

Как технологии Siemens поднимают литье в песчаные формы на недостижимый ранее уровень

Олег Васильевич Чиж

Менеджер по развитию направления «Автоматизация обработки (NX CAM)»

Технологическая подготовка литья в песчаные формы в одной системе

Глобальная конкуренция

**Изделия становятся более сложными,
все меньше на рынке простых заказов**

**Потребители ожидают высокого
качества**

**Как получить больше заказов,
конкурировать по цене и сократить
сроки поставки?**

Как выиграть сложный заказ?

**Как удовлетворить требования к
качеству?**

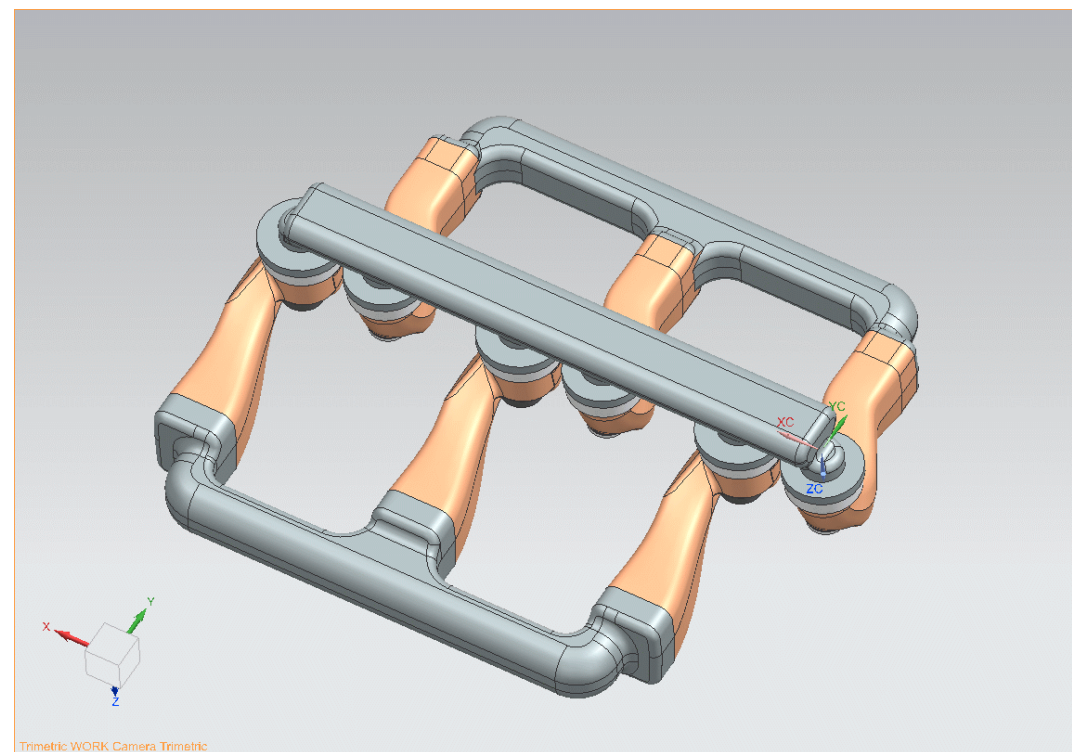
Отраслевые тенденции

3D печать в проектировании и производстве литейной оснастки

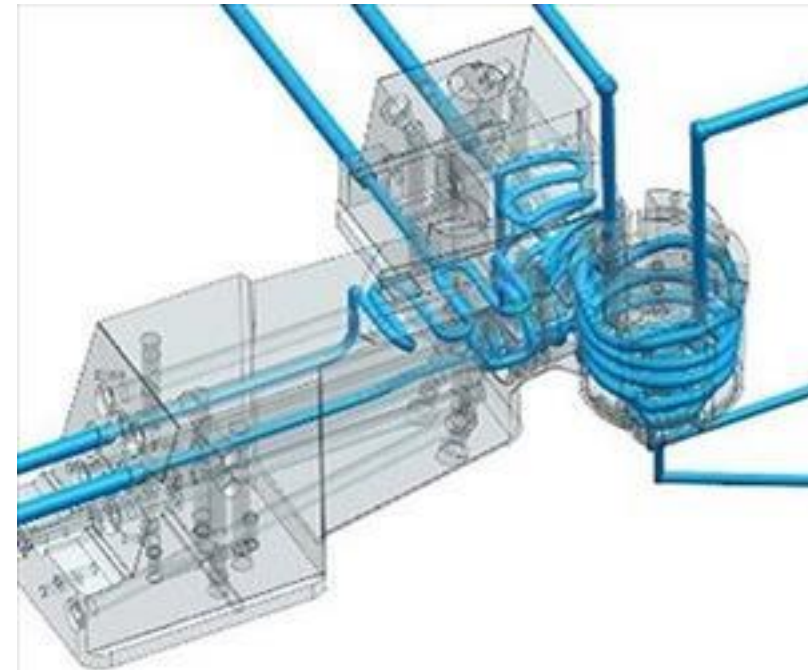
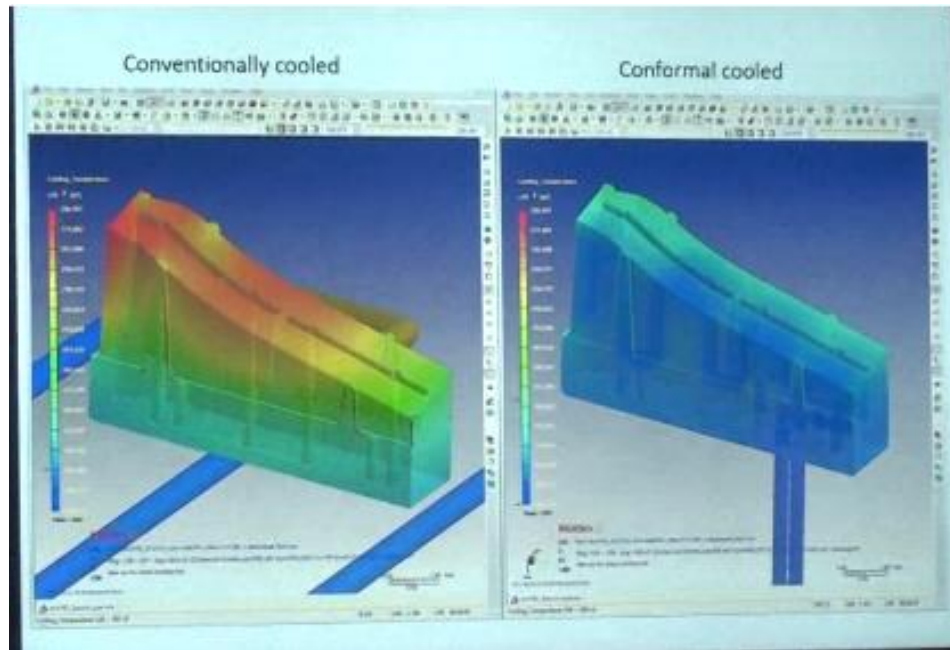
3D печать песчаных форм



3D печать стержней



Отраслевые тенденции 3D печать конформных каналов охлаждения



**Изменение подходов к
изготовлению литьевых форм**

Процесс проектирования и изготовления литьевых форм

