

Компания *MSC Software* выпустила *Simufact Additive v4.0*

По материалам *MSC Software*

Система *Simufact Additive* – это специализированный программный комплекс, предназначенный для компьютерного моделирования процессов изготовления деталей из металлов методом 3D-печати. Применение *Simufact Additive* помогает компаниям изготавливать детали по аддитивной технологии с первой же попытки, что позволяет экономить время и деньги при отладке технологического процесса.

Еще при подготовке версии *v3.1* в систему были добавлены:

- инструмент выбора ориентации детали в пространстве;
- средства выявления проблем при печати;
- возможности создания поддерживающих структур с помощью разработок компании *Materialise* и многое другое.

Новая версия нацелена на обеспечение еще большей степени автоматизации и простоты использования. Ключевыми особенностями *Simufact Additive v4.0* являются:

- автоматическая компенсация искажений формы;
- автоматическая оптимизация поддерживающих структур;
- метод наилучшего соответствия – для сравнения результатов моделирования с эталонной формой;
- программный помощник, обеспечивающий выбор наилучшей ориентации детали в пространстве.

К числу основных нововведений *Simufact Additive v4.0* можно отнести следующее:

- 1 Оптимизация поддерживающих структур по критериям минимизации короблений и уменьшения объема поддержек.
- 2 Калибровка – с пользовательскими настройками и геометрией.
- 3 Учет различий собственных деформаций в каждой точке рабочей зоны камеры принтера.
- 4 Экстраполяция результатов на 3D TET/HEX-сетки для экспорта в формате UNV.
- 5 Обновленный решатель на основе *MSC Marc v2018*.

Рассмотрим нововведения немного подробнее.

1. Оптимизация поддерживающих структур

Поддержки действуют как якоря и удерживают наращиваемую геометрию на месте на этапе печати.

Оптимизация опорных построений – это одна из самых сложных задач в ходе подготовки процесса печати. Сложность заключается в поиске оптимальной структуры.

В основном, поддержки создаются на основе геометрических свойств – таких, как угол нависания,



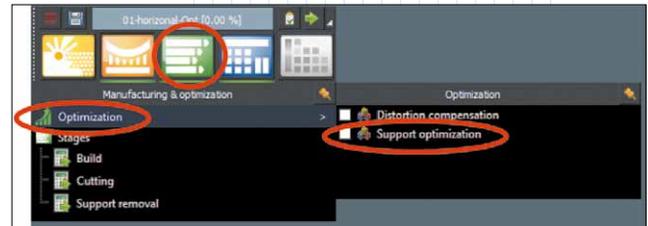
HEXAGON

MSC Software

расстояние выступа и т.д. Таким образом, существует потенциал для автоматической оптимизации структуры поддержек, что даст значительный положительный эффект:

- ✓ уменьшится объем поддержек – и, следовательно, затраты на процесс печати;
- ✓ уменьшатся искажения геометрии.

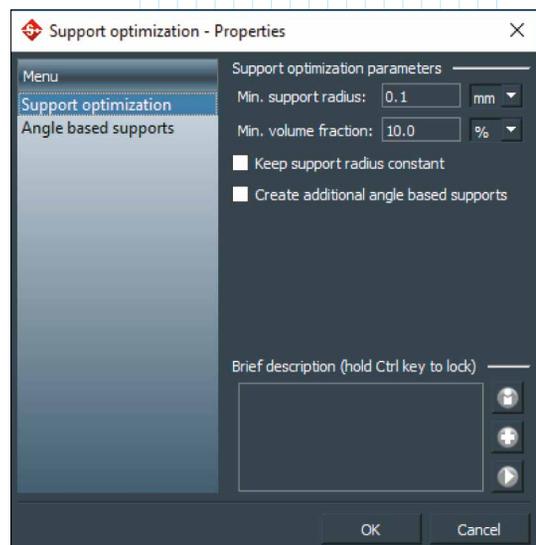
Современные алгоритмы помогают найти такую форму поддерживающих структур, которая оптимально подходит для действующих механических нагрузок.



Средства оптимизации поддержек интегрированы в *Simufact Additive v4.0*, они представляют собой полностью автоматическое решение, способное принимать во внимание нагрузки на этапе печати.

