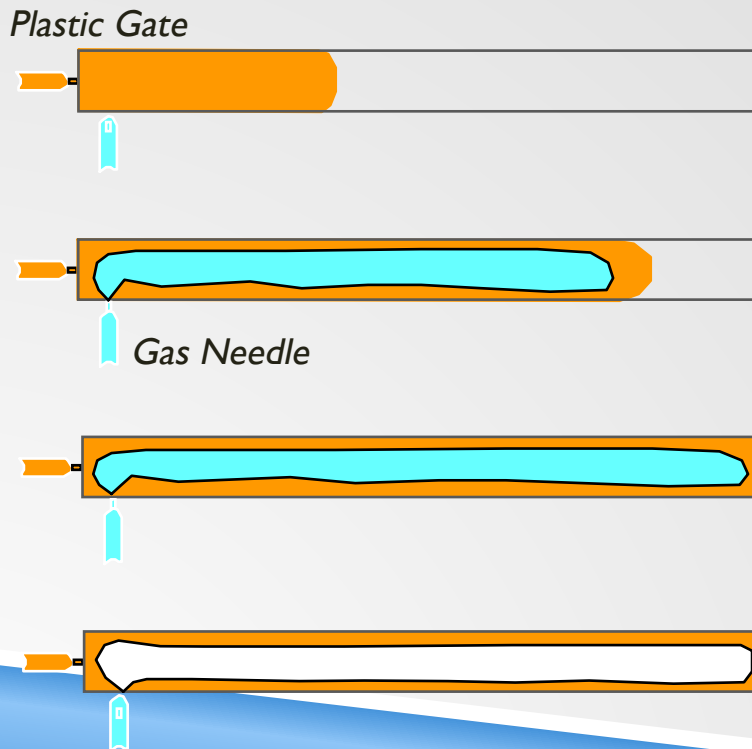


## Недостатки:

- > Необходимо обеспечить достаточного проникновения базового материала и предотвратить его выход на поверхность
- > Более высокая стоимость оборудования
- > Различное коробление базового и поверхностного материалов

# ЛИТЬЕ С ГАЗОМ И ЛИТЬЕ С ВОДОЙ

- Другие названия: gas-assisted injection molding (GAIM), water-assisted injection molding (WAIM)
- Основные положения



- Крупногабаритные изделия, корпусные детали, а также детали, которые можно сделать полыми
1. Впрыск внутри.  
Впрыск материала с контролируемым недоливом
  2. Впрыск газа/заполнение.  
Газ проникает в поверхностный материал и достигает фронта расплава
  3. Впрыск газа/выдержка.  
Давление газа сохраняется для обеспечения выдержки.
  4. Прекращение подачи газа.  
Давление газа отключается и образуется полость.

# ЛИТЬЕ С ГАЗОМ И ЛИТЬЕ С ВОДОЙ

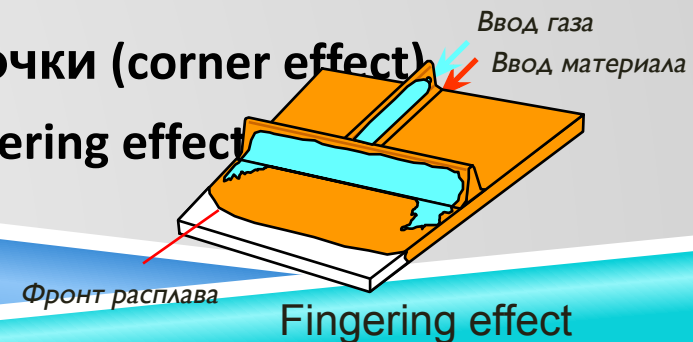
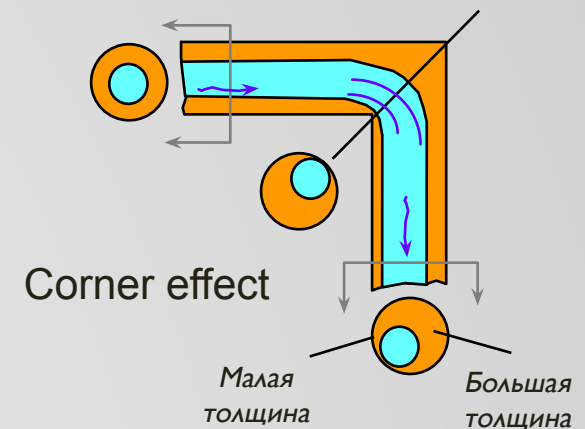
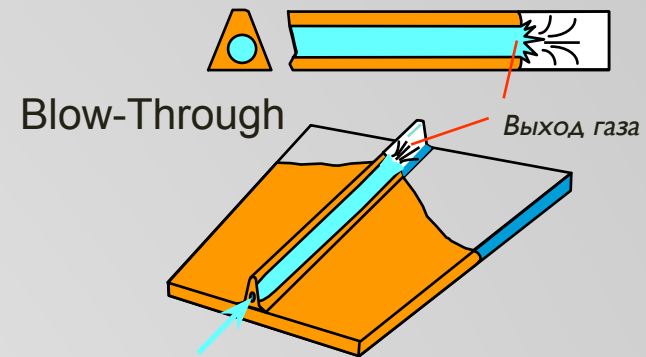
- Преимущества и недостатки

