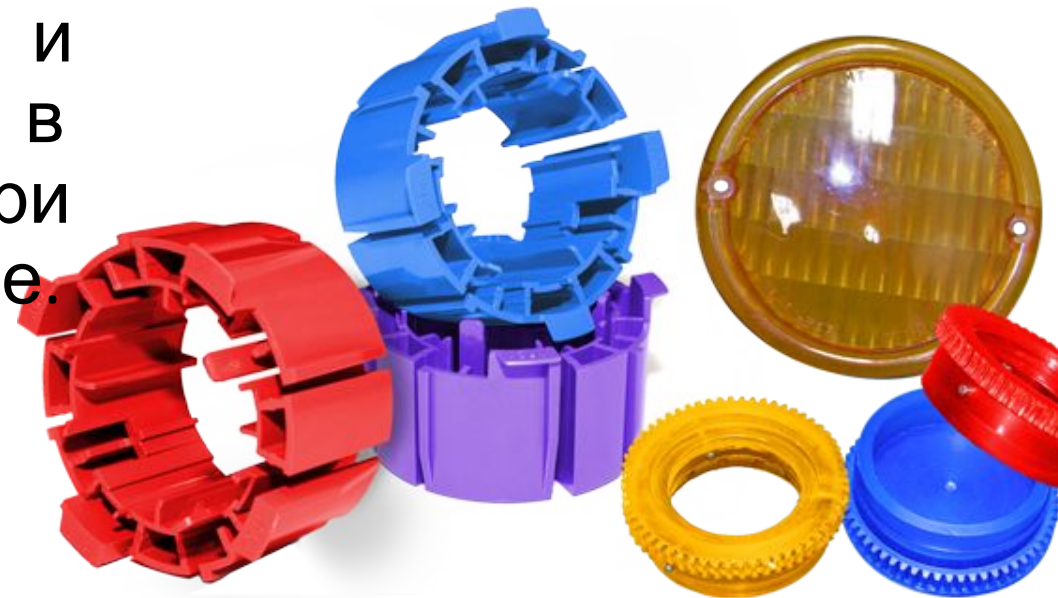


***ТЕХНОЛОГИЯ ЛИТЬЯ
ПЛАСТМАСС ПОД
ДАВЛЕНИЕМ***

Введение

- Самым популярным способом изготовления различных изделий является технология литья пластмасс под давлением. Литьё под давлением является одним из наиболее высокопроизводительных и экономичных процессов литейного производства и находит все большее распространение в различных отраслях промышленности при крупносерийном и массовом производстве.



Применение технологии литья пластмасс под давлением

Из пластмасс изготавливают многие детали машин.

- 1. Корпусные детали — кабины грузовых автомобилей, строительных, дорожных и других машин; несущие корпусные детали — кузова автомобилей, корпуса лодок, шахтных вагонеток, ракет, корпуса машин, соприкасающиеся с агрессивными средами; кожухи, крышки, корпуса переносных машин и приборов — из стеклопластов и других материалов, обладающих малой плотностью при достаточной прочности, антикоррозионностью, хорошей теплоизоляцией, легкостью формования.
- 2. Зубчатые колеса — из текстолита, древеснослоистых пластиков, капрона, капролона, полиформальдегида, фенилона.
- 3. Быстровращающиеся детали (диски и лопатки компрессоров, сепараторы быстроходных подшипников качения) — из стеклопластов, полиамидов, текстолита, волокнита, обладающих малой плотностью и достаточной прочностью.
- 4. Детали, работающие на износ при большой площади номинального контакта в условиях смешанного трения (вкладыши тяжело нагруженных подшипников, накладные направляющие), — из текстолита, древеснослоистых пластиков, капрона, фторопласта-4 и других материалов, обладающих высокой износостойкостью, пониженными требованиями к смазочному материалу.



- 5. Тормозные детали и трущиеся детали фрикционных муфт — из асбофрикционных пластмасс, обладающих повышенной износостойкостью и значительными коэффициентами трения при работе всухую.
- 6. Тела качения фрикционных передач, ременные шкивы — из волокнита, текстолита и специальных фрикционных пластмасс, обладающих повышенным коэффициентом трения при малой плотности.
- 7. Ремни, канаты, тросы — из полиамидов, полипропилена, полиуретанов, лавсана, обладающих высокой прочностью и гибкостью.
- 8. Электроизолирующие детали (панели, траверсы, коллекторы электромашин, корпуса электромашин, изоляция кабелей и проводов) — из гетииакса, текстолита, полиэтилена, винипласта, стеклопластиков.



Преимущества метода литья под давлением:

- высокая производительность за счет нагрева термопласта вне литьевой формы, что позволяет впрыскивать расплав в непрерывно охлаждаемую форму;
- высокая точность размеров и чистота поверхности готовых изделий, которая сводится только к удалению следов литника, так как изделие не имеет заусенцев по плоскости разъема литьевой формы;
- экономичность, достигаемая вследствие небольшого износа литьевых форм и небольших размеров формы;
- возможность изготовления изделий сложной конфигурации, тонкостенных, с арматурой, с длинными оформляющими знаками;
- возможность полной автоматизации процесса изготовления изделия

Недостатки метода литья под давлением:

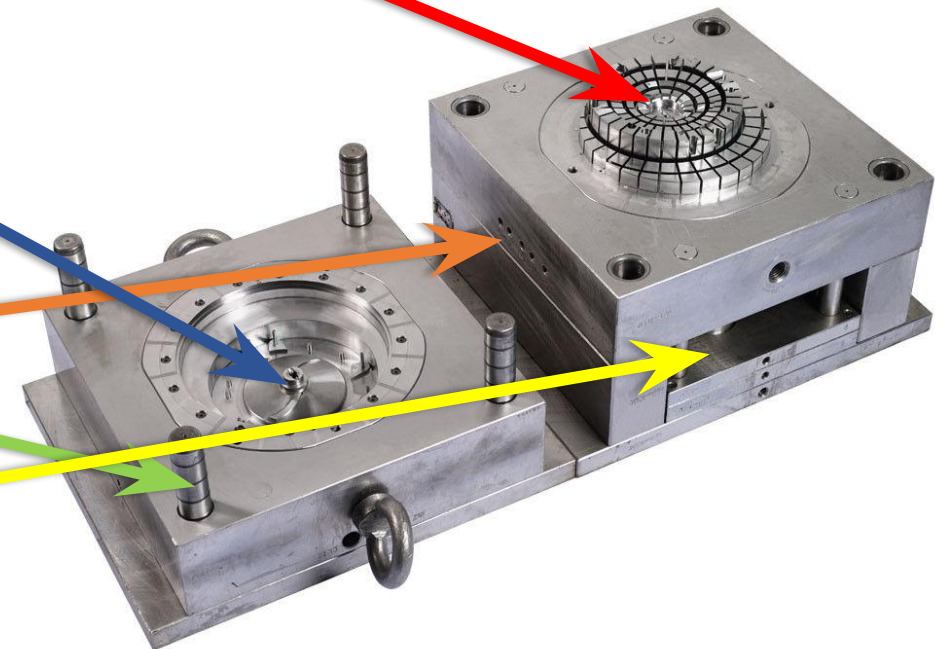
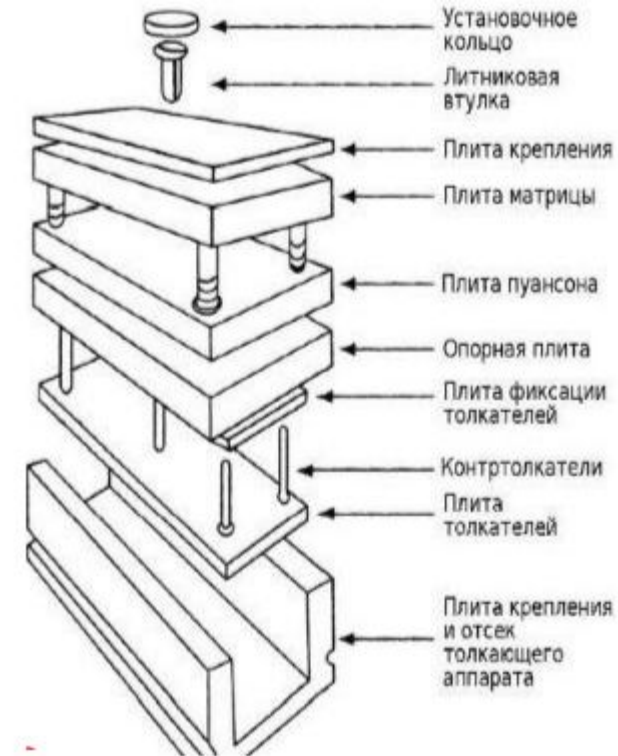
- 1) большие начальные затраты на оборудование, высокая стоимость литьевых пресс-форм;
- 2) сложность в получении изделий с большой разницей в толщине стенок без поверхностных или других дефектов. Рекомендуемая толщина изделия 3...4мм.

Пресс-форма для литья под давлением термoplastов

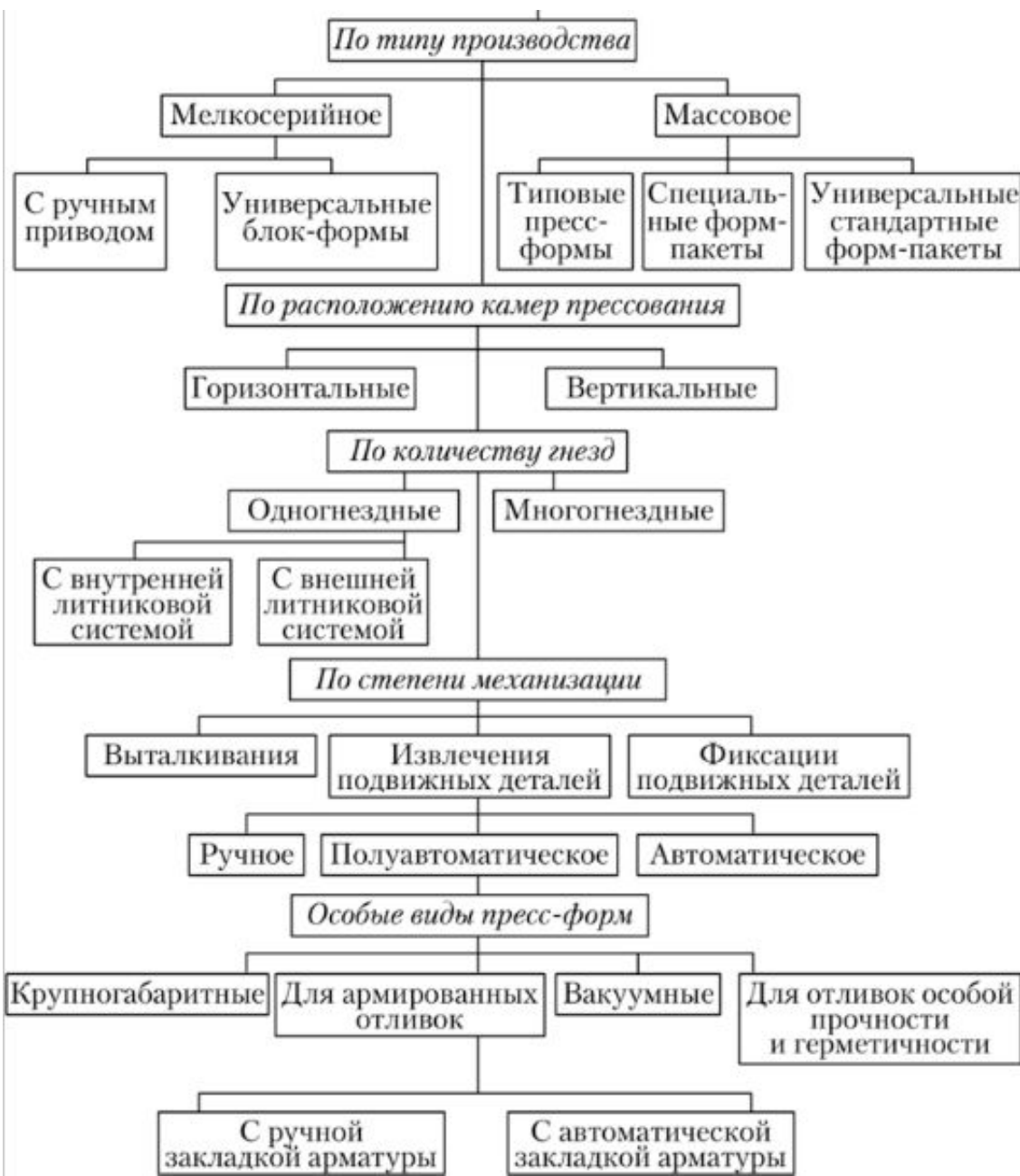
Необходимым инструментом для осуществления процесса литья является литьевая пресс-форма, конструкция и размеры которой определяются конфигурацией изготавливаемого изделия.

Конструкцию литьевой формы можно разделить на следующие основные системы:

- система размещения, установки и крепления литьевых форм (матрица, пуансон);
- система литниковых каналов;
- система вентиляционных (газоотводящих) каналов (не всегда устанавливаются);
- система оформляющих деталей;
- система центрирования;
- система охлаждения и регулирования температуры формы;
- система удаления изделий из формы;



