



## > КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ ЛИТЬЯ ПЛАСТМАСС: AUTODESK SIMULATION MOLDFLOW INSIGHT 2013



**НОВАЯ  
ВЕРСИЯ**

Компания Autodesk объявила о выходе новой версии программного продукта Autodesk Simulation Moldflow Insight 2013 [1-2], предназначенного для компьютерного анализа литья полимерных материалов. По сравнению с ее предшественницей, которая имела название Autodesk Moldflow Insight 2012 [3], новая версия располагает дополнительными функциональными возможностями, направлен-

ными на расширение области применения, повышение точности оценок процесса, сокращение времени расчета и облегчение работы пользователя. Рассмотрим вкратце наиболее важные из них.

### Анализ кристаллизации

Моделирование кристаллизации при литье термопластичных материалов — одно из интересных нововведений Autodesk Simulation Moldflow Insight 2013. Расчет процесса кристаллизации полимерного материала на стадиях заполнения, уплотнения и охлаждения отливки в

пресс-форме позволяет учесть тепловой эффект кристаллизации, спрогнозировать влияние кристаллизации на эффективную вязкость расплава, повысить точность прогнозирования температуры и давления полимерного материала в литьевой полости, объемной и линейной усадок, коробления и механических характеристик изделия. Применяемая модель кристаллизации [2] дает возможность определить скорость кристаллизации в зависимости от температуры, давления и течения (последнее вызывает явление ориентационной кристаллизации).

Расчет кристаллизации может проводиться при использовании 2,5D-технологий анализа по "средней линии" (mid-plane) и на поверхностной сетке (Dual-Domain). Результаты моделирования включают распределения степени кристаллической части, продольного и поперечного модулей упругости полимерного материала с учетом влияния кристаллизации.

### Анализ разрушения и ориентации волокна

Конечная длина частиц волокнистого наполнителя в отливке для определенного диаметра волокна является одним из важнейших факторов, влияющих на усадочное поведение и механические свойства литьевого изделия. Особенно интенсивно разрушение волокна происходит при литье изделий из длинноволоконных композитов.

К новым функциональным возможностям программы относится анализ разрушения длинного волокна. Разрушение частиц волокна в литниковой системе и полости при их продольном изгибе и под действием сдвиговых напряжений в процессе заполнения пресс-формы расплавом рассчитывается с использованием статистического подхода, предложенного в работе [4].

В новой версии к анализу ориентации короткого и длинного волокнистого наполнителя для термопластичных материалов добавлен расчет ориентации волокна при переработке реактопластов.

### Анализ заполнения, уплотнения и охлаждения отливки

В Autodesk Simulation Moldflow Insight 2013 внесены улучшения в алгоритмы 3D-расчета заполнения пресс-формы, прогнозирования спаев и автоматической оптимизации скорости впрыска. Добавились возможности 3D-моделирования течения расплава в горячеканальных литниковых системах при использовании незапирающихся и запирающихся сопел. В технологии анализа Dual-Domain усовершенствован метод автоматического определения толщины в области ребер, что позволяет улучшить прогнозирование утяжек.

### Тепловой анализ пресс-формы

Предыдущая версия обеспечивала возможности стационарного анализа охлаждения пресс-формы с использованием модели изделия в виде 3D-сетки или

поверхностной сетки (метод Dual-Domain), а также нестационарного анализа для 3D-сетки. В новой версии к ним добавлен нестационарный анализ для модели изделия в виде поверхностной сетки. Также теперь можно моделировать тепловые процессы в пресс-форме с использованием комбинации различных сеток — например, при сочетании 3D-модели пресс-формы с 1D-моделью охлаждающих каналов.

3D-модель пресс-формы может содержать электрические нагреватели (в том числе со встроенным контролем температуры) при различных методах управления температурой во времени. Для расчета горячеканального литья могут применяться 3D-модели горячеканальных сопел с нагревательными элементами, позволяющими смоделировать нестационарные тепловые процессы в соплах.

Появилась возможность 3D-анализа тепловых процессов в пресс-форме при переработке реактопластов для нагрева с помощью масла и электрических нагревателей.

### Анализ литья с вариотермическим термостатированием пресс-формы

Еще одна интересная возможность, предложенная в новой версии, — моделирование литья с вариотермическим (variotherm) термостатированием пресс-формы. В литературе для данной технологии применяют также альтернативные названия: литье с "пульсирующим охлаждением" (pulsed-cooling), литье "с быстрым нагревом и охлаждением" (rapid heating and cooling), литье "с быстрым циклом нагрева" (rapid heating cycle) и др. В этой технологии, которая становится все более популярной, формулирующую поверхность нагревают перед стадией впрыска до температуры, более высокой по сравнению с температурой формы в обычном литье термопластов под давлением, а после окончания заполнения и уплотнения (по крайней мере, его начальной фазы) проводят охлаждение формы.

Расчеты могут проводиться для различных способов нагрева пресс-формы с помощью воды, водяного пара, электронагревателей и индукторов.

### Подготовка геометрической модели и новые возможности интеграции

В новой версии появилась возможность чтения модели литьевого изделия в форматах Autodesk Alias, NX и Rhino, обес-

печена интеграция с продуктами семейства Autodesk Vault (управление файлами проекта). Значительно сократилось время, необходимое для чтения моделей и построения сеток, что особенно важно при работе с большими сетками.

Улучшены алгоритмы построения сеток, в том числе сеток на соприкасающихся поверхностях литьевого изделия и вставок пресс-формы, а также добавлены алгоритмы проверки качества 3D-сеток.

### Другие изменения

Отметим некоторые другие усовершенствования, реализованные в Autodesk Simulation Moldflow Insight 2013:

- введены улучшения в алгоритмы расчета температуры вставок при литье со вставками, деформаций знаков и пуансонов пресс-формы;
- использован более быстрый алгоритм расчета температуры при двухкомпонентном литье;
- появились возможности моделирования новых вариантов процесса герметизации интегральных микросхем;
- улучшено управление памятью компьютера при выполнении расчетов, а также управление параллельными расчетами;
- расширены возможности расчетов на графических процессорах;
- обновлена база данных по полимерным материалам.

### Литература

1. Autodesk Simulation Moldflow Insight 2013 Beta 1: What's new in this release. Autodesk Inc., 2011. — 17 p.
2. Autodesk WikiHelp. 2012. <http://wiki-help.autodesk.com>
3. Барвинский И.А. Autodesk Moldflow Insight 2012: расширение возможностей анализа литья термопластов // CADmaster, 2011. №2, с. 20-22.
4. Phelps J.H. Processing-microstructure models for short- and long-fiber thermoplastic composites. Ph.D. thesis. — Urbana-Champaign: University of Illinois, 2009.

*Игорь Барвинский,  
главный специалист отдела САПР  
и инженерного анализа  
ЗАО "CuSoft"  
Тел.: (495) 913-2222  
E-mail: ibarvinsky@csoft.ru*