

Моделируем процесс литья пластмасс

Избежать большинства проблем и дефектов, возникающих в процессе литья под давлением, можно с помощью компьютерного моделирования процессов литья, основанного на современных математических методах расчетов, таких как метод конечных элементов. На помощь инженерам, конструкторам пресс-форм и технологам приходит программное обеспечение Moldex3D — одно из лучших средств компьютерного инжиниринга на современном рынке CAE-систем

Рэй ВУ, региональный менеджер, отвечающий за рынки Европы, Ближнего Востока и Африки, CoreTech System, Антон АЛЕКСАШКИН, директор департамента «Дистрибуция программных систем компьютерного инжиниринга», ГК CompMechLab®

Более половины всех изделий из пластмассы изготавливается методом литья под давлением. При этом литье под давлением является технологически достаточно сложным процессом, контроль над которым требует скрупулезной настройки термoplastавтомата, правильного выбора оснастки и высокой точности ее изготовления, а также знания реологии исходного полимера для реалистичного прогнозирования возможных дефектов изделия или проблем при отливке детали. Достаточно не соблюсти одно из выше-

Moldex3D позволяет оценивать все стадии процесса литья пластмасс, в том числе прогнозировать эффективность самых сложных систем охлаждения

перечисленных условий, и изготовитель рискует получить бракованное изделие, содержащее такие дефекты, как непролив, облой, линии спая, утяжины, «воздушные ловушки», повышенное коробление и объемная усадка детали.

Важно также иметь в виду, что пресс-форма является весьма дорогостоящим устройством, и если она изготовлена неправильно, то далеко не всегда возможна ее корректировка. То есть такую оснастку придется выбраковывать, что ведет к дополнительным затратам на разработку и запуск серийного производства необходимой детали из пластика.

Современное ПО для компьютерного моделирования процесса литья, такое как Moldex3D, избавит переработчика или производителя пресс-форм от большинства перечисленных проблем.

Высокоточный инструмент 3D-моделирования

Программное обеспечение Moldex3D, разрабатываемое тайваньской компанией CoreTech System, — это специализированный высокоточный инструмент для 3D-моделирования и анализа различных технологий литья пластмасс, в том числе литья со вставкой или на подложку, литья с микровспениванием, литья с водой или газом, а также порошкового спекания, RTM-формования, компрессионного формования, подпрессовки и других. Данное ПО позволяет решать комплекс практических задач, включая проверку на технологичность конструкции отливок, анализ литьевых форм, прогнозирование возникновения дефектов (утяжины, линии спая, облой, непролив, «воздушные ловушки»),

ВИЗИТНАЯ КАРТОЧКА

CoreTech System (Синьдзу, Тайвань) — разработчик программного обеспечения Moldex3D с 30-летним опытом в области литья пластмасс и компьютерного инжиниринга. Штат компании насчитывает свыше 250 сотрудников, из которых около 100 человек отвечают непосредственно за разработку продукта. CoreTech располагает собственной лабораторией тестирования материалов, имеет 12 офисов в США, Европе и Азии, свыше 300 официальных дилеров по всему миру. Программное обеспечение Moldex3D используют свыше 4500 предприятий и десятки технологических вузов в 60 странах мира. Дополнительная информация — на сайте www.moldex3d.com.

ООО «Лаборатория «Вычислительная механика» (Санкт-Петербург, Россия) — головная компания группы CompMechLab®, выполняющей НИР/НИОКР по заказу российских и зарубежных промышленных предприятий и инженерных центров. CompMechLab® имеет 20-летний опыт выполнения сложных мультидисциплинарных расчетов, свыше 350 успешно выполненных проектов. Штат компании насчитывает более 200 инженеров, конструкторов и технологов. ГК CompMechLab® также является официальным дистрибьютором программного обеспечения Moldex3D в России, СНГ и странах Балтии. Дополнительная информация — на сайтах www.compmechlab.ru и www.moldex3d.ru.