Оптимизация выполняется в два этапа:

- 1 численное моделирование процесса печати детали без поддержек – для определения механических нагрузок;
- 2 оптимизация поддержек на основе значений нагрузок, полученных на первом этапе.

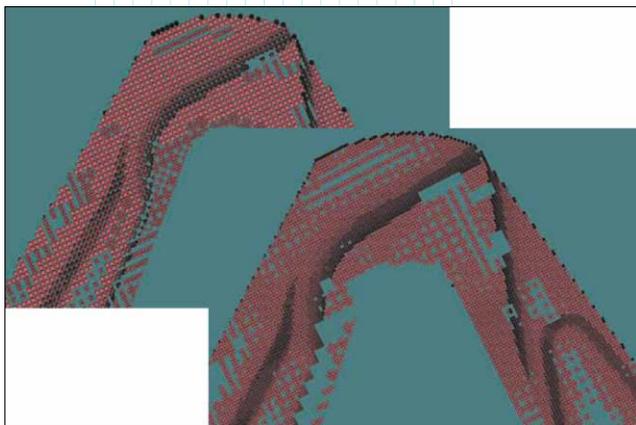


Для управления процессом оптимизации используются заданные значения минимального радиуса поддержек, а также минимальной объемной доли материала.

В дополнение к поддержкам, полученным в процессе оптимизации, при необходимости могут быть добавлены поддержки, созданные на основе геометрических свойств (угла нависания).

При оптимизации поддержек доступны два метода:

- ✓ изменение радиуса поддержек в соответствии с механическими нагрузками (по умолчанию);
- ✓ изменение количества поддержек для определенной области в соответствии с механическими нагрузками.



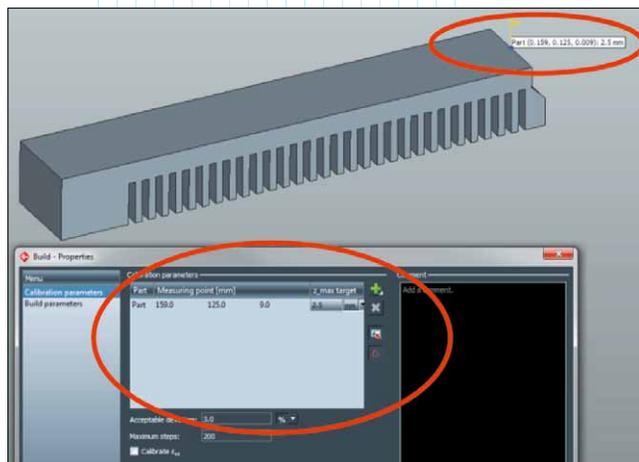
2. Калибровка

Процесс калибровки при прочностном расчете важен для получения точных результатов численного моделирования процесса печати.

При подготовке версии *Simufact Additive v4.0* рабочий процесс был полностью переработан, учитывая опыт практического использования этой технологии.

Все необходимые для быстрой и простой прочностной калибровки данные заранее predeterminedены:

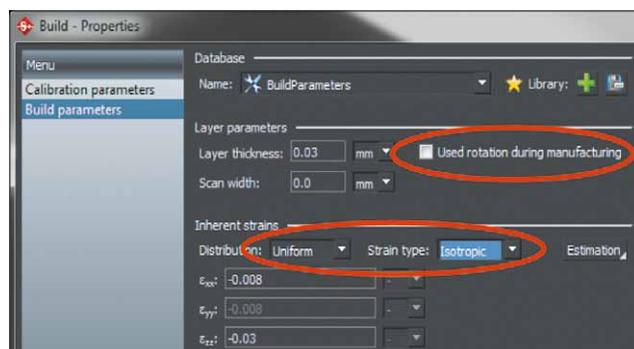
- ✓ геометрия консольной балки;
- ✓ постоянные по опорной плите и изотропные собственные деформации;
- ✓ точка измерения;
- ✓ стадия обрезки от опорной плиты.



Таким образом, по умолчанию собственные деформации (*Inherent Strains*) считаются постоянными в пространстве и изотропными. Для обеспечения большей точности расчета, собственные деформации могут быть изменены на ортотропные и распределенные (в зависимости от расположения на опорной плите).

Во время калибровки вращение шаблона штриховки отсутствует. Если шаблоны штриховки поворачиваются, то это уже неявно включено в откалиброванные собственные деформации. (Вращение – это только информация, которая сохраняется в базе данных.)

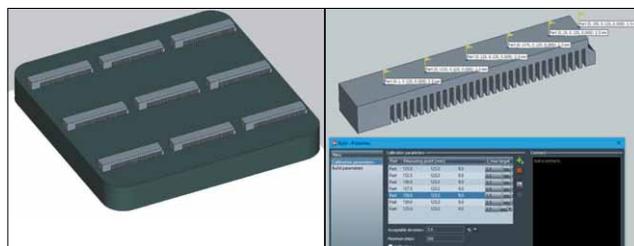
Если калибровка была выполнена без вращения шаблона штриховки, то вращение можно определить позднее, при моделировании процесса печати. Если же калибровка была выполнена с вращением, то при последующем моделировании процесса печати это вращение использоваться не должно – поскольку это уже неявно включено в откалиброванные собственные деформации.



Помимо нового рабочего процесса калибровки, пользователю предоставляются следующие новые возможности:

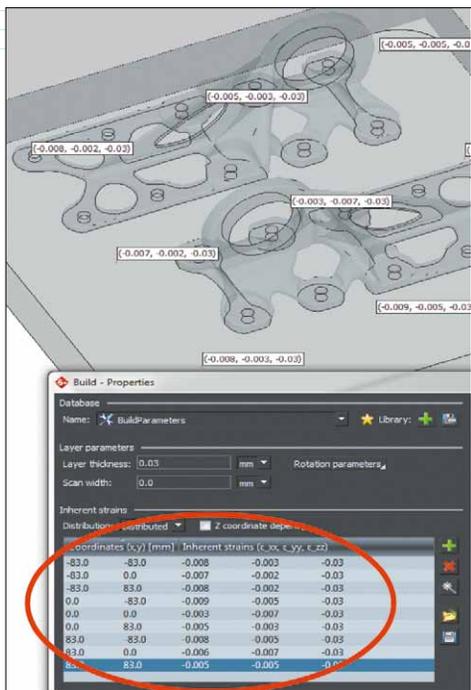
- ✓ калибровка для прочностного, теплового и тепло-прочностного анализа;
- ✓ импортрование одной или нескольких геометрических моделей (включает в себя индивидуальное позиционирование);
- ✓ использование поддержек;
- ✓ учет опорной плиты во время калибровки;
- ✓ задание нескольких точек для измерений;
- ✓ задание ортотропных собственных деформаций;
- ✓ задание различных собственных деформаций в каждой точке камеры принтера;
- ✓ использование нескольких стадий отрезки от опорной плиты (это доступно и для моделирования печати!);
- ✓ произвольные размеры для воксельной сетки.

Настройка моделирования процесса калибровки полностью идентична настройке стандартного процесса моделирования 3D-печати.



3. Учет различий деформаций в каждой точке рабочей зоны камеры принтера

Собственные деформации могут различаться в каждой точке опорной плиты, а также по высоте камеры. Причины этого могут быть разными – например, перекрывающиеся области сканирования для мультилазерных принтеров или легкая расфокусированность луча по краям опорной плиты.



Начиная с текущей версии, система *Simufact Additive* может учитывать эти эффекты при проведении прочностного анализа. При этом собственные деформации могут быть заданы равномерно распределенными (как в предыдущих версиях) или же пространственно-зависимыми.

Задавать собственные деформации можно разными способами: вручную, импортированием файла в формате *CSV* или же при помощи процесса калибровки для пространственно-зависимых собственных деформаций. Это позволяет получить более точные результаты для полностью заполненной опорной плиты и камеры принтера с помощью быстрого прочностного расчета.

4. Экстраполяция результатов на 3D TET/HEX-сетки

Система *Simufact Additive v4.0* поддерживает экспорт результатов в формате *UVN* на объемных сетках конечных элементов (КЭ). Файл в формате *UNV* может использоваться в стороннее программное обеспечение.



Каждая деталь содержит контейнер с объемной КЭ-сеткой. Эти сетки могут быть созданы (*TET*) или импортированы (*TET/HEX*).

Экспорт основывается на воксельных результатах и доступен в закладке “Результаты” при наличии на детали объемной КЭ-сетки. Названия деталей будут показаны в диалоговом окне при экспорте.

5. Обновленный решатель на основе MSC Marc v2018

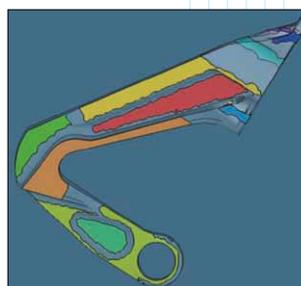
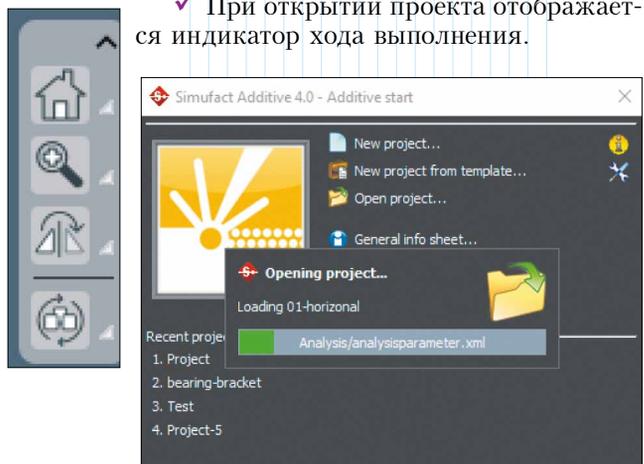
В версии *Simufact Additive v4.0* решатель *sfMarc* обновлен до *MSC Marc 2018*. Как результат:

- повысилась стабильность для этапов отрезки и удаления поддержек;
- увеличилась производительность – по сравнению с предыдущей версией, продолжительность моделирования сократилась на величину до 40%.

6. Другие улучшения

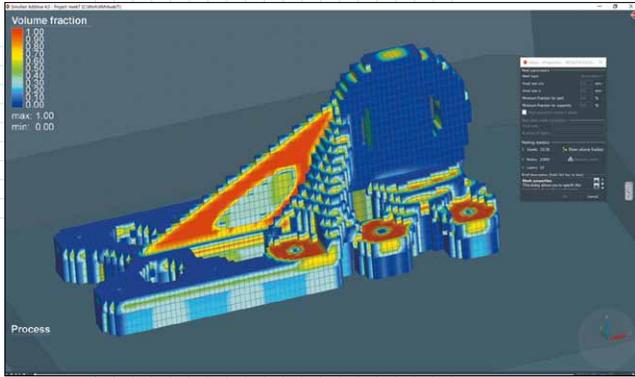
Помимо вышеописанных основных новаций, в систему внесено свыше сотни других улучшений, призванных обеспечить большее удобство и стабильность при использовании. Перечислим некоторые из них:

- ✓ Упростилось и ускорилось управление просмотром – благодаря новой панели инструментов камеры с основными функциями просмотра.
- ✓ При открытии проекта отображается индикатор хода выполнения.



✓ Реализован предварительный просмотр для опорных поверхностей, что позволяет ускорить поиск правильных параметров поддержек. При активации предварительного просмотра будут показаны поверхности, которые нуждаются в поддержке. При изменении параметров отображение автоматически обновляется.

✓ Обновлен *Materialise API* при работе с под-держками в формате *Materialise*.



✓ Визуализация объемной доли при работе с воксельными сетками позволяет проверить качество сетки и её параметры до начала моделирования.

✓ После создания *DAT*-файл может быть автоматически изменен с помощью внешней программы или скрипта.

✓ При обработке результатов можно получить дополнительные результаты для деформаций. В настройках для вывода результатов можно запросить тензор деформаций. Настройками по умолчанию можно управлять с помощью *INI*-файла.

✓ Все болты (крепёж) теперь можно удалить за один шаг, а не только последовательно.

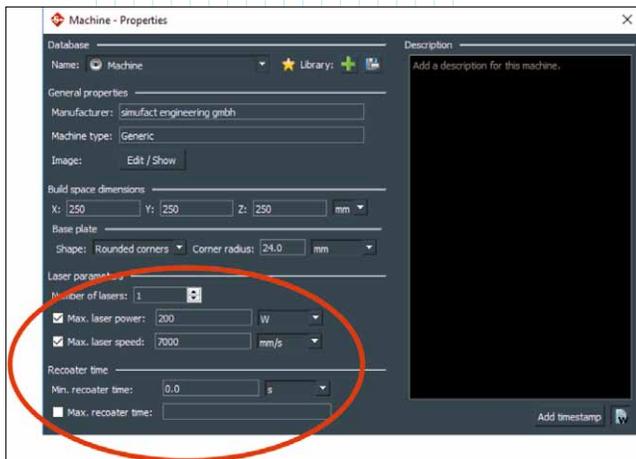
✓ Величина эффективности по умолчанию для теплового и тепло-прочностного анализа изменена на более реалистичную (25% вместо 50%).

✓ Добавлена возможность по копированию импортированных ранее деталей.

✓ Обеспечивается визуализация ошибок в настройке модели – путем выделения цветом зон пересечения деталей и поддержек, а также деталей и опорной плиты.

✓ Добавлена возможность организации очередей из заданий с помощью *Simufact Monitor*, который является частью установочного пакета.

✓ Для теплового и теплопрочностного расчетов включена информация о влиянии мультилазерных систем на продолжительность печати. Добавлены параметры лазера и время работы разравнивающего



устройства. Эта информация будет использоваться для проверки настроек на этапе теплового и тепло-прочностного расчетов.

✓ Расширена база данных о 3D-принтерах. Добавлены фотографии принтеров.

✓ Графический интерфейс (*GUI*) ускоряет и упрощает задание этапов обрезки от опорной плиты.

✓ При позиционировании в пространстве (перемещения и повороты) можно одновременно работать с несколькими деталями. Выбор нескольких тел в режиме позиционирования осуществляется с помощью левой кнопки мыши при нажатой клавише *Ctrl*.

✓ Гибкость при позиционировании обеспечивается благодаря возможности отката (*Redo*). Это позволяет легко и быстро сравнивать различные позиции тела в пространстве. Выбранная в данный момент кнопка подсвечивается при нажатии в поле ввода – чтобы определить, какое направление будет использоваться при нажатии *Enter*.

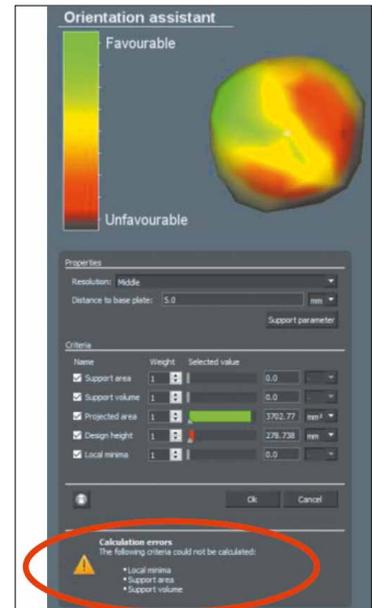
✓ Добавлено предупреждающее сообщение при выводе перемещений, если показанный в данный момент временной шаг находится после обрезки могут вводить пользователя в заблуждение из-за эффекта больших перемещений и вращений детали (как твердого тела), то ему рекомендуется использовать результат “сравнения формы деталей”.

✓ Детали теперь могут быть импортированы даже в том случае, если они находятся вне рабочего пространства принтера или не помещаются в это пространство. Красная подсветка на стенках принтера указывает, что по крайней мере одна деталь не находится внутри рабочего пространства.

✓ В инструмент по выбору наилучшей ориентации детали в пространстве добавлена обработка ошибок в случае, когда не удается рассчитать какой-то критерий (чтобы избежать неправильной интерпретации результатов).

✓ Появились возможности ускорить моделирование за счет:

- активации нескольких слоев за шаг по времени – в прочностном, тепловом и тепло-прочностном расчетах (по умолчанию используется



один воксельный слой на каждый шаг по времени);

- выполнения связанных шагов только в конце слоя (поддерживается только в теплопрочностном расчете). По умолчанию выполняется четыре связанных шага на слой, новая же опция выполняет один связанный шаг на слой воксельных элементов.

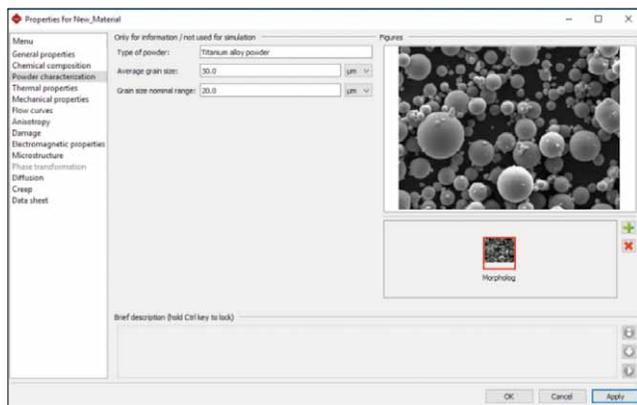
Эти функции пока являются экспериментальными, так что нельзя гарантировать, что все возможные варианты доступны и работают.

- ✓ Если разблокировать процесс и запустить снова без каких-либо изменений, будет отображаться соответствующая ошибка (и расчет не будет запущен).

- ✓ Результат “*Shape Comparison*” переименован в “*Surface Deviation*”. Теперь он рассчитывается на основе расстояний между узлами, а не между элементами. Новый метод обеспечивает более высокую точность.

- ✓ При прочностном расчете можно задать отрицательные значения для начального угла штриховки и приращения этого угла при печати.

- ✓ В *Simufact Material* добавлена страница для документирования свойств порошка (включая визуальное изображение).



- ✓ В свойства материалов добавлена *скрытая теплота испарения*, что необходимо для более точного учета физических эффектов при тепловом и теплопрочностном расчетах и предотвращении перегрева.

- ✓ Улучшилась воспроизводимость для высокочувствительных расчетов с использованием решателя *Pardiso*.

- ✓ Переработан дизайн графического интерфейса *Simufact Demos*.

- ✓ Форма опорных плит в библиотеке переработана для обеспечения большей реалистичности.

- ✓ Для решения проблемы, связанной со слишком маленьким минимальным размером ребра элемента, установлено минимально допустимое значение в 1% от номинального размера элемента.

- ✓ Если расчет завершается с ошибками, в основном окне появится гиперссылка на связанный с этими ошибками информационный лист. Эта дает быстрый и простой доступ к информации об ошибке и её причинах.



- ✓ Улучшен дизайн окна для задания ортотропных механических и тепловых свойств материала поддержек.

- ✓ Для порошковых материалов добавлены предел прочности и предел текучести.

Преимущества использования *Simufact Additive*:

- Новая концепция интуитивно понятного, легкого в освоении и использовании графического интерфейса позволяет подготовить модель к расчету в течение нескольких минут.

- Высокая скорость расчетов обеспечивается и на настольных компьютерах, и даже на ноутбуках.

- Решение является масштабируемым, что позволяет выбирать между быстрым расчетом для выявления основных проблем и подробным исследованием для глубокого изучения задачи.

- Обеспечивается быстрое создание воксельных КЭ-сеток на деталях любых форм и на поддерживающих структурах.

- Охватывается не только непосредственно процесс 3D-печати, но и вся производственная цепочка, вплоть до получения конечного результата.

- Пользователь получает современные надежные средства на основе решателя *Marc* – лидирующего инструмента для инженерного анализа нелинейных процессов.

- Встроенные решения от компании *Materialise Magics* расширяют способы создания эффективных поддерживающих структур.

Немаловажные преимущества обеспечивает и сотрудничество *MSC Software* с другими компаниями в этой сфере:

- партнерские отношения с известным производителем 3D-принтеров – компанией *Renishaw*, а также тесные связи со всеми ведущими немецкими производителями 3D-принтеров;

- партнерство с компанией *MRL (Material Resources Ltd)*, которая специализируется на прогнозировании микроструктуры материалов.

Более подробную информацию о возможностях *Simufact Additive v4.0* можно найти в документации. 😊