Анализ изделия

Расчёт стоимости отливки

Исправление модели изделия

Проектирование песчаных форм

Разработка технологии литья

Анализ процесса литья и оценка характеристик отливки

Подготовка к 3D печати форм и стержней

Анализ процесса 3D печати форм и стержней

3D печать форм и стержней

Сборка формы

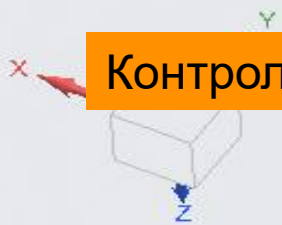
Литье

Контроль качества отливки

Контроль качества отливки

Механическая обработка отливки

Контроль качества детали



Процесс проектирования и изготовления пресс-форм

Типичные проблемы

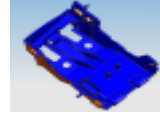
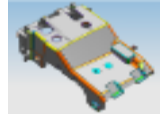


Экспертные встроенные процессы для проектирования литьевых форм



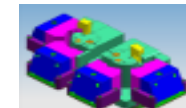
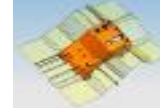
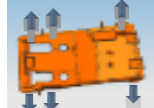
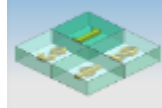
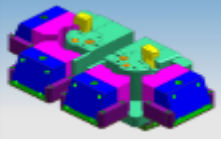
Сопровождение и контроль изменений конструкции