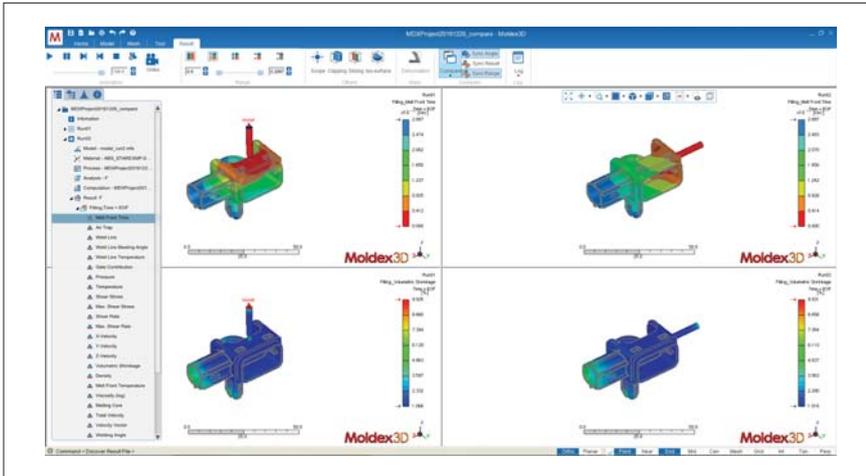


Рисунок 1. Интерфейс Moldex3D интуитивно понятен, удобен для пользователя и обладает встроенным деревом модели

выбор оптимальных конструкторско-технологических решений при проектировании пресс-формы, анализ причин брака при производстве. Moldex3D широко используется в автомобилестроении, приборостроении, производстве бытовой и компьютерной техники, при проектировании товаров народного потребления, спортивных снарядов, медицинских инструментов. Активными пользователями программного обеспечения Moldex3D являются такие всемирно известные компании, как Ford, Honda, Mazda, Nissan, General Motors, Hitachi, Logitech, SONY, Nikon, LGChem, BASF, YUDO, Procter & Gamble и многие другие.

Moldex3D имеет модульную структуру, при которой пользователям доступны три основных пакета: базовый eDesign, расширенный Professional и пакет с максимальными функциональными возможностями Advanced. К каждому можно выбрать дополнительные модули для работы с CAD-геометрией, горячеканальными системами, для моделирования литья изделий со сложной геометрией или с повышенными требованиями к качеству поверхностей (например, оптических

приборов). Ключевыми преимуществами использования программного обеспечения Moldex3D являются следующие:

- возможность моделирования литья как термопластов, так и реактопластов, в том числе полимеров, армированных рубленными волокнами;
- наличие встроенной базы материалов, содержащей более 8 тыс. полимеров и свыше 100 типов металлов и сплавов, используемых в конструкции пресс-форм;
- наличие встроенной базы типов и брендов термопластавтоматов;
- доступность интеграции с современными расчетными системами (ANSYS, Digimat, Altair OptiStruct / RADIOSS, NASTRAN) для анализа структурной прочности отливаемых изделий;
- возможность распараллеливания решателей для кратного ускорения расчетов на кластерах и суперкомпьютерах.

Удобный для пользователя, интуитивно понятный интерфейс Moldex3D полностью русифицирован и дает возможность сквозного моделирования и анализа процессов литья на протяжении всего цикла: от создания модели до просмотра результатов расчетов.

Выгода при проектировании детали

Ярким примером эффективного использования программного обеспечения Moldex3D в промышленности является история успеха компании Motherson (Австралия), производящей автомобильную светотехнику.

