

# Инженерный анализ в среде SolidWorks Simulation. Новое в версии 2014

В статье описываются новинки последней версии программного комплекса SolidWorks в части, касающейся инструментов инженерного анализа, которые претерпели существенное развитие с целью более эффективного использования конструкторских моделей, расширения функционала для упрощения подготовки расчетных моделей, облегчения процессов анализа и интерпретации результатов. В SolidWorks 2014 скорректирована также реализация уже имеющихся процедур. В настоящее время анонсируемые новинки уже активно используются как в маркетинговых мероприятиях, так и в расчетной практике.

## SolidWorks Flow Simulation

### Интерфейс

Интерфейс, включая справочную систему, полностью русифицирован. Учитывая, что справка Flow Simulation не ограничивается информацией о собственно программе, а освещает и вопросы прикладной гидрогазодинамики, инженеры получают своего рода методическое пособие, написанное действующими специалистами.

### CircuitWorks u SolidWorks Flow Simulation

CircuitWorks – инструмент автоматического создания модели печатной платы на основе импортированной из ECAD информации, входящий в поставку SolidWorks Premium. Продукт предназначен для создания трехмерных моделей из форматов файлов, записанных с помощью большинства систем электротехнических САПР. К ранее доступному интерфейсу добавился функционал, позволяющий заимствовать следующие характеристики:

- ▶ тепловые свойства материалов деталей;
- ▶ проводимость материалов – проводников тока;
- ▶ структуру и свойства компонентов печатных плат;
- ▶ мощность источников тепла.

Гибкий интерфейс позволяет просматривать и корректировать импортированную информацию на уровне моделей деталей SolidWorks с последующей передачей необходимых сущностей в расчетный модуль (рис. 1, 2).

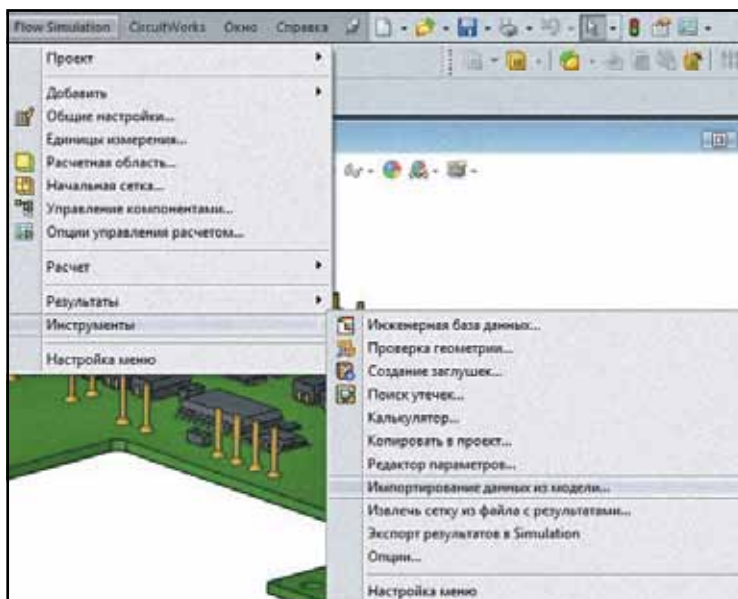


Рис. 1. Импорт данных в новом русифицированном меню Flow Simulation

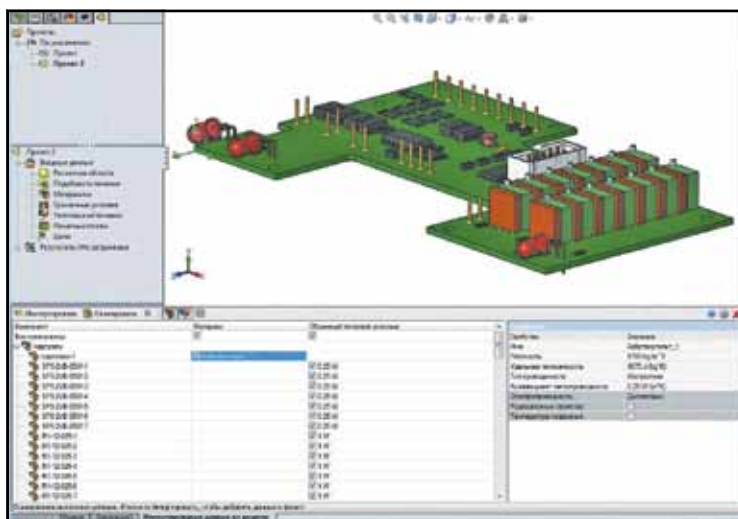


Рис. 2. Результат импорта данных из CircuitWorks в SolidWorks Flow Simulation с отображением элементов управления процессом

### Поддержка eDrawings

Теперь пользователи имеют возможность экспортировать несколько эпюр SolidWorks Flow Simulation в единый файл eDrawings с возможностью одновременной визуализации (рис. 3).