Анализ изделия



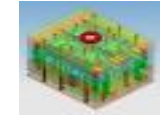
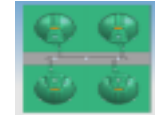
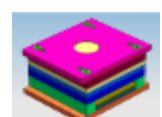
Анализ толщины стенок Анализ радиусов и острых углов Анализ литейных уклонов Усадка

Оформляющие



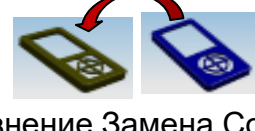
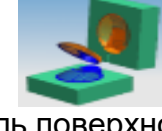
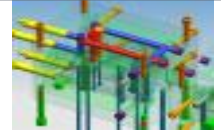
Компоновка Определение областей Поднутрения Разъём Разделение матрицы и пуансона Стержневая система

Компоновка



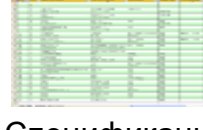
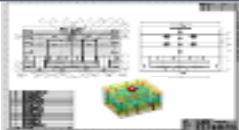
Стандартные элементы Литниковая система Литники Литниковые каналы Стандартные детали

Проверка



Контроль поверхности разъёма Пересечение/Зазоры Сравнение Замена Соответствие

Детализация



Создание карманов

Спецификация

Чертежи

Лучшие в классе целевые показатели > 96%

Ключевые технологические инструменты:

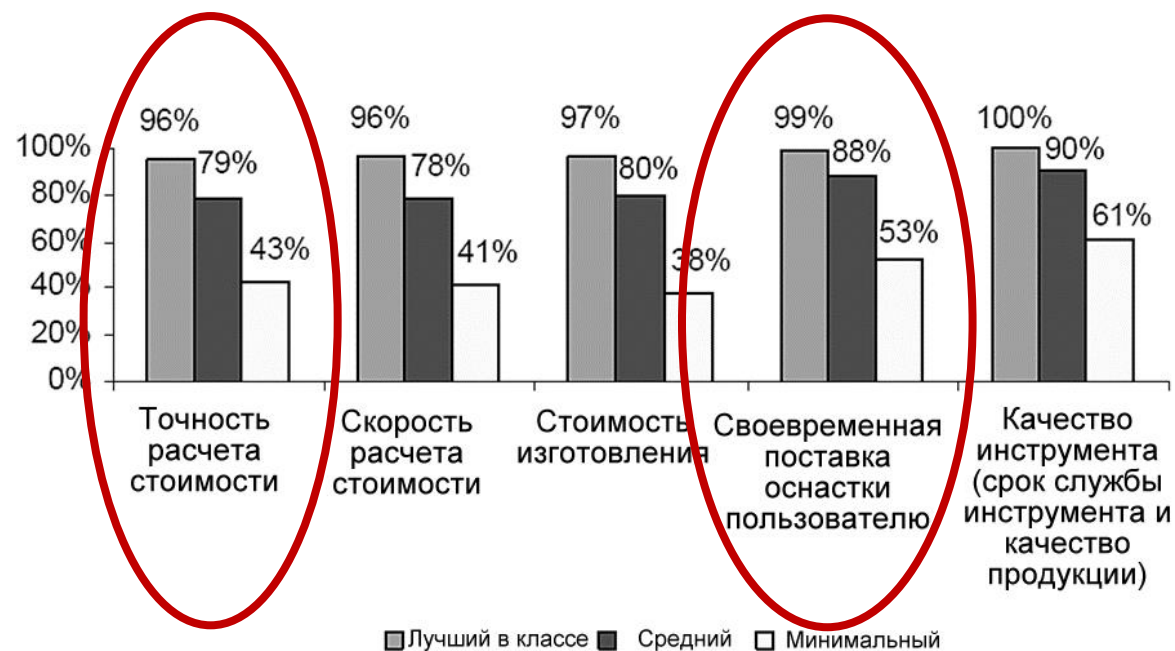
Интегрированный CAD / CAM / CAE

Ускорение разработки инструмента с максимальной автоматизацией

Оценка технологичности деталей и оснастки в процессе моделирования (DFM)

Управление разработкой инструментов с помощью PDM / PLM

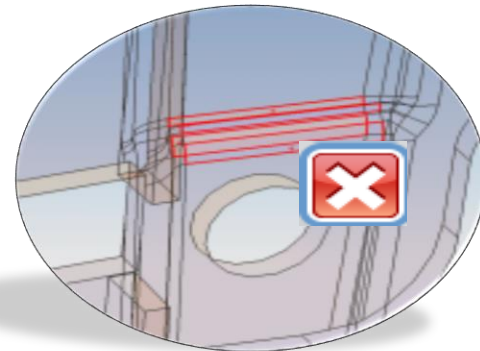
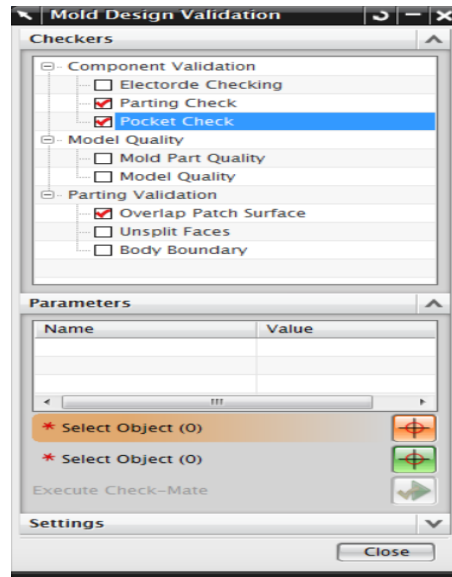
Проверенные решения и проекты для повторного использования



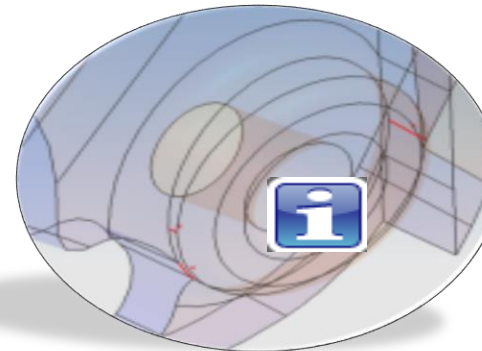
ИСТОЧНИК: ABERDEEN GROUP,
THE 21ST CENTURY MOLD & DIE SHOP

Анализ изделия - качество данных / исправление

Правильные данные - это необходимое условие для успешного проекта проектирования пресс-формы.
Дизайнеры могут использовать NX для лечения геометрии в несколько простых шагов.



Смещенные объекты



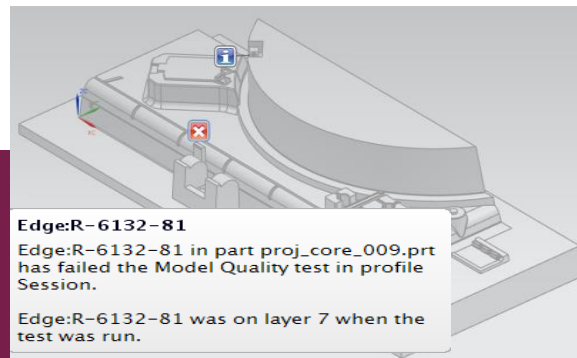
Допуски



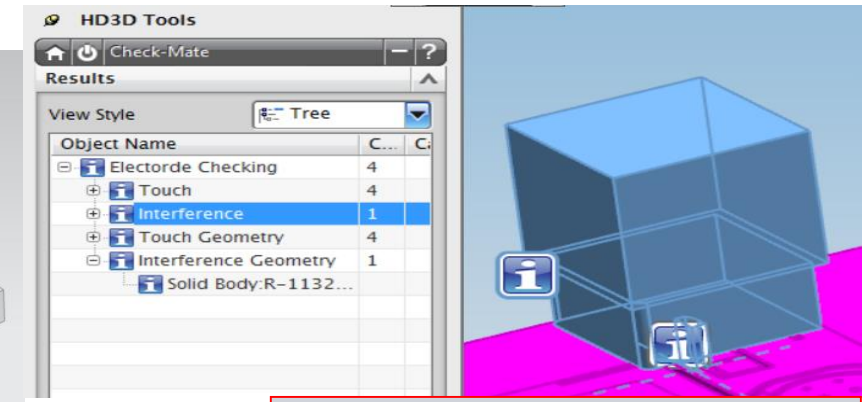
Крошечные объекты

Возможные проверки

СОВЕТ ПО ОПТИМИЗАЦИИ: Анализ геометрии для выявления геометрических проблем, исправление модели с использованием возможностей моделирования / экспорта и лечