

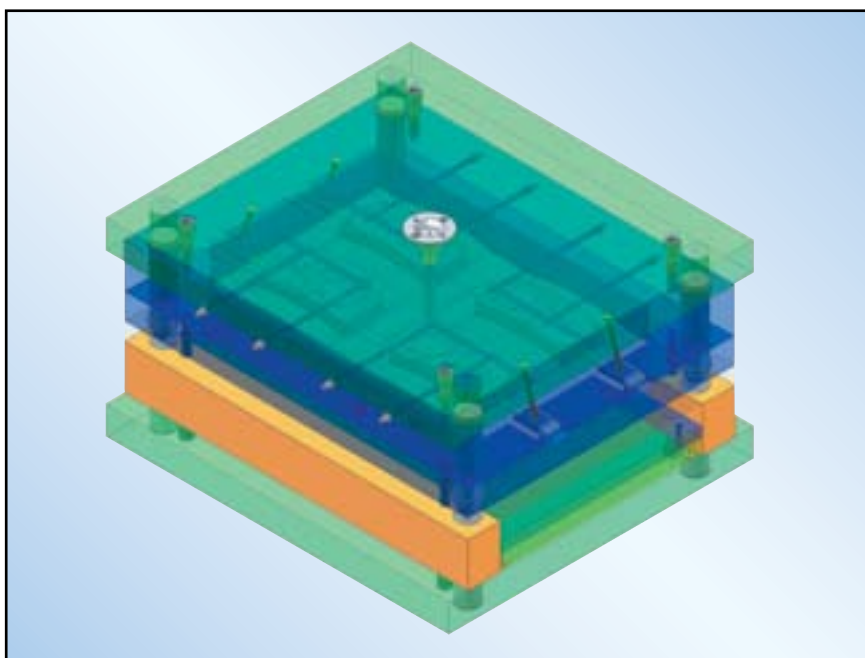
## Проектирование пресс-форм в Autodesk Inventor Tooling – шаг за шагом

Компания Autodesk, выпустив версию Inventor 2010, сделала значительный шаг по продвижению технологии цифровых прототипов для проектирования и производства деталей из пластмассы. Специализированное решение для проектирования таких деталей и оснастки для их изготовления позволяет обеспечить высокое качество и кратчайшие сроки, тем самым значительно упрощая технологическую подготовку производства.

Пользователям Inventor, занимающимся проектированием оснастки для переработки пластмасс, без сомнения, понравится новый дополнительный модуль Inventor Tooling, который можно скачать с сайта [www.autodesk.com/ait](http://www.autodesk.com/ait), выполнив предварительно несложную процедуру регистрации.

Вначале коротко отметим нововведения, которые появились в базовом модуле Autodesk Inventor 2010 для разработки деталей из пластмассы:

- ▶ **Интеграция с Alias** делает возможным ассоциативный импорт внешних поверхностей класса A из Autodesk AliasStudio. Наличие ассоциативных связей позволяет учитывать в модели Inventor все изменения, сделанные на последующих стадиях в продуктах Alias.
- ▶ **Моделирование в режиме “Твердые тела”** позволяет разделять литую деталь на несколько фрагментов, но файл детали при этом остается единым.
- ▶ **Поддержка функциональных технологических пластмассовых элементов.** Благодаря встроенному учету направления разреза и угла наклона Inventor способен формировать многоэлементные пластмассовые компоненты за одну операцию. Таким способом создаются не требующие эскизного моделирования типовые компоненты – решетки, бобышки, фиксаторы, упоры, выступы.
- ▶ **Ускоренное создание сопряжений на базе правил, а также их автоматическое обновление при внесении изменений в проект.** Зачастую литые детали даже средней сложности имеют большое количество со-



пряжений на ребрах. Если конструктору приходится поочередно выбирать все ребра, то на создание сопряжений тратится значительное количество времени. Теперь можно выбрать необходимую грань (например дно детали) и задать опцию “Смежные ребра”, тогда все сопряжения будут построены на всех вертикальных ребрах.