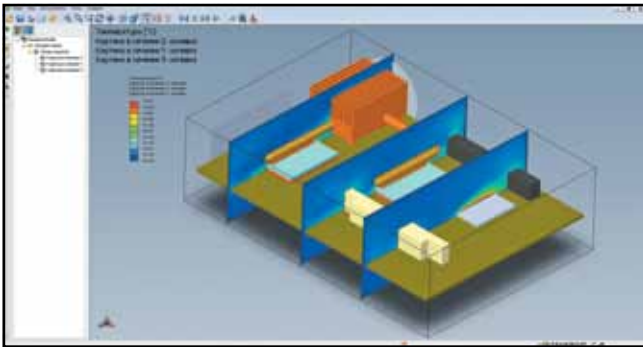


Рис. 3. Окно eDrawings с диаграммами температур в нескольких сечениях по модели

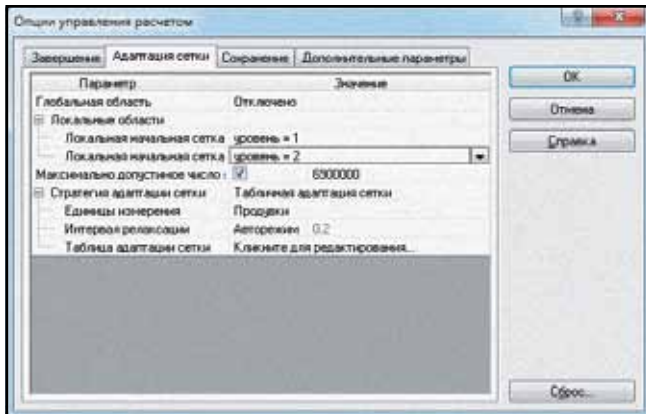


Рис. 4. Окно настроек адаптации сетки

## Управление сеткой

SolidWorks Flow Simulation расширяет процедуру адаптации сетки во время расчета (рис. 4), позволяя определять различные уровни дробления элементов в отдельных локальных областях для повышения точности при моделировании течения среды.

## Распараллеливание сетки

SolidWorks Flow Simulation ускоряет генерацию начальной расчетной сетки, используя несколько ядер процессора или процессоров. Решающая программа позволяет одновременно решать до двух задач с использованием всех ядер/процессоров.

## Режим параметрического исследования

Режим параметрического исследования предоставляет возможность автоматического выполнения нескольких расчетов с различной геометрией, граничными условиями, текучими средами, материалами (рис. 5). Результаты экспортируются в Excel с автоматическим построением графиков отклика. Доступен оптимизационный анализ с одной степенью свободы.

Можно выполнять следующие действия:

- ▶ сохранять параметрические исследования в верхней структуре дерева проекта для улучшения наглядности при просмотре сценариев проектирования;
- ▶ сохранять выбранные точки параметрического исследования в дереве проекта, определяя только нужные сценарии.

## Повышенное удобство использования

В инструменте Leak Tracker ("Поиск протечек") улучшена наглядность найденных в модели отверстий или за-

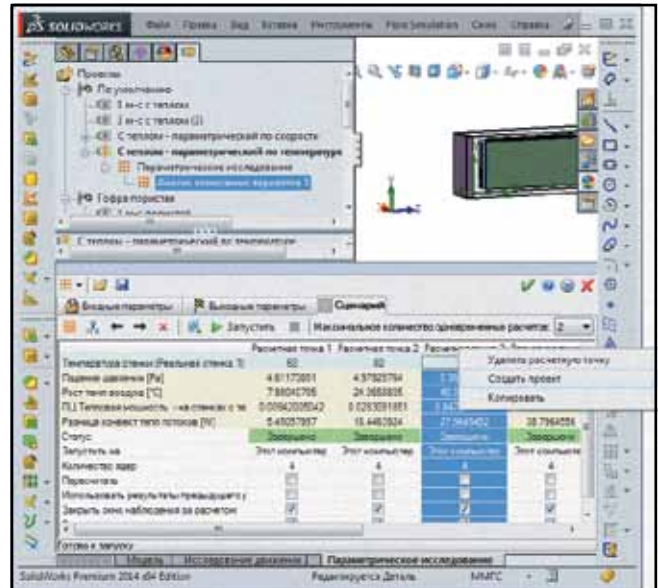


Рис. 5. Интерфейс параметрического исследования

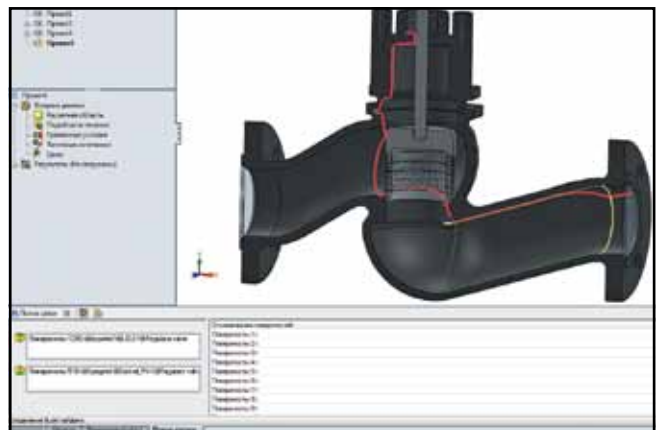


Рис. 6. Новый интерфейс инструмента Leak Tracker

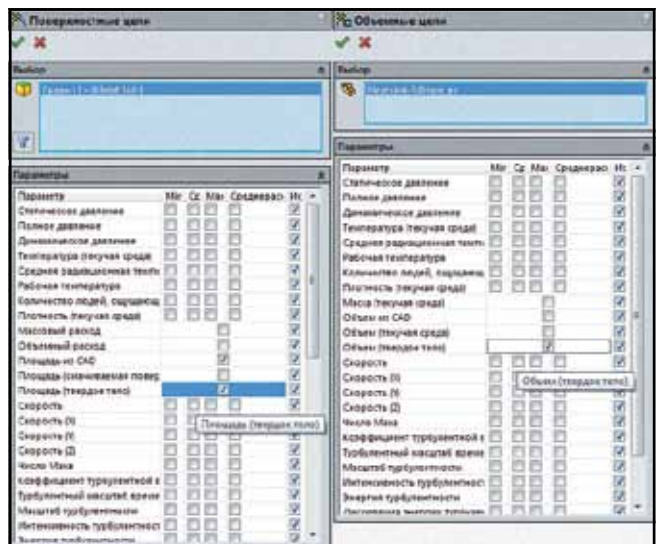


Рис. 7. Определение расчетных целей как площади или объема элемента

зоров, препятствующих созданию замкнутой расчетной области, визуализируя маршрут между назначенными внутренней и внешней гранями (рис. 6).

Возможно назначение целей расчета в виде значений площади поверхности или объема элемента (рис. 7) для дальнейшего использования в целях-уравнениях.

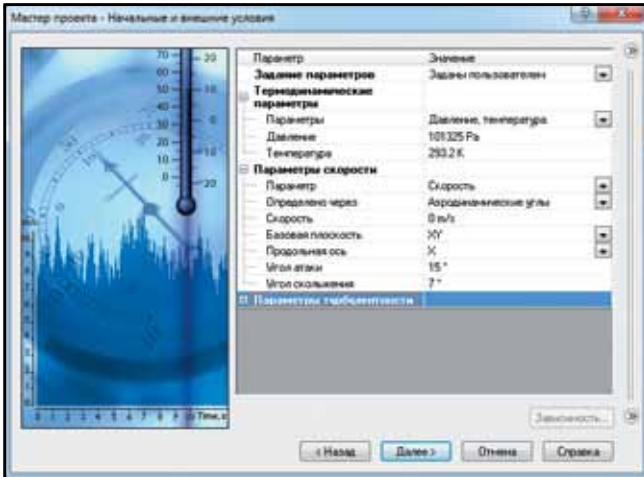


Рис. 8. Определение начальной скорости потока в окне "Мастера проекта"

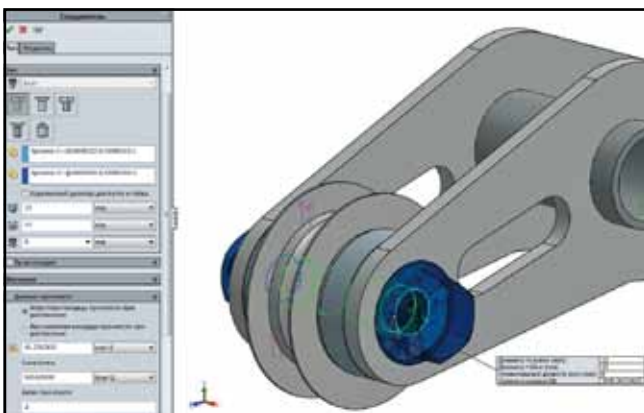


Рис. 9. Болт с гайкой Toolbox, автоматически преобразованные в соединитель Simulation

Имеется возможность определения начальной скорости потока в "Мастере проекта" через аэродинамические углы (угол атаки и угол скольжения) (рис. 8) вместо использования компонент трехмерного вектора.

## SolidWorks Simulation

### Соединители

#### Автоматическое преобразование крепежи Toolbox в соединители-болты

Крепежи Toolbox из модели SolidWorks можно автоматически преобразовывать в болтовые соединители Simulation. Этот инструмент доступен для линейного статического, нелинейного статического, а также нелинейного динамического исследований.

В процессе преобразования все данные, связанные с расположением, геометрическими элементами и материалом крепежи Toolbox, соотносятся программой с параметрами соответствующих болтовых соединителей (рис. 9), а момент затяжки назначается по внутренним критериям программы, основанным на распространенных стандартах.

Болтовые соединители имеют те же правила наименования, что и их прототипы из Toolbox, имеющие соответствующие диаметр и длину. Болтовые соединители одного размера собира-

ются в отдельной подпапке с возможностью группового редактирования параметров, а также с возможностью удаления из группы. Компоненты Toolbox, исключенные из анализа, содержатся в списке "Автоматически преобразованные крепежи Toolbox" в разделе "Детали" дерева исследования (рис. 10).

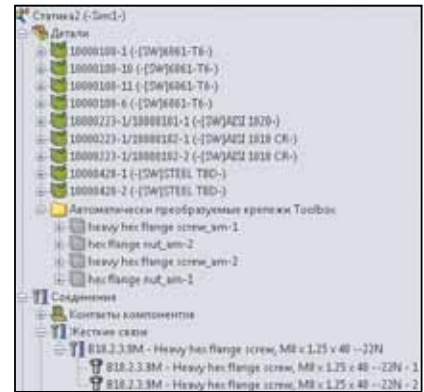


Рис. 10. Дерево исследования Simulation с преобразованными элементами Toolbox

### Список сил соединителей

Для пружинных, сварных, болтовых, винтовых и штифтовых соединителей можно представить список внутренних сил и моментов после выполнения статического или нелинейного анализов. При выборе строки в таблице соответствующий соединитель подсвечивается в графической области, а в условном обозначении перечисляются все силы (рис. 11, 12).

### Контакты

#### Эпюры контактного давления в двумерном упрощении

Теперь эпюры контактного давления доступны для просмотра в линейных и нелинейных плоских исследованиях. Кроме того, можно отобразить контактные давления в 2D-эпюрах в виде векторов (рис. 13), а также в 3D-эпюрах в виде раскраски границ контакта цветом (рис. 14, 15). Для эпюр плоских расчетов результаты вытянуты по глубине сечения согласно настройкам в свойствах исследований (плоское напряженное состояние

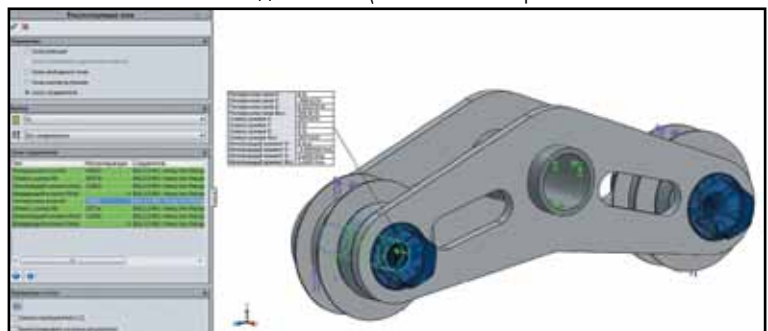


Рис. 11. Действующие силы и моменты в болте-соединителе

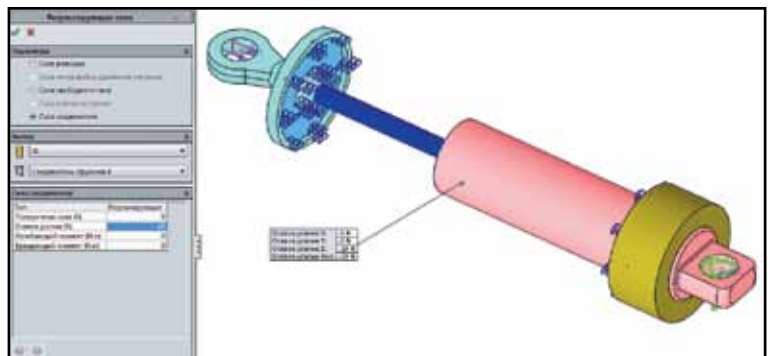


Рис. 12. Действующие силы в пружине-соединителе

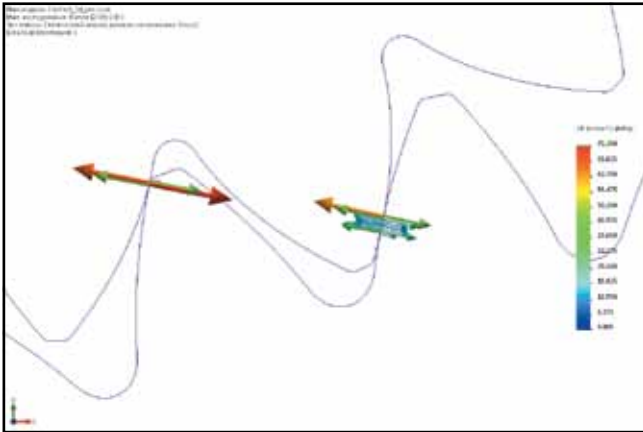


Рис. 13. 2D-диаграмма контактного давления в векторном представлении

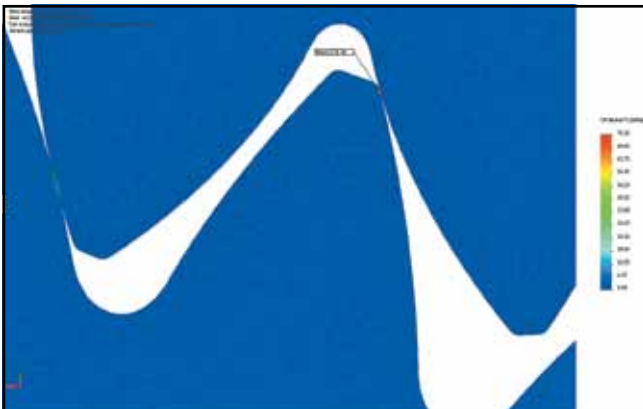


Рис. 14. 2D-диаграмма контактного давления в цветовом представлении



Рис. 15. 3D-диаграмма контактного давления (или плоская деформация) или повернуты вокруг оси симметрии (осесимметричные исследования).

### Эпюра визуализации контактов

Благодаря новой эпюре визуализации контактов пользователи могут проверять все контакты, созданные в модели. Эпюра визуализации контакта резко упрощает обнаружение различных типов контактов с применением глобальных настроек или контактов, ассоциированных с компонентами, а также наборов контактов.

Области модели, в которых контакт определен, отображаются в цветах, уникальных для каждого типа контакта (рис. 16). Поддерживаемые типы контактов Simulation представлены на рис.17.

С помощью нового параметра "Включить контакты, созданные решаемой программой", пользователи могут

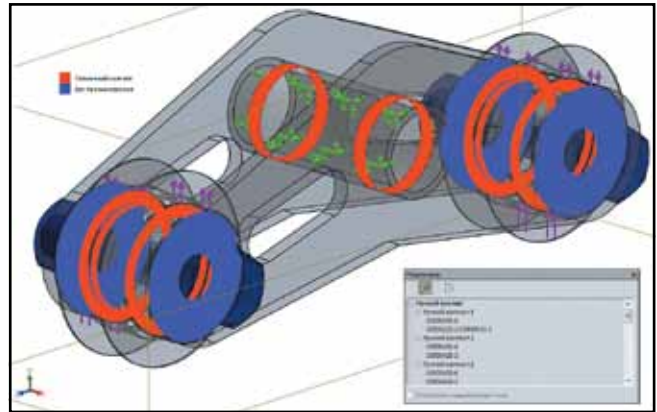


Рис. 16. Эпюра визуализации контактов для рычага с роликами

Тип контакта	Цветовая передача
Связанные	Красный
Нет проникновения	Сиреневый
Проникновение допускается (свободный контакт)	Зеленый
Горячая посадка	Оранжевый
Виртуальная стенка	Желтый
Сопротивление термического контакта	Сиреневый
Изолированные	Зеленый

Рис. 17. Соответствие между типом контакта и цветом визуализации

просмотреть области модели с потенциально возможными контактами, найденными решаемой программой (рис. 18, 19). При этом эпюра визуализации контактов отображает элементы сетки, принадлежащие геометрическим объектам модели с найденными контактами.

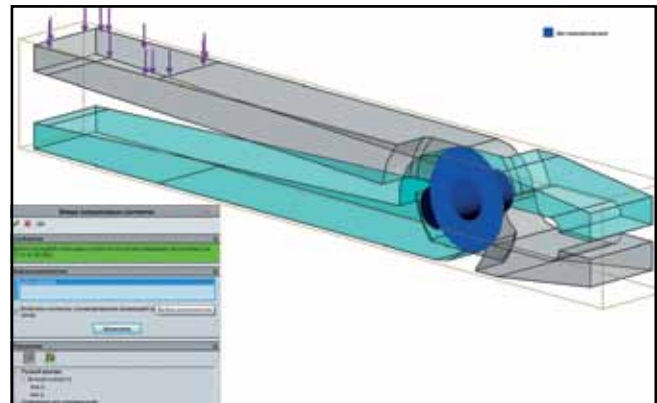


Рис. 18. Эпюра визуализации контакта, определенного пользователем

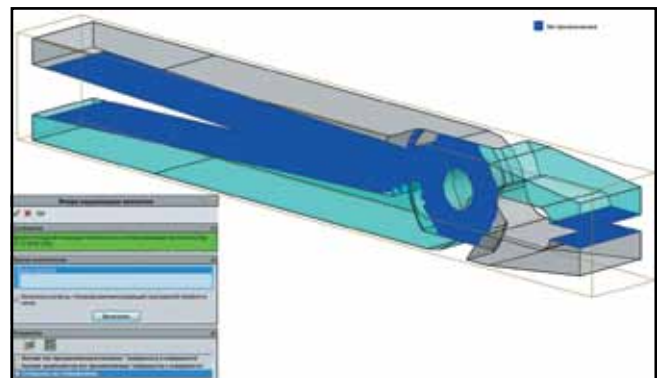


Рис. 19. Эпюра визуализации контактов, найденных решаемой программой

## Материалы

Пользователи SolidWorks Simulation Professional и SolidWorks Simulation Premium с активной подпиской SolidWorks Simulation имеют доступ к расширенной и достоверной библиотеке материалов через Интернет-портал материалов SolidWorks (рис. 20).

Расширенная база данных материалов предоставлена в сотрудничестве с компанией Materiality LLC. Можно выполнять поиск материалов на основе исследования моделирования, которое вы хотите провести, или модели материала, который требуется использовать. Особую ценность представляет коллекция материалов с нелиней-

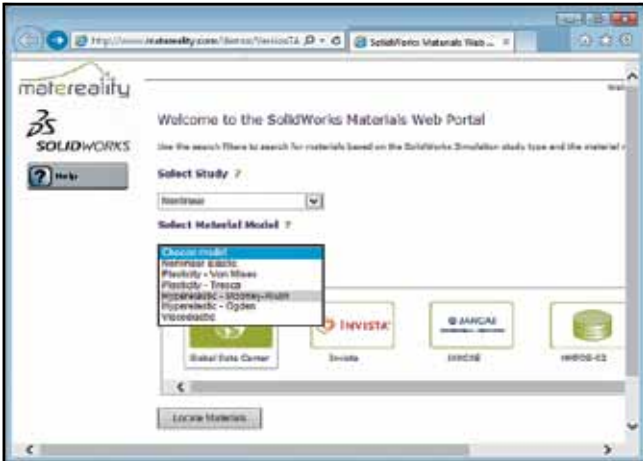


Рис. 20. База данных материалов портала SolidWorks



Рис. 21. Нелинейные свойства гиперупругого материала

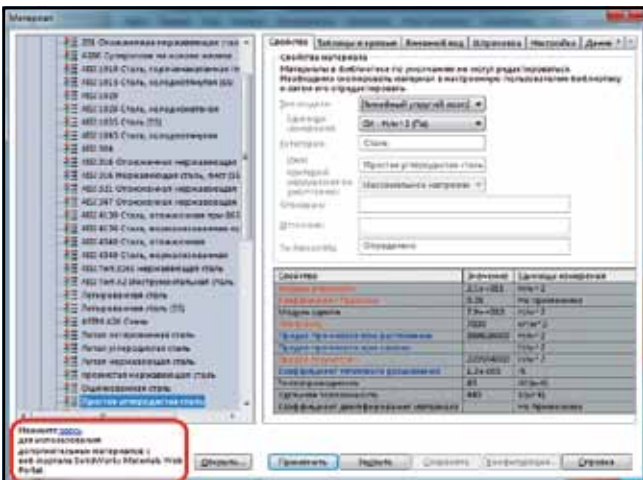


Рис. 22. Окно настройки материалов SolidWorks

ными свойствами (рис. 21), отсутствующими, как правило, в доступной литературе.

Материалы, загруженные с онлайн-портала SolidWorks, автоматически добавляются в список материалов, доступных в диалоговом окне "Материал" SolidWorks Simulation (рис. 22).

## Производительность

Повышение производительности включает сокращение времени принятия решения и ускорение сходимости расчетов для некоторых нелинейных исследований, уменьшение времени для первоначальной загрузки исследований и включение решателя Large Problem Direct Sparse для задач с большой размерностью КЭ-модели.

Улучшения в нелинейных исследованиях включают:

- ▶ повышенную сходимость определения контакта "узел к поверхности" (контакт без проникновения) с общим повышением производительности на 30 %;
- ▶ повышенную точность результатов для оболочек с моделями из нелинейных материалов при использовании постановки задачи для малого смещения.

## Первоначальная загрузка исследований

Сокращается время на выполнение первоначальной загрузки моделей с имеющимися исследованиями Simulation. Повышение производительности наиболее заметно для моделей с несколькими исследованиями.

При включении соответствующей опции (рис. 23) происходит перенос исследований Simulation в оперативную память после открытия модели. Если опция отключена, то при открытии модели в памяти сохраняются только основные данные для каждого исследования.

## Large Problem Direct Sparse

В новой версии доступна решающая программа Large Problem Direct Sparse, использующая возможности многоядерной обработки и повышающая скорость решения для статических и нелинейных исследований с КЭ-моделями большой размерности.

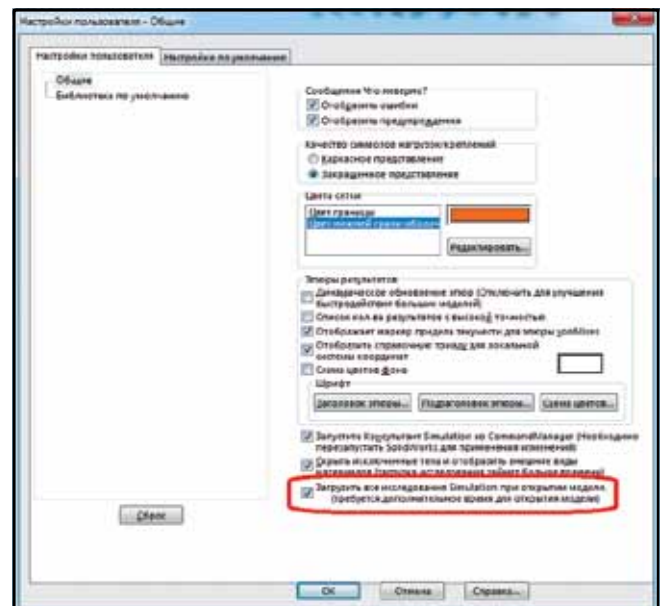


Рис. 23. Окно настройки параметров Simulation с выбором вариантов загрузки исследований

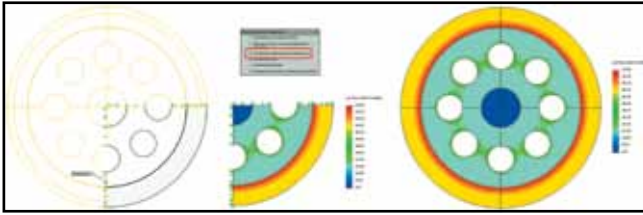


Рис. 24. Отображение осесимметричных результатов

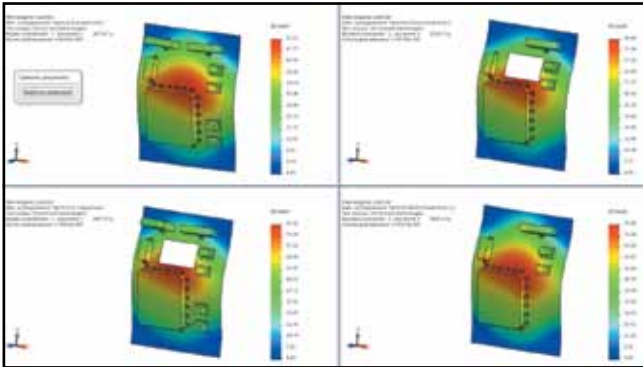


Рис. 25. Сравнение результатов выбранных конфигураций

Применение улучшенных алгоритмов распределения памяти, в том числе дисковой, дает возможность использовать преимущества прямого решателя, если оперативной памяти недостаточно для его работы.

## Обработка результатов

### Усовершенствования интерфейса пользователя:

- ▶ общий доступ в настройках эпюр к командам “Редактировать определение”, “Параметры графика” и “Настройка”;
- ▶ возможность редактировать минимальные и максимальные значения легенды эпюры;
- ▶ быстрый доступ к команде “Параметры края” эпюры;
- ▶ возможность быстрого изменения состояния отображения сетки на эпюрах результатов.

### Отраженные результаты для симметрии

Для моделей с граничными условиями в виде симметрии относительно плоскостей или циклической симметрии предусмотрен просмотр результатов на всей модели (рис. 24). Этот способ отображения результатов дает лучшее понимание поведения модели и помогает определить потенциальные ошибки моделирования.

Результаты с учетом деформированной формы зеркально отражаются относительно плоскостей симметрии для моделей, которые анализируются на основе половине, четверти или одной восьмой доли исходной геометрии. Для круговой симметрии результаты повторяются циклически относительно заданной оси вращения.

Данный функционал работоспособен применительно к эпюрам напряжений, перемещений, деформаций, запаса прочности для всех типов исследований, которые поддерживают ограничения плоской и циклической симметрии.

### Сравнение результатов между конфигурациями

Благодаря инструменту “Сравнить результаты” можно одновременно отобразить до четырех эпюр результатов исследований Simulation, связанных с различными конфигурациями одной и той же модели (рис. 25). Режим

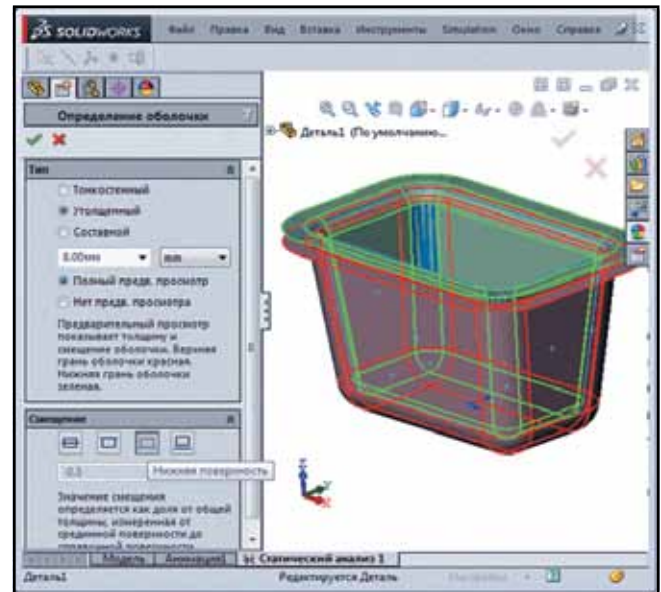


Рис. 26. Просмотр оболочки с учетом виртуальной толщины и смещения

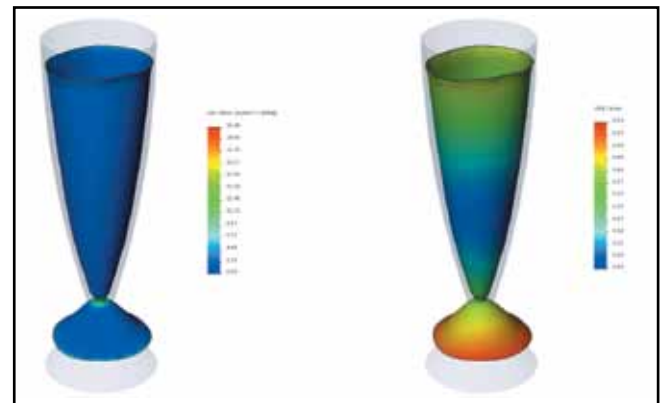


Рис. 27. Остаточные эквивалентные напряжения и результирующие перемещения модели после литейного формования

сравнения нескольких конфигураций обеспечивает полный контроль над отображением результатов с помощью существующих функциональных возможностей.

### Предварительный просмотр оболочек с учетом толщины и смещения

Если срединная поверхность оболочки не совпадает с базовой гранью или поверхностью, а расположена с некоторым смещением, то результат можно увидеть в режиме предварительного просмотра с учетом как назначенной толщины, так и смещения (рис. 26).

### Импорт результатов из SolidWorks Plastics

Для деталей из литых термопластов можно импортировать температуры и остаточные напряжения из SolidWorks Plastics Premium в нелинейное статическое исследование.

Моделирование процесса охлаждения с температур, реализуемых в технологическом процессе, до комнатной температуры позволяет вычислить окончательные остаточные напряжения и рассчитать деформации детали (рис. 27) на этапах затвердевания и упаковки.

М. Шаломеев, А. Алямовский, к. т. н.,  
компания SolidWorks Russia