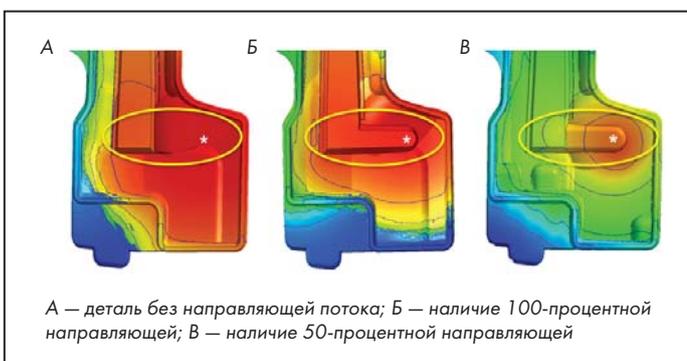
Рассмотрим, как ПО Moldex3D помогло при изготовлении такого автокомпонента, как указатель поворота автомобиля, состоящий из линзы, световой дуги и корпуса (рис. 2). Для упрощения сборки компания Motherson интегрировала световую дугу, толщина которой варьируется



А — отливка линзы указателя поворота; Б — сборка линзы и источника света в корпусе указателя; В — итоговый монтаж конструкции в зеркале заднего вида автомобиля

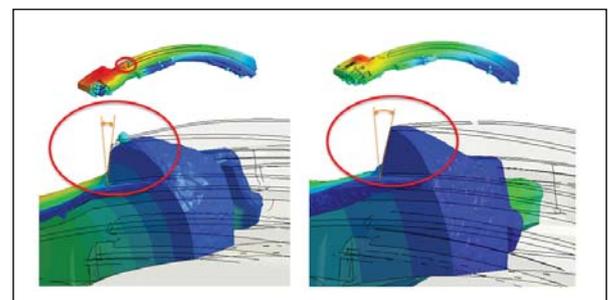
Рисунок 2. Этапы изготовления автомобильного указателя поворота от компании Motherson

Рисунок 3. Исследование торможения потока расплава с помощью Moldex3D для различных конфигураций изделия



А — деталь без направляющей потока; Б — наличие 100-процентной направляющей; В — наличие 50-процентной направляющей

Рисунок 4. Moldex3D позволил провести исследование влияния угла конусности отливки на возникновение «воздушных ловушек» на внешней поверхности детали





от 8 до 12 мм, в линзу, толщина которой 1,8 мм, при этом полученная конфигурация весьма сложна для изготовления методом литья из-за резкого перепада толщин. Как показали натурные эксперименты, при литье данной детали возникает недопустимо высокое коробление и «воздушные ловушки», появляются косметические дефекты на лицевой стороне прибора — утяжины. Перед специалистами компании CoreTech, к которой обратились инженеры из Motherson, встала задача минимизации коробления и риска возникновения утяжин, для чего и использовалось компьютерное моделирование с помощью программного продукта Moldex3D.

Сначала была создана расчетная конечно-элементная модель (содержит 6,2 млн элементов) исходного варианта дизайна и использовано время охлаждения, заданное заказчиком по умолчанию — 4,2 с (температура формы 75°C, температура расплава 240°C, материал — ПММА Plexiglas 8N). В результате предварительного моделирования стало ясно, что сама конфигурация отливаемой сборки провоцирует резкое торможение потока расплава в зоне крепления детали, что чревато возникновением непролива. Было предложено ввести новый конструкционный элемент — направляющую потока. Были рассмотрены две конфигурации (условно 100-процентная и 50-процентная, рис. 2), в результате выбрали 50-процентную конфигурацию направляющей как оптимальную в силу того, что она позволяла наилучшим образом стабилизировать поведение потока расплава, сделав его максимально однородным (рис. 3).

Далее было обнаружено, что на торцевой поверхности детали высок риск возникновения «воздушных ловушек», так как из-за слишком острого угла конусности отливки поток расплава движется внутри литьевой полости неоптимально. С помощью Moldex3D инженерам Motherson удалось подобрать нужный угол конусности, при этом изменения в дизайне изделия не сказались на его функциональности (рис. 4). Также благодаря расчетам в Moldex3D была найдена оптимальная конфигурация зоны крепления изделия (рис. 5): уменьшено количество ребер, увеличена их толщина, что позволило радикально снизить количество потенциальных зон захваченного газа.

Более того, расчеты в Moldex3D и следующие изменения конфигурации из-

делия и условий литья позволили снизить размер утяжин детали втрое: с 0,035 до 0,013 мм, то есть до уровня, уже не заметного глазу человека.

В конце исследования было оценено коробление исходной детали. В некоторых точках оно достигало 0,68 мм, что на порядок выше определенного заказчиком допуска 0,05 мм. После редизайна изделия было рассчитано максимальное коробление на уровне 0,22 мм, а также получено распределение коробления по контрольным точкам, расположенным по длине детали. Тогда специалисты Motherson с помощью инженеров компании CoreTech спрогнозировали с помощью Moldex3D, какую компенсаторную нужно заложить в деталь с помощью технологии overbend для минимизации коробления и его максимальной однородности по всей длине детали. В результате удалось получить коробление по всем контрольным точкам не выше 0,025 мм, что полностью удовлетворило технологическим допуском.

Сравнение параметров детали, изготовленной из пластика после оптимизации в программном продукте Moldex3D, с результатами расчета в программе показало, что разница реальных и расчетных значений коробления во всех контрольных точках минимальна и не превышает 0,01%, в то время как объемная усадка изготовленной детали составила 0,23% при расчетном значении 0,25% (рис. 6). Немаловажно, что в процессе анализа данной детали в Moldex3D инженерам Motherson удалось также снизить общее время цикла литья изделия за счет сокращения на 20 с (с 75 до 55 с) времени охлаждения отливки без негативных последствий для ее качества.

Как показывает данный пример, Moldex3D идеально подходит для решения самых разнообразных и сложных задач оптимизации дизайна отливаемых изделий и технологической оснастки в различных отраслях промышленности. ■

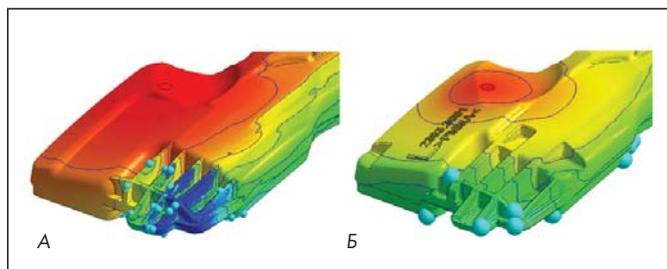
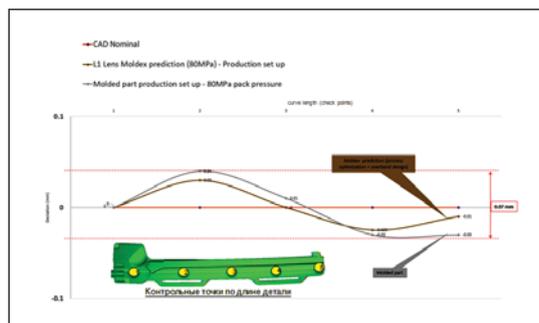


Рисунок 5. Moldex3D позволил спрогнозировать вероятные зоны появления «воздушных ловушек» в зоне крепления детали (А) и модифицировать дизайн с целью уменьшения количества «ловушек» (Б)

Рисунок 6. Сравнение численного анализа значений коробления по длине детали с экспериментальными данными показывает хорошую корреляцию расчетов в Moldex3D с короблением реального изделия



Modeling the Injection Molding Process

Ray Wu, Anton Aleksashkin

Most of the problems or defects that arise during the injection molding process can be avoided with the help of prior computer simulation based on modern scientific calculation methods such as the finite element one. Moldex3D software comes to help mold designers, designing and process engineers as one of the best computer-aided engineering tools in the today's CAE market.