Данные нововведения являются хорошей основой для высокоэффективной работы. Рассмотрим последовательность проектирования пресс-форм в специализированной среде Inventor Mold Design.

В начале работы, как принято в Inventor, необходимо создать проект. Важно убедиться, что для данного проекта подключена библиотека пресс-форм (Mold) – установлен флажок в диалоговом окне “Настроить библиотеки”. Если эта библиотека не будет выбрана, то на последующих этапах будет невозможно получить доступ к стандартным компонентам пресс-форм.

Далее открываем файл основной сборки Mold Design (mm).iam (функция “Создать”) и в появившемся диалоговом окне указываем наименование и расположение данной пресс-формы. Все последующие детали будут получать наименование автоматически, и в дальнейшем его нельзя изменить.

Теперь рабочая среда Mold Design доступна. Данная среда содержит три вкладки с командами нового ленточного интерфейса Inventor: “Компоновка пресс-формы”, “Пуансон/матрица”, “Сборка пресс-формы”, а также обозреватель Mold Design, в котором графически отображены папки в соответствии с историей проектирования пресс-формы. Расположение команд во вкладках соответствует технологии проектирования пресс-формы, что очень упрощает освоение и использование данного модуля – достаточно последовательно, “шаг за шагом” двигаться по функциям Mold Design.

Для консервативных пользователей Inventor J предусмотрена возможность перехода к классическому интерфейсу.

В качестве детали можно выбрать модель Inventor или импортировать ее из другой системы. Inventor читает большинство форматов известных систем: CATIA V5, Pro/ENGINEER, SolidWorks, UGS NX, а также целый ряд нейтральных форматов.

Поскольку построение детали может выполняться различными способами, то ее направление и направление открытия пресс-формы по умолчанию, как правило, отличаются. Поэтому необходимо выполнить согласование этих двух направлений между собой, повернув деталь или выровняв ребро (направление поверхности) относительно положительного направления оси Z (направления открытия пресс-формы) (рис. 1).

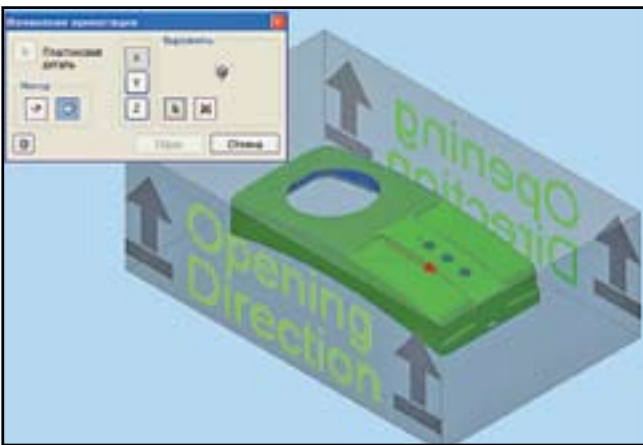


Рис. 1. Изменение ориентации детали

При одновременной формовке нескольких деталей выполняется регулировка их положения путем свободного перемещения в направлении осей X, Y, Z или заданием расстояния смещения по X и Y.

Следующим шагом является выбор типа пластмассы – база данных Moldflow содержит полную информацию по более чем 7750 материалам, сгруппированным по компаниям-производителям. В дальнейшем это обеспечивает точный анализ процесса литья на основании выбранного материала.

Далее приступаем к самому важному процессу – построению пуансона и матрицы (функция “Пуансон/матрица”). От них во многом зависят сложность пресс-формы и технологичность ее изготовления, а следовательно, стоимость ее изготовления и, соответственно, себестоимость изготавливаемых деталей.

Для начала используем функцию “Настройка обработки детали”, где определяем условия процесса литья,

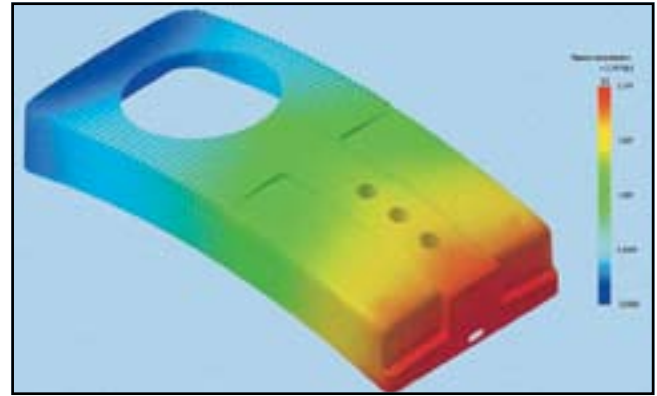


Рис. 2. Результаты анализа Moldflow “Время заполнения”

предварительно указываем месторасположение литника (“Расположение литника”), задаем значение усадки (“Усадка детали”) – изотропную или отдельно по каждой оси и запускаем функцию “Анализ заполнения детали”. В результате получаем наглядные данные по времени заполнения, скорости потока пластмассы, достоверности заполнения, прогнозу качества, наличию воздушных включений и линий смятия (рис. 2)

Теперь можно приступать непосредственно к созданию пуансона и матрицы (“Проектирование детализации”). Для этого предусмотрена функция “Задать настройки заготовки”, позволяющая создавать прямоугольную или цилиндрическую заготовку с автоматически подобранными габаритными размерами и расстояниями от конца детали. При необходимости все эти данные можно корректировать. Для прямоугольных заготовок введена защита от случайных ошибок, которая позволяет добавлять фаски и сопряжения (рис. 3).

Создание правильной поверхности разъема является ключевым моментом при проектировании пресс-формы. В Inventor Mold Design поверхность разъема разделена на две части: поверхность зашивки и поверхность разделения.

Зачастую пластмассовые детали имеют отверстия или щели, которые необходимо предварительно защитить поверхностями. Выполняется это автоматически с помо-



Рис. 3. Диалоговое окно “Настройка заготовки”

щью функции “Создать поверхность зашивки”. В некоторых сложных случаях зашивку отверстий требуется выполнять вручную (функции “Создать плоский фрагмент” и “Использовать существующую поверхность”).

Создать поверхности разделения можно или в автоматическом режиме, когда определяется контур разъема и на нем строится поверхность, или в ручном режиме, при котором выбираются ребра для создания более подходящего контура разъема непосредственно на самой детали. Если в требуемой области отсутствуют ребра, то выполняется разделение граней. Возможность автоматического и ручного построения поверхности разделения обеспечивает значительную гибкость в работе.

Функция “Диагностика разделения” позволяет удостовериться, что поверхность разъема была создана безошибочно, при этом доступен предварительный просмотр граней пуансона и матрицы, выделенных разными цветами. Для наглядности их можно “раздвинуть” и визуально оценить правильность выполненной работы на этом очень важном этапе проектирования (рис. 4).



Рис. 4. Результат разделения поверхностей на пуансон и матрицу

После этого выполняется разделение заготовки на пуансон и матрицу, которые могут быть просмотрены в графическом окне (“Генерировать пуансон и матрицу”).

При проектировании многоместных пресс-форм необходимо использовать команду “Шаблон”, которая позволяет компоновать пластмассовые детали в виде прямоугольного или кругового массива (рис. 5). Также можно добавлять детали одну за другой и определять их положение смещением и вращением.



Рис. 5. Компоновка деталей прямоугольным массивом

Теперь необходимо установить расположение литника. Сделать это можно вручную, при этом на одной детали может быть не более десяти мест подвода литника, или воспользоваться функцией “Анализ мест подвода литника”, которая автоматически определяет наиболее подходящие расположения для необходимого количества литников.



Рис. 6. Создание вставки

В зависимости от геометрии детали формируем вставку (функция “Создать вставку”). Они служат для создания таких элементов, как острые внутренние углы, которые сложно сформировать, не прибегая к более дорогостоящим технологиям. Вставка может быть выбрана из имеющихся вариантов (рис. 6) или спроектирована заранее, либо же создана на основе выполненного вручную эскиза. Готовая вставка обрезает существующие пуансон и матрицу.

Теперь можно приступать к сборке пресс-формы. Для этого необходимо выбрать требуемое исполнение из обширной библиотеки производителей: HASCO, DME, FUTABA, LKM, PEDROTTI, POLIMOLD, RABOURDIN, STRACK. Можно также выполнить адаптацию выбранного исполнения, то есть создать собственную библиотеку на базе стандартных блоков (рис. 7).



Рис. 7. Диалоговое окно выбора исполнения пресс-формы

Важнейшая составляющая любой пресс-формы – система подачи, которая равномерно распределяет расплавленную пластмассу из сопла по матрице. Основными компонентами системы подачи являются:

- ▶ **стояк** – вертикальный канал, по которому расплавленный полимер подается в пресс-форму;
- ▶ **питатель** – канал, по которому расплавленная пластмасса течет от стояка к подающим литникам. Доступны следующие профили питателей: круглые, полукруглые и трапециевидные. Эскиз питателя можно создать вручную или автоматически;
- ▶ **литник** – служит для подачи расплавленной пластмассы из питателя в матрицу;
- ▶ **поднутрение** – предотвращает попадание холодного материала в питатели и, в конечном счете, в пластиковую деталь. Обычно поднутрения располагаются на конце стояка или питателя.

В процессе проектирования задаются размеры и расположение стояка, питателей, литников и поднутрений. Все это легко изменяется, позволяя выполнить компоновку наиболее оптимальным образом (рис. 8).

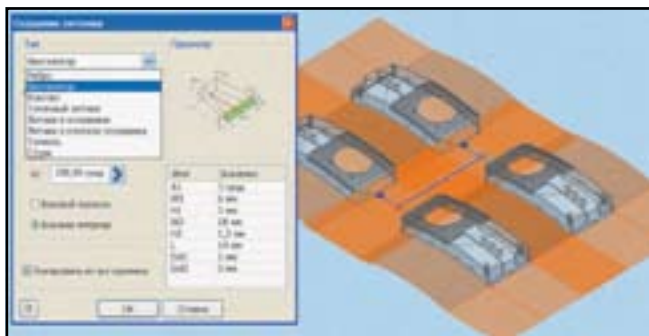


Рис. 8. Диалоговое окно создания литника

Функция проектирования выталкивателей позволяет изъять пластмассовую деталь, автоматически поворачивая ее параллельно плоскости разъема, а также дает возможность выбрать подходящие выталкиватели из набора библиотек различных производителей и разместить их. При этом в матрице и во всех плитах, через которые проходят выталкиватели, автоматически вырезаются необходимые отверстия с соответствующими зазорами, которые можно, в случае необходимости, изменить. Одновременно выполняется обрезка выталкивателей заподлицо с профилем матрицы. Для предотвращения от проворота выталкивателей с пространственным профилем выталкивающей части предусмотрено четыре различных типа блокировки вращения.

Следующий шаг проектирования пресс-формы – построение ползунов (функция “Ползун”). В диалоговом окне выбирается тип ползуна (GENERIC, HASCO, PUNCH) или же выполняется настройка любого из них для получения пользовательского исполнения (рис. 9). После указания параметров размещения ползуна выполняется генерация готового узла.



Рис. 9. Диалоговое окно построения ползуна

Аналогичным образом выполняется построение подъемника, который обеспечивает плавное открытие и закрытие пресс-формы. Модуль Mold Design учитывает геометрию вставленных узлов и автоматически делает необходимые вырезы в плитах. В данном случае максимально задействованы принципы функционального проектирования, столь характерного для Inventor.

Система охлаждения пресс-формы состоит из каналов охлаждения и компонентов. Размещение каналов охлаждения выполняется или по управляющему эскизу, или

на грани с двумя линейными ребрами в качестве опорных элементов. При этом можно использовать цековку, трубную резьбу и рассверливание, учитывая тем самым требования конкретной технологии производства.

Далее, используя функцию “Компоненты системы охлаждения”, выбирают расположение, размеры и параметры компонентов. Представлены восемь типов компонентов системы охлаждения: перегородка, каскадное водное соединение, соединитель, труба теплообменника, уплотнительное кольцо, пробка трубы, притертая пробка и спиральный пуансон.

Для окончательного конструктивного оформления узлов пресс-формы предусмотрены возможности объединения отдельных матриц и пуансонов в одну матрицу и пуансон (для многоместных пресс-форм), а также выполняется проверка пространственных взаимодействий в сборке (функция “Логическое выражение для пресс-формы”), позволяющая убедиться в правильности позиционирования всех компонентов и при необходимости выполнить редактирование.

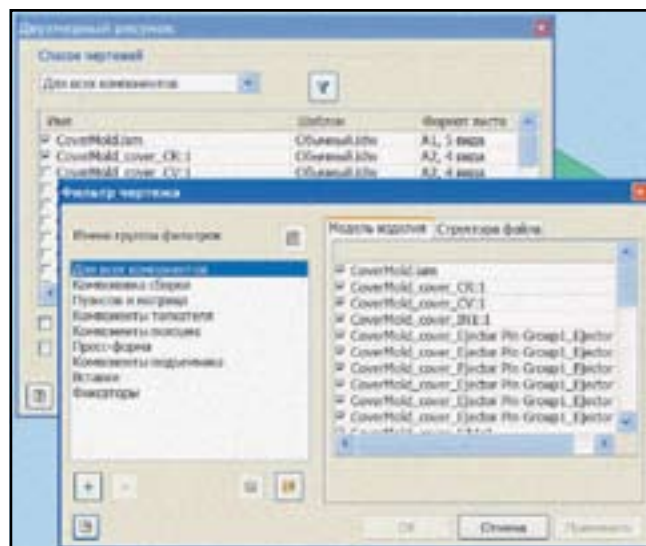


Рис. 10. Фильтр настройки для получения групповых чертежей

После построения цифрового прототипа пресс-формы на завершающем этапе проектирования необходимо получить двухмерные чертежи, что обычно занимает очень много времени у конструкторов. Функция “Двухмерный чертеж” позволяет в автоматическом режиме сгенерировать чертежи, содержащие основные виды, размеры, листы детали, позиции, таблицы отверстий и т.д. Можно также определить групповые чертежи на основе текущего документа Mold Design и настроить для них файлы чертежей, включая формат листа, размерный стиль, маркер центра (рис. 10). Если автоматически сгенерированные чертежи не соответствуют требованиям, их можно вручную отредактировать в среде Inventor Drawing.

Таким образом, Autodesk Inventor Tooling дает конструкторам и технологам мощные интеллектуальные инструменты и каталоги для быстрого и точного создания пресс-формы непосредственно на базе цифрового прототипа детали.

**Павел Плащевский, Александр Саенко,  
АО “Аркада” (Киев)**

С ЦИФРОВЫМ ПРОТОТИПОМ  
ВЫ УБЕДИТЕСЬ В СОВЕРШЕНСТВЕ  
ВАШЕГО ИЗДЕЛИЯ БЕЗ ЗАТРАТ  
НА ПРОИЗВОДСТВО

**Autodesk® Inventor® 2010**  
[www.autodesk.ru/inventor3d](http://www.autodesk.ru/inventor3d)  
Бесплатные версии студентам  
[www.autodesk.ru/students](http://www.autodesk.ru/students)