## Преимущества:

- > Низкая масса изделия
- > Малое время охлаждения
- > Низкий расход материала
- > Равномерное распределение давления
- > Меньшее давление впрыска
- > Лучшее коробление и
- > Меньше утяжин

## Недостатки:

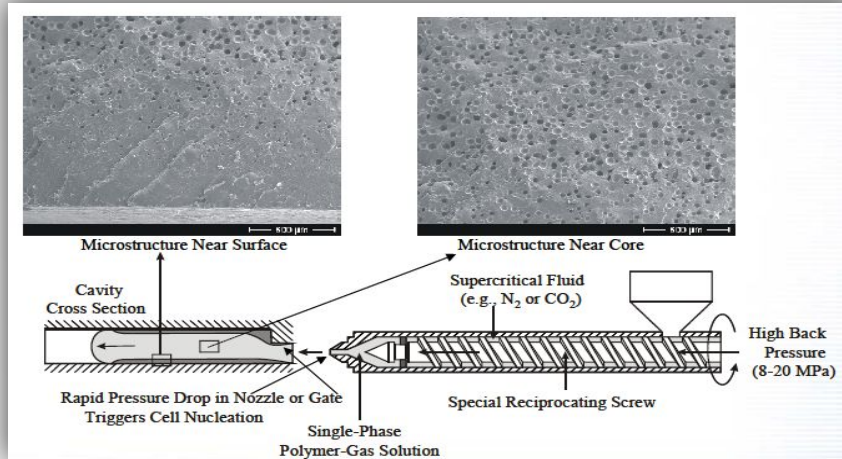
- > Выход газа насквозь (blow-through)
- > Трудно контролировать толщину оболочки (corner effect)
- > Нежелательно проникновение газа (fingering effect)
- > Высокая стоимость оборудования



# ТЕХНОЛОГИЯ MUCELL

- Другие названия: microcellular injection molding

- Основные положения



Сверхкритическая жидкость (N<sub>2</sub> или CO<sub>2</sub>)

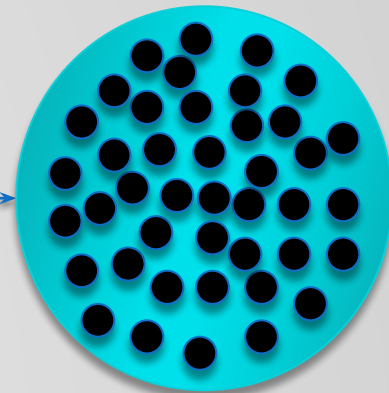
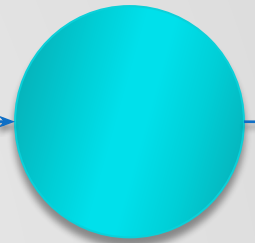
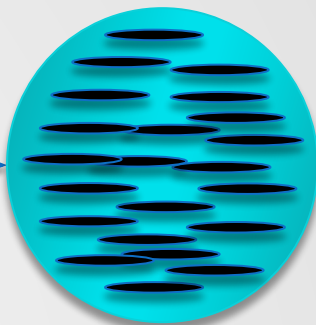
введение

смешивание/диффузия

диффузия

Термодинамическая неустойчивость

Полимер



Два материала

Двухфазная смесь

Двухфазная смесь

Однофазная смесь

Микропористая пена

# ТЕХНОЛОГИЯ MUCELL

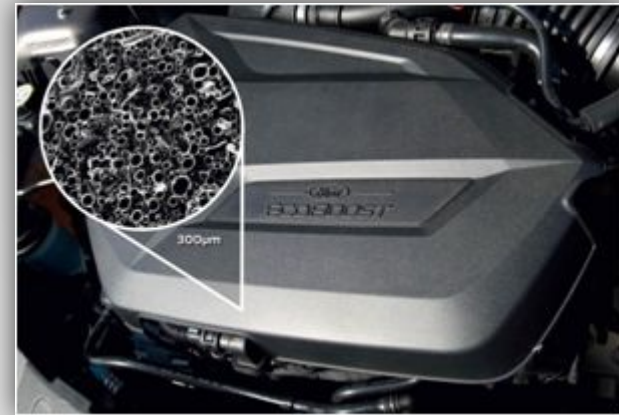
- **Преимущества и недостатки**

**Преимущества:**

- > **Низкий расход материала**
- > **Низкое давление впрыска**
- > **Меньшее время цикла**
- > **Лучшая размерная стабильность (меньше коробление и утяжины)**
- > **Большая прочность изделия в сравнении с традиционными методами вспенивания**
- > **Лучший контроль размера пор/пустот**
- > **Более высокий уровень безопасности по сравнению с химическим вспениванием**

**Недостатки:**

- > **Стоимость оборудования**
- > **Несовершенство поверхности**
- > **Низкая прочность в сравнении с литьем под давлением**



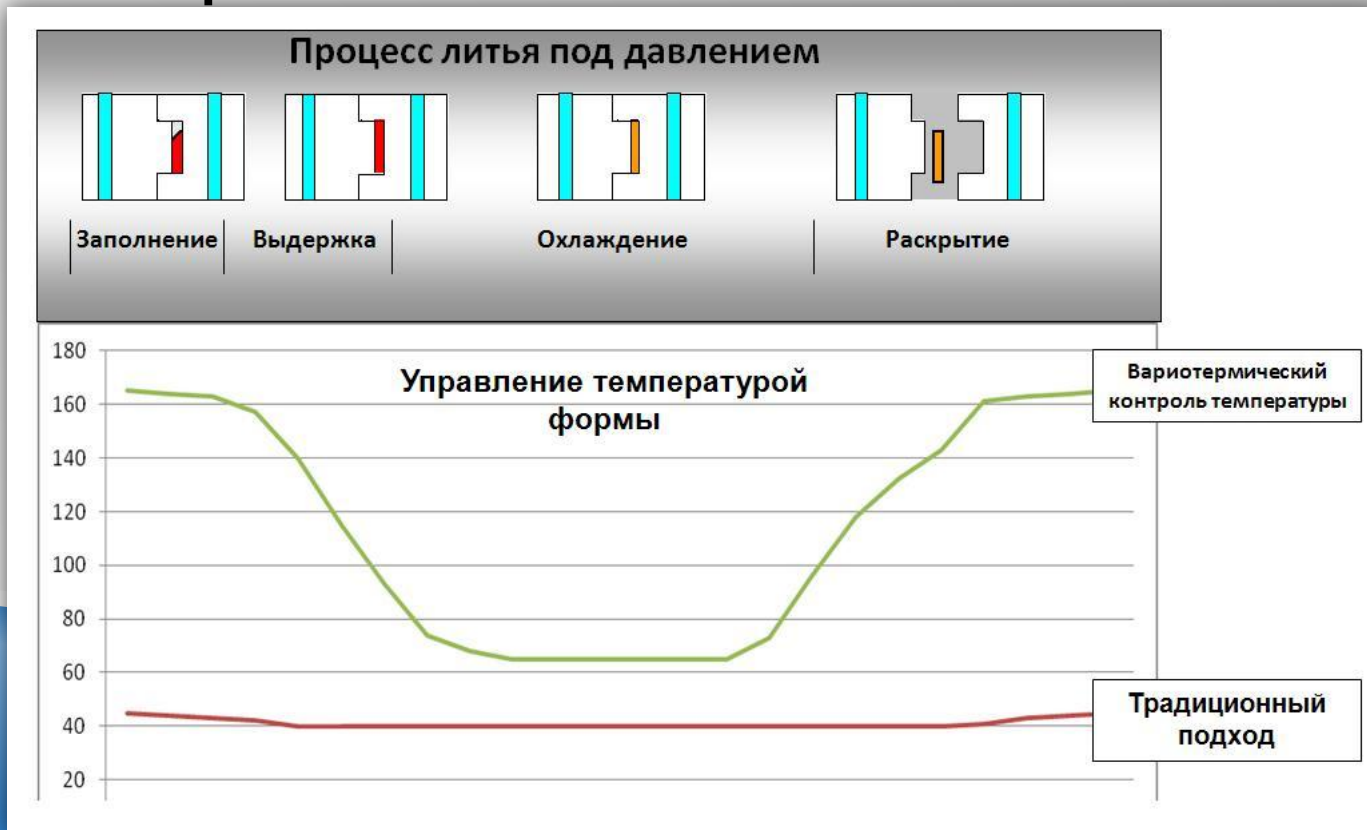
# ТЕХНОЛОГИЯ

## ВАРИОТЕРМИЧЕСКОГО ЛИТЬЯ

- Другие названия: технология вариотермического контроля температуры пресс-формы, variotherm, variotherm injection molding, rapid heat cycle molding (RHCM)

- Основные положения

В системе, называемой вариотермической, температура формы регулируется в процессе цикла литья.



# ТЕХНОЛОГИЯ ВАРИОТЕРМИЧЕСКОГО ЛИТЬЯ

- Преимущества и недостатки

## Преимущества:

- > Более низкое давление впрыска
- > Меньшее время заполнения
- > Лучшее уплотнение
- > Устранение линий спая
- > Лучшее качество поверхности
- > Меньшее коробление

## Недостатки:

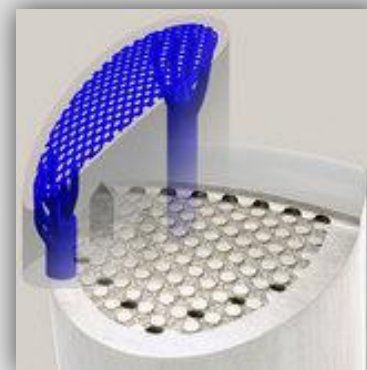
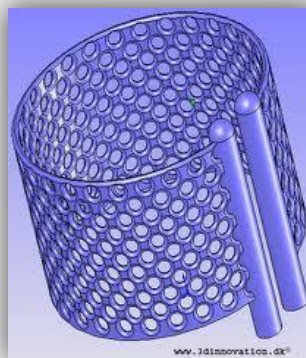
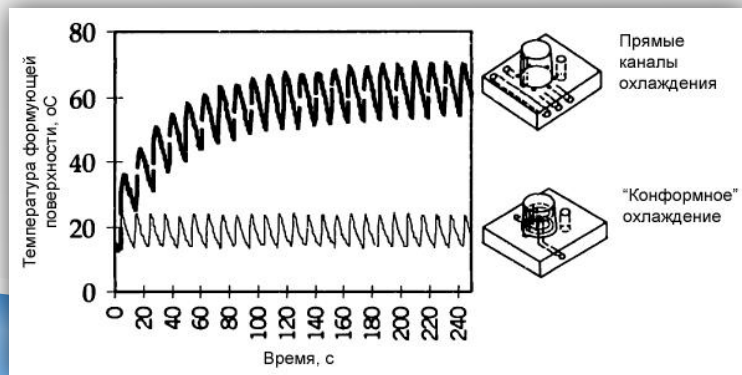
- > Большие энергозатраты
- > Дополнительные затраты на оборудование
- > Дополнительный тепловой удар для формы
- > Трудность при регулировании температуры



# «КОНФОРМНОЕ» ОХЛАЖДЕНИЕ

- Другие названия: «конформная» система охлаждения, conformal cooling
- Основные положения

«Конформная» система охлаждения - система, в которой конфигурация каналов охлаждения следует контуру поверхности оформляющей полости или отклоняется от этого контура в местах, где толщина стенки детали уменьшается/увеличивается, для оптимального управления температурой.

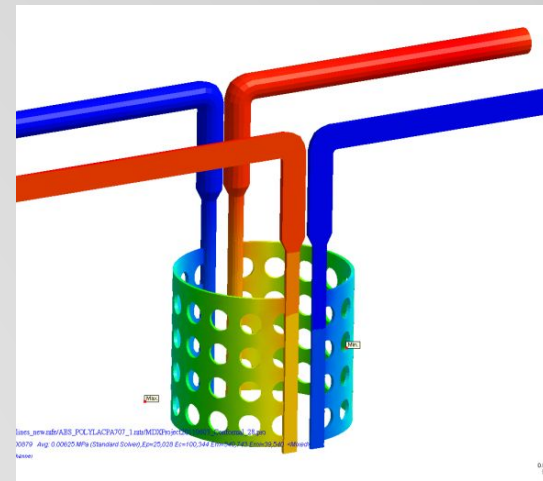


# «КОНФОРМНОЕ» ОХЛАЖДЕНИЕ

- Преимущества и недостатки

## Преимущества:

- > Быстрое охлаждение
- > Равномерное охлаждение
- > Лучшее качество поверхности
- > Лучшее коробление



## Недостатки:

- > Проработка конфигурации с точки зрения «мертвых» зон
- > Высокая стоимость формы
- > Уменьшение прочности формы
- > Трудности ремонта в случае нарушения целостности каналов и их блокирования

# ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРОВ, АРМИРОВАННЫХ ВОЛОКНАМИ

Полимеры, армированные волокном (fiber reinforced polymer, FRP) – композиционные материалы получаемые путем армирования волокнами полимерной матрицы.

Широко применяются в качестве основного материала для улучшения механических свойств изделия.



# ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРОВ, АРМИРОВАННЫХ ВОЛОКНАМИ



- **Преимущества и недостатки**

## **Преимущества:**

- > **Высокое соотношение прочность/масса (сопоставимо со сталью)**
- > **Высокая плотность**
- > **Высокая стойкость к ползучести**

## **Недостатки:**

- > **Повышенная вязкость**
- > **Слабые линии спая**
- > **Прочность зависит от ориентации волокон**
- > **Более низкое качество поверхности**

**СПАСИБО ЗА  
ВНИМАНИЕ!**