Классификация пресс-форм



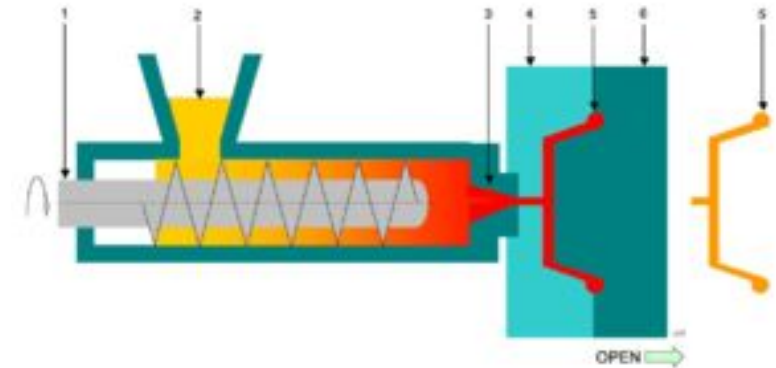
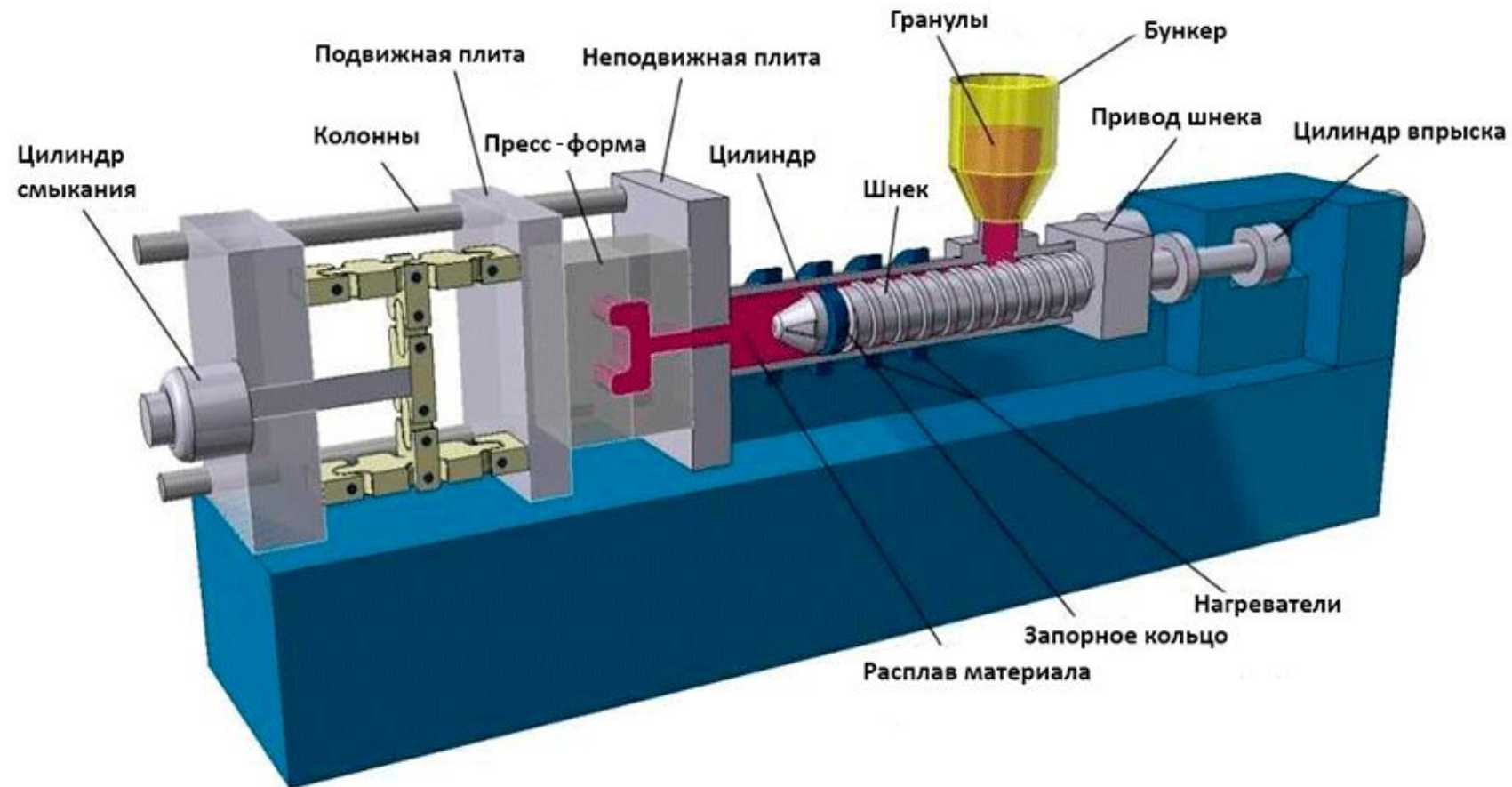
Методы, используемые для литья пластмасс под давлением

Для реализации технологии производства изделий из расплавленных полимеров применяются термопластавтоматы (ТПА), представляющие собой специальные литьевые агрегаты, отличающиеся расположением инжекционных узлов.

Обеспечивается впрыск расплава вертикально вниз или в горизонтальной плоскости. По типу применяемого сырья классифицируют ТПА, обеспечивающие однокомпонентное или многокомпонентное литье пластмасс под давлением, выполняемое разными способами.

- Инжекционный
- Интрузионный
- Инжекционно-прессовый
- Инжекционно-газовый
- Многослойный
- Сэндвич-литье
- Соинжекционный
- Литье в многокомпонентные формы
- Ротационный

Термопластавтомат (ТПА) -инжекционно-литьевая машина, применяемая для изготовления деталей из термопластов методом литья под давлением.



Технологическая схема работы термопластавтомата:

- 1 — шнек
- 2 — дозирующее устройство гранулята
- 3 — сопло
- 4 и 6: — две половины пресс-формы
- 5 — (красным) полость формы с каналами
- 5 — (жёлтым) ГОТОВЫЙ ОТЛИВОК

Поэтанное производство

- Изготавливается прототип, который представляет собой образец производимой детали. С целью ускорения процесса используется современное оборудование (принтеры), выполняющее 3D печать. Изготовленный прототип позволяет оценить, испытать на предельных нагрузках и протестировать готовое изделие. При обнаружении неточностей и дефектов оперативно вносятся изменения в трехмерную модель до получения идеальной детали, соответствующей всем требованиям.
- Проектируются пресс-формы. На данном этапе очень тщательно прорабатываются все тонкости (линии, изгибы, отверстия и пр.) на основании утвержденной 3D модели.
- Изготавливаются формы для заполнения расплавленной массой. С этой целью трехмерная модель разбивается на части. Каждый полученный элемент изготавливается отдельно. На последнем этапе из частей собирается форма.
- Отливка первого экземпляра из пластика. Он тщательно проверяется и тестируется. При обнаружении неточностей дорабатывается литьевая

Процесс формирования изделий предусматривает:

- Расплавление компонентов и подачу расплава в форму.
- Создание давления с целью быстрого заполнения и равномерного распределения полимерной массы по форме.
- Охлаждение наполненного объема до полного затвердевания пластмассы. Время, требующееся для кристаллизации полимера, зависит от многих параметров: типа применяемого пластика, вязкости расплава, температуры в форме и пр. Для негабаритных деталей процесс охлаждения длится на протяжении нескольких секунд.
- Получение готового изделия. После полного остывания форма разъединяется с целью получения детали.

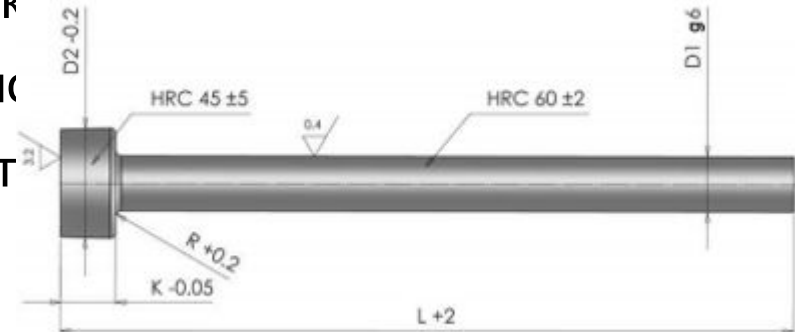
Окончательная стоимость продукции рассчитывается индивидуально для каждого вида и зависит от конструктивной сложности изделия, типа полимерного материала, объема партии продукции и прочих факторов.

Плита толкателей. Толкатели.

• Толкателями в пресс-формах называют подвижные детали в системе выталкивания. Главная их функция – прямое воздействие на готовую и остывшую отливку с целью её удаления из пресс-формы. За один цикл толкатели дважды перемещают по отверстиям в формообразующих деталях – один раз для извлечения готового изделия, второй раз для возвращения их в исходное положение.

• Толкатели должны быть изготовлены из жаростойких материалов с плотностью не менее 36 HRC, а их размеры требуют высокой точности

• Центральные толкатели размещаются по периметру литника и являются обязательным элементом конструкции пресс-формы.

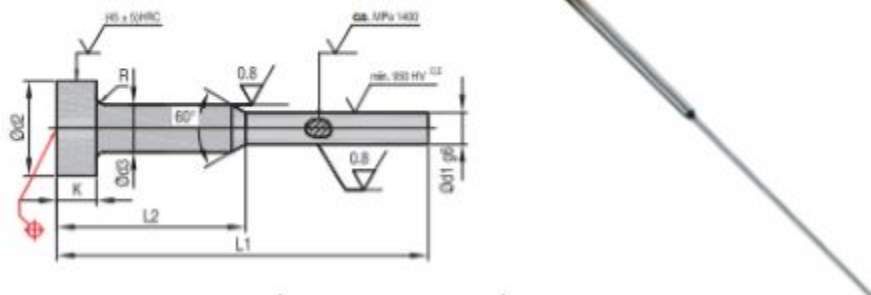


Основные виды толкателей

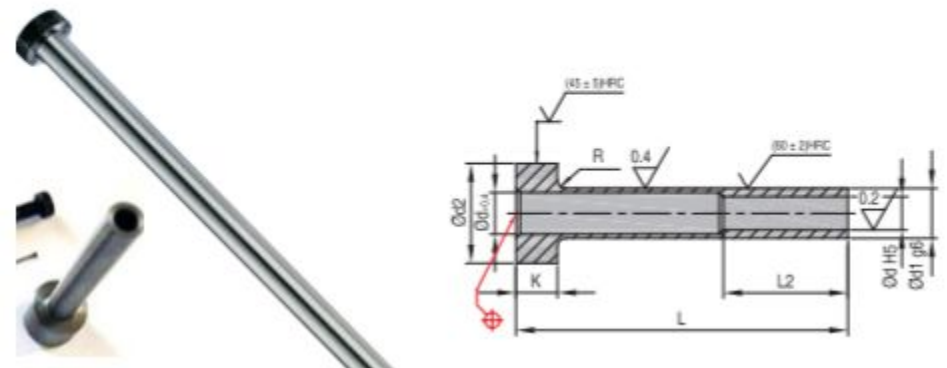
• Цилиндрические штифтовые толкатели по стандарту ISO6751 (DIN1530);



• Ступенчатые цилиндрические толкатели по стандарту ISO8694 (DIN1530);



• Трубчатые (гильзовые) толкатели по стандарту ISO8405 (DIN1530);



• Ступенчатые плоские толкатели по стандарту ISO8693 (DIN1530);

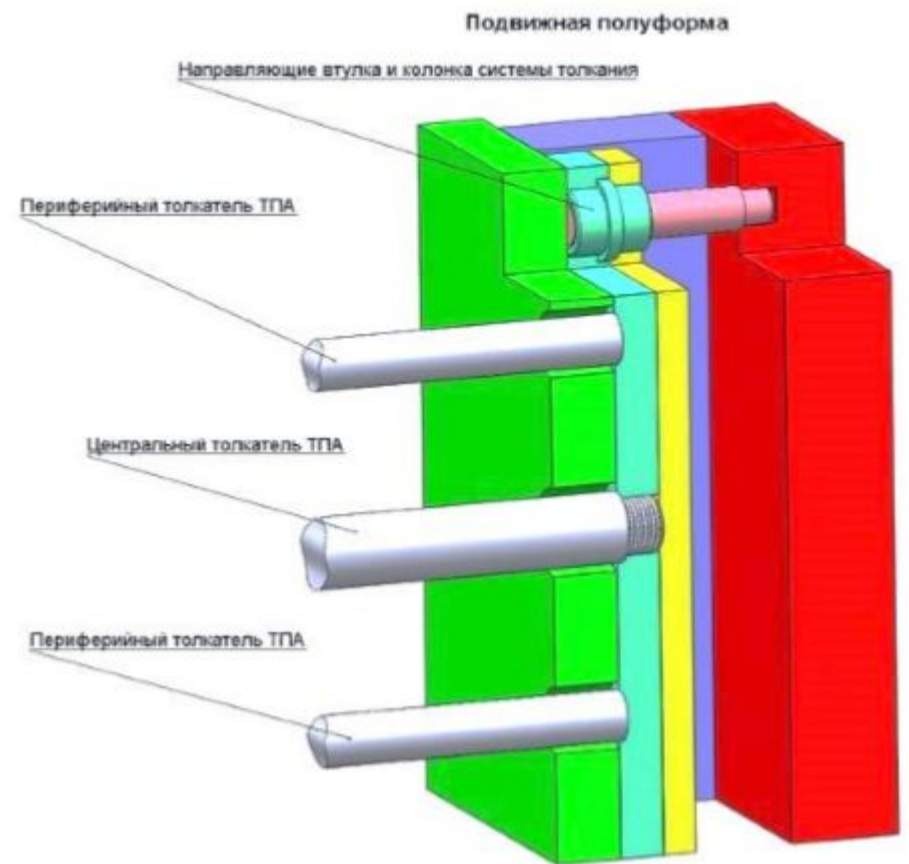
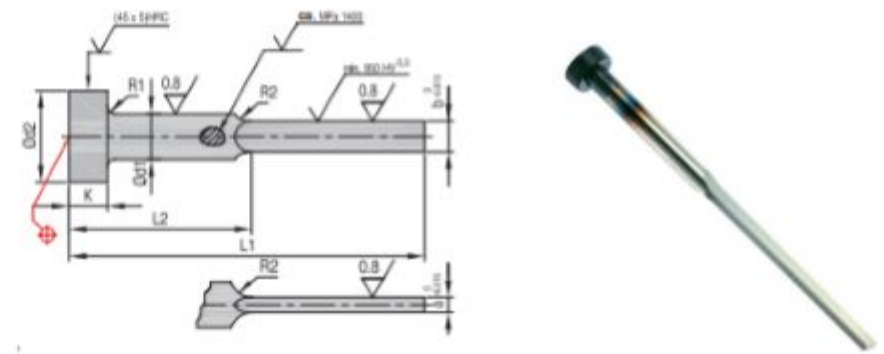
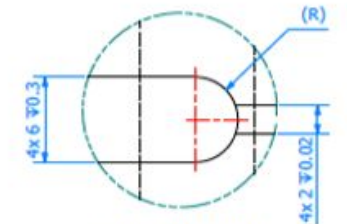
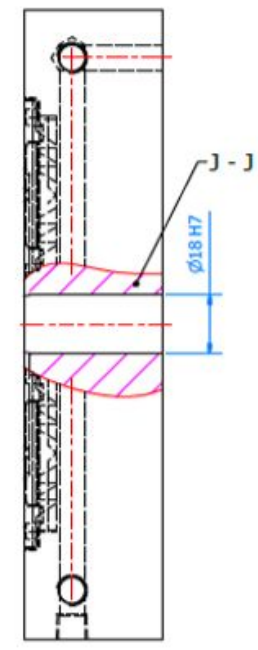
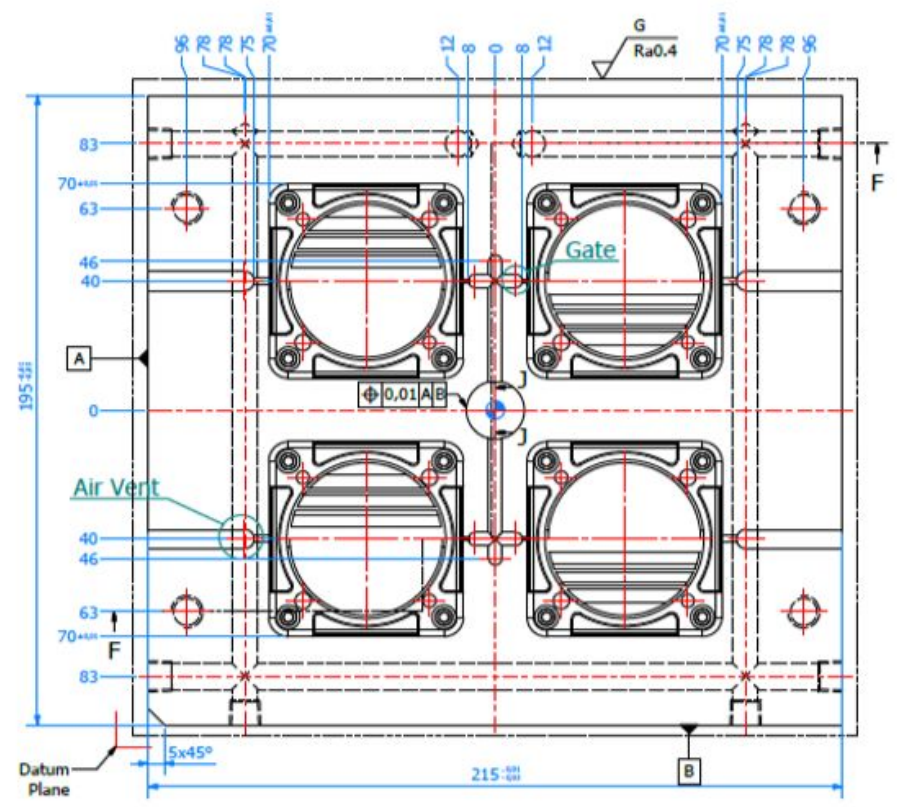
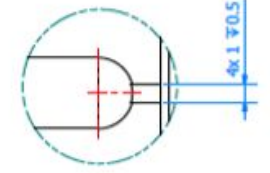


Чертёж матрицы изделия

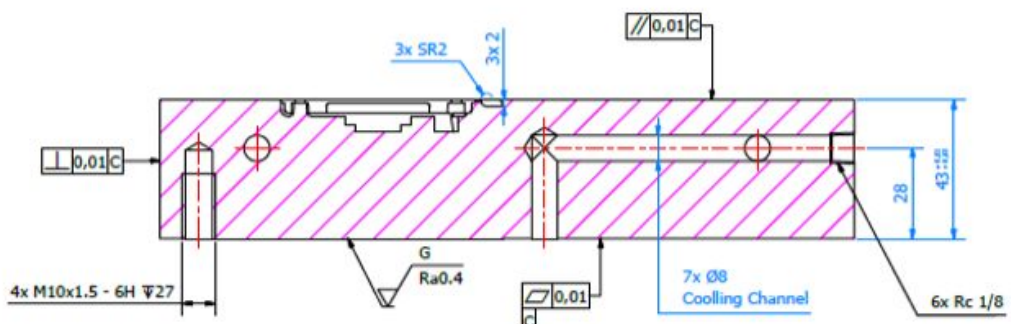
② Insert Cavity $\sqrt{Ra0.4}$ ($\sqrt{Ra0.4}$)



Detail Air Vent Scale (4 : 1)



Detail Gate Scale (5 : 1)



Section F-F

- NOTE-
1. Refer model for missing dimension
 2. Unspecified round/chamfer: R1/1x45°
 3. General round/chamfer: R0.3/0.3x45°
 4. Unless stated tolerance: ISO 2768-1

| ITEM | QTY | PART NUMBER | DESCRIPTION | MATERIAL | COMPANY |
|------|-----|-----------------|-------------|----------|---------|
| 2 | 1 | Insert Cavity_1 | | Generic | |

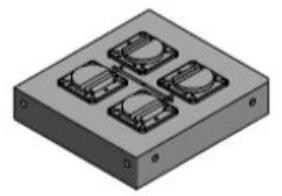
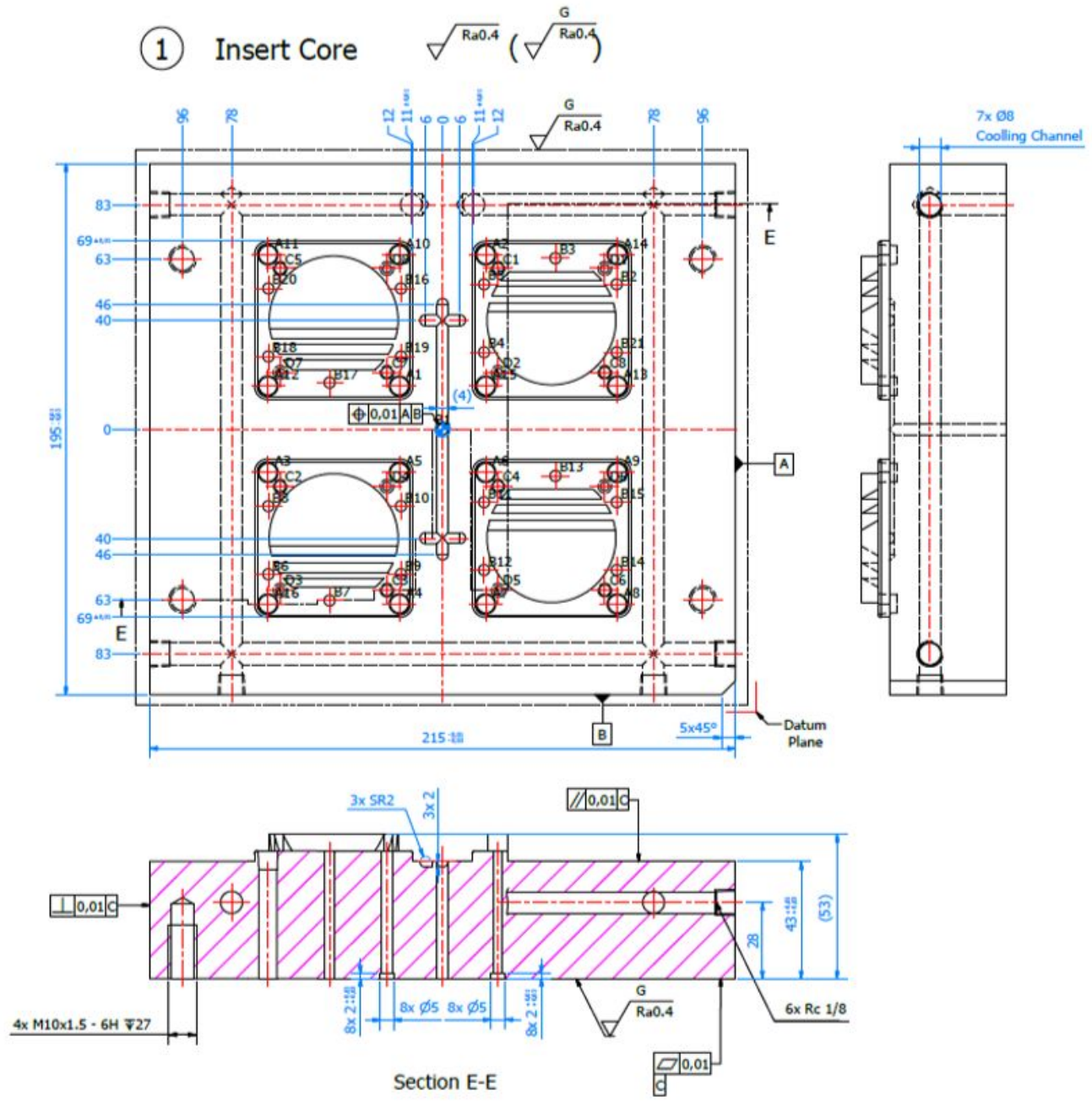
PARTS LIST

Test Project for the 44th WorldSkills Competition in Abu Dhabi, United Arab Emirates 2017. Copyright © 2017 WorldSkills International. All Rights Reserved.

| | | | | |
|-------------------------------|-----------------|-----------|---------------------------|--------------|
| Skat: Plastic Die Engineering | | | Projection A | |
| Scale: NS | Date: 9/22/2010 | Paper: A2 | ISO 2426-2 | |
| Drawn / Design by: Ru | | | Drawing No: Insert Cavity | |
| Description: Mould Design | | | Rev: A | Page: 3 of 7 |

Чертеж пуансона изделия

1 Insert Core



ISO Metric View

-NOTE-

1. Refer model for missing dimension
2. Unspecified round/chamfer: R1/1x45°
3. General round/chamfer: R0.3/0.3x45°
4. Unless stated tolerance: ISO 2768-1

| HOLE TABLE | | | HOLE TABLE | | | |
|------------|--------|--------|-------------|-------------|------------|-------|
| HOLE | XDIM | YDIM | DESCRIPTION | DESCRIPTION | | |
| A1 | -15,88 | 15,88 | Ø4 H7 | Ø7 H7 THRU | | |
| A2 | 15,88 | 64,12 | | | | |
| A3 | -64,12 | -15,88 | | | | |
| A4 | -15,88 | -64,12 | | | | |
| A5 | -15,88 | -15,88 | | | | |
| A6 | 15,88 | -15,88 | | | | |
| A7 | 15,88 | -64,12 | | | | |
| A8 | 64,12 | -64,12 | | | | |
| A9 | 64,12 | -15,88 | | | | |
| A10 | -15,88 | 64,12 | | | | |
| A11 | -64,12 | 64,12 | | | | |
| A12 | -64,12 | 15,88 | | | Ø4 H7 THRU | Ø4 H7 |
| A13 | 64,12 | 15,88 | | | | |
| C1 | 20,40 | 59,10 | | | | |
| C2 | -59,60 | -20,91 | | | | |
| C3 | -20,40 | -59,10 | | | | |
| C4 | 20,40 | -20,91 | | | | |
| C5 | -59,60 | 59,10 | | | | |
| C6 | 59,60 | -59,10 | | | | |
| C7 | -20,40 | 20,91 | Ø3 H7 THRU | Ø4 H7 | | |
| C8 | 59,60 | 20,91 | | | | |
| D1 | 59,60 | 59,10 | | | | |
| D2 | 20,40 | 20,91 | | | | |
| D3 | -59,60 | -59,10 | | | | |
| D4 | -20,40 | -20,91 | | | | |
| D5 | 20,40 | -59,10 | | | | |
| D6 | 59,60 | -20,91 | | | | |
| D7 | -59,60 | 20,91 | | | | |
| D8 | -20,40 | 59,10 | | | | |
| B1 | 0,00 | 0,00 | | | Ø4 H7 THRU | Ø4 H7 |
| B2 | 63,93 | 53,26 | | | | |
| B3 | 41,44 | 62,86 | | | | |
| B4 | 15,27 | 28,26 | | | | |
| B5 | 15,27 | 53,26 | | | | |
| B6 | -63,93 | -53,26 | | | | |
| B7 | -41,44 | -62,86 | | | | |
| B8 | -63,93 | -28,26 | | | | |
| B9 | -15,27 | -53,26 | | | | |
| B10 | -15,27 | -28,26 | | | | |
| B11 | 15,27 | -26,74 | | | | |
| B12 | 15,27 | -51,74 | | | | |
| B13 | 41,44 | -17,14 | | | | |

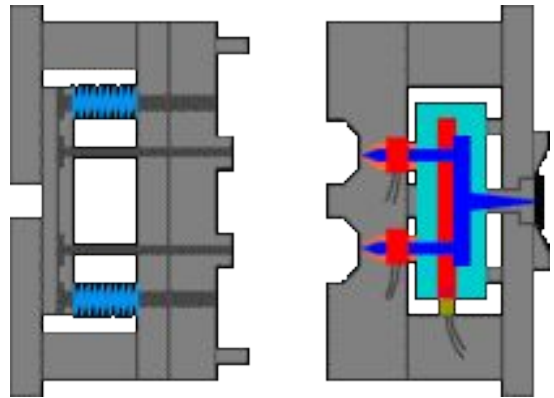
| 1 | 1 | Insert Core | | Generic | |
|------|-----|-------------|-------------|----------|---------|
| ITEM | QTY | PART NUMBER | DESCRIPTION | MATERIAL | COMPANY |

PARTS LIST

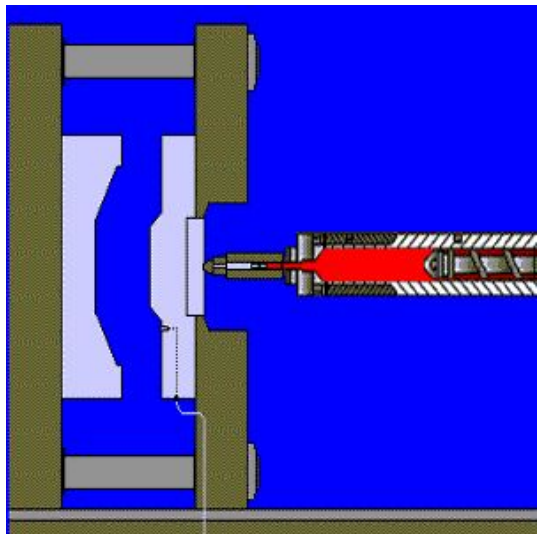
Test Project for the 44th WorldSkills Competition in Abu Dhabi, United Arab Emirates 2017.
Copyright © 2017 WorldSkills International.
All Rights Reserved.

| | | | | |
|-------------------------------------|--|--|----------------------------|--------------|
| Scale: NS Date: 9/22/2019 Paper: A2 | | | Projection A ISO 2426-2 | |
| Drawn / Design by: RU | | | Drawing No: Insert Core | |
| Description: Mould Design | | | Rev: A | Page: 2 of 7 |

Примеры простых пресс-форм

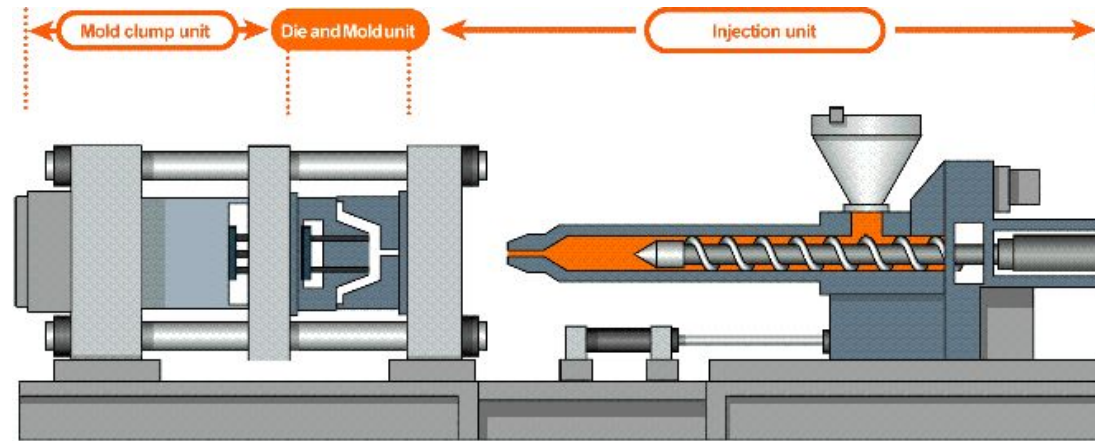


Простая двухгнездная пресс-форма



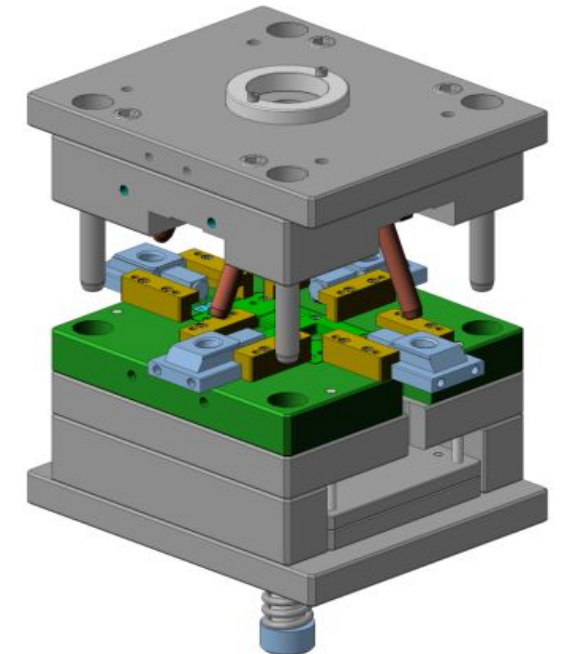
Простая пресс-форма с выдуваемым изделием

Процесс работы ТПА и системы пресс-формы



Особенности данной пресс-формы:

- Наличие угловых колонн
- Наличие ползунов и элементов для формообразования отверстий на боковых гранях изделия и их направляющие
- Измененная форма плит под ползуны



Требования к конфигурации пластмассовых изделий при их проектировании

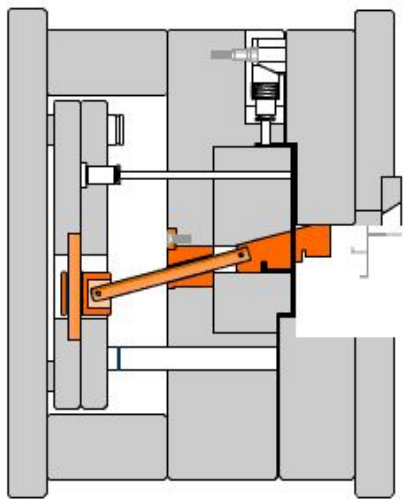
1. Форма изделия должна быть такой, чтобы деталь легко оформлялась и извлекалась из пресс-формы. Иногда целесообразно изготовление вместо одной сложной двух или более простых деталей с последующей сборкой их в узел.

2. Литьевые детали целесообразно конструировать минимальной толщины, обеспечивающей необходимые механические свойства при хорошем заполнении литьевой формы. Это приводит к меньшему расходу материала при более высокой производительности вследствие меньшей продолжительности охлаждения детали в пресс-форме. Стенки изделия по возможности должны быть равной толщины, без резких переходов.

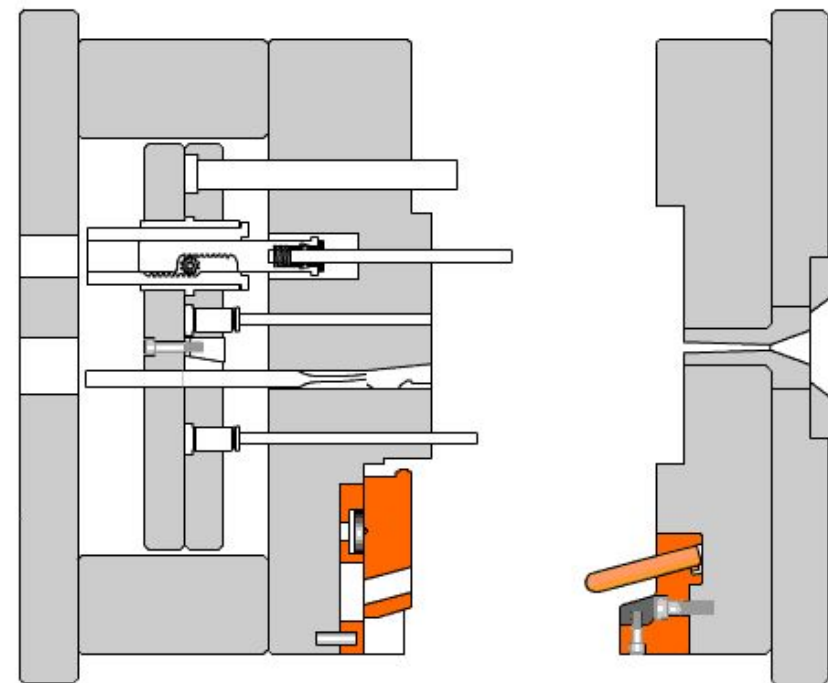
3. Для обеспечения свободного извлечения отливки из формы на внешней и внутренней поверхности изделия, ребрах, отверстиях необходимо предусматривать технологические уклоны.

4. Отверстия в литевых деталях делаются с помощью формообразующего знака, который находится в полости литьевой пресс-формы.

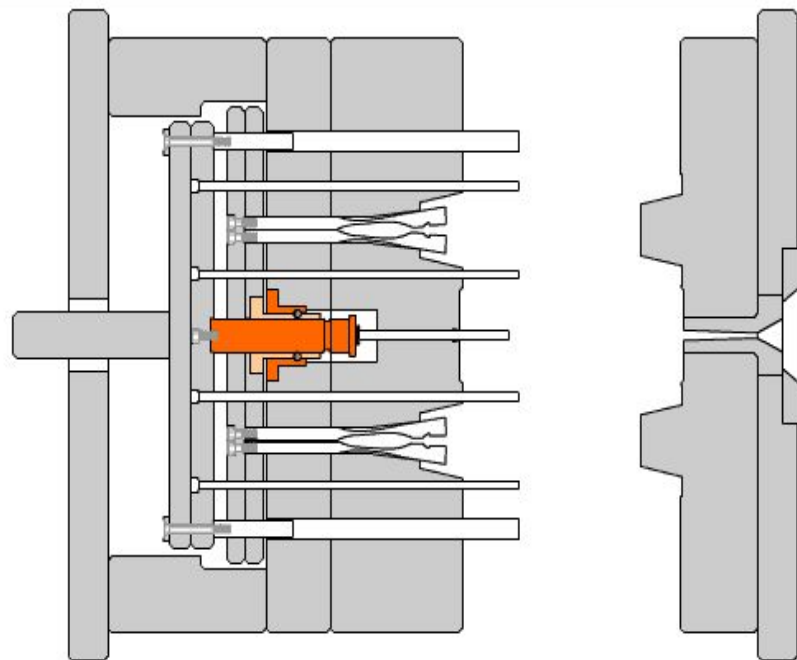
Сложные пресс-формы



Пресс-форма для получения изделия с боковым отверстием за счет боковой вставки (знака)



Пресс-форма для получения изделия с обратной поверхностью за счет движения углового толкателя и вставки

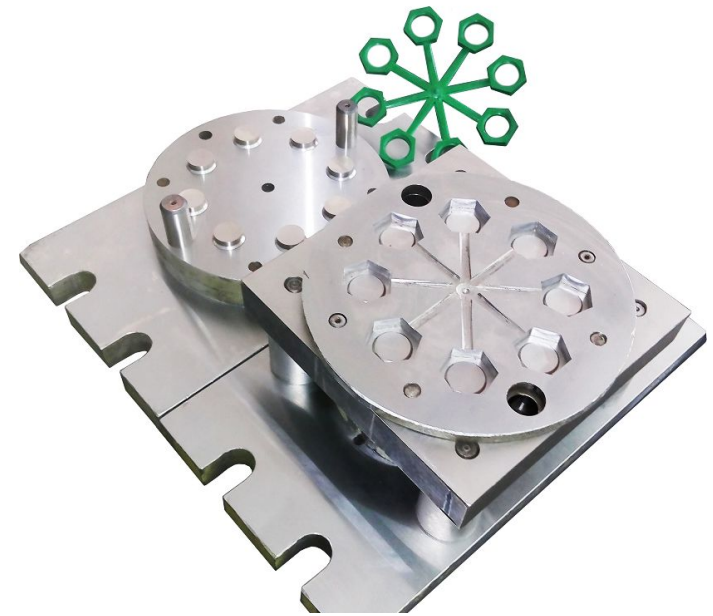
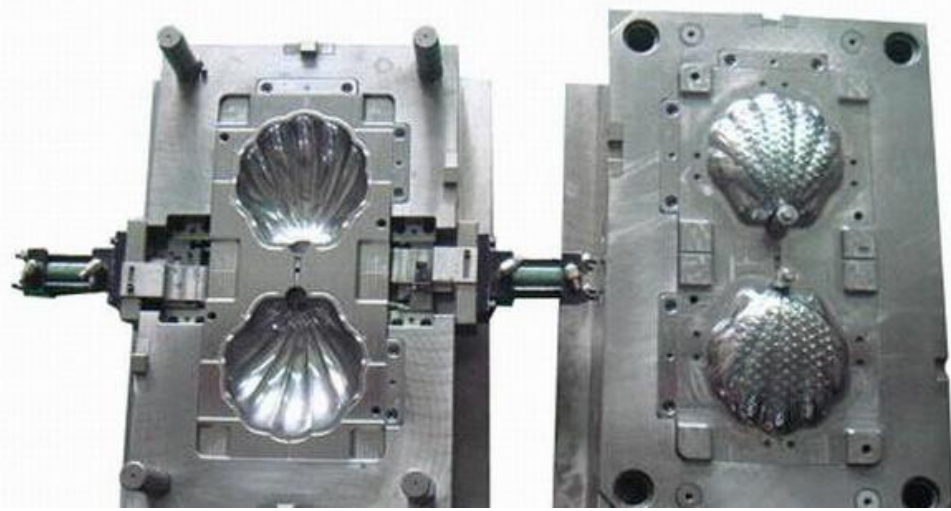
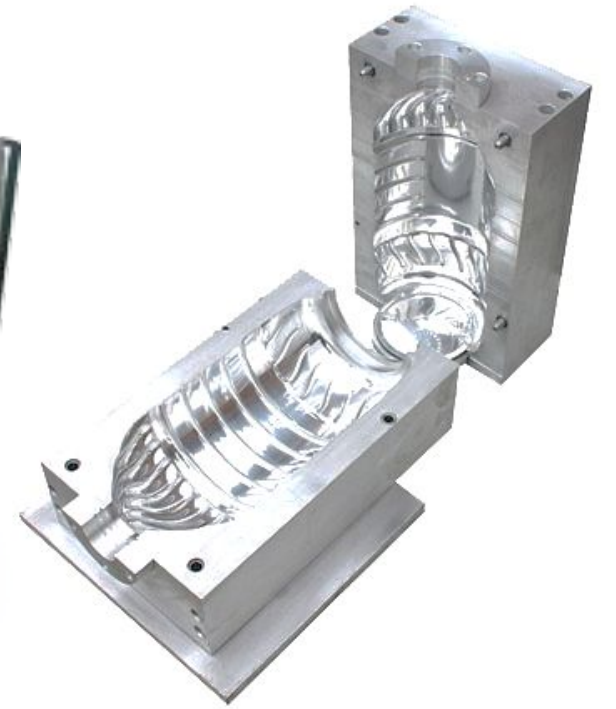


Пресс-форма для получения изделия с обратной поверхностью за счет цангового механизма

Выводы

- При проектировании пресс-формы необходимо учитывать множество нюансов, чтобы на выходе изделие получалось без дефектов.
- Одним из важных нюансов является обеспечение достаточного отвода тепла от формообразующих элементов пресс-формы, и как следствие достаточного охлаждения пресс-формы в целом. Это влияет на остаточные напряжения в изделии, что впоследствии сказывается на её долговечность.
- Немаловажным моментом является место подвода литника в изделии, положение выталкивателей, следов от вставок и расположение линии разъема формообразующих элементов. Расположение впускного литникового канала влияет на характер течения расплава в форме, на внутренние напряжения, образование спаев в изделии, следы течения на поверхности изделия и на усадку.
- Важно учитывать конфигурацию пластмассового изделия. Она существенно влияет на конструкцию формы (зависящую от технологичности изделия) и качественные показатели изделия, которые, в свою очередь, зависят как от технологии его изготовления, так и от его конструкции.
- Необходимо учитывать, что в ряде случаев ошибки, заложенные при разработке изделия, невозможно исправить выбором конструкции формы. При конструировании пластмассовых изделий необходимо стремиться к обеспечению рациональных условий течения материала в форме, повышению точности изготовления, уменьшению внутренних напряжений, коробления и цикла изготовления.

Примеры пресс-форм



Спасибо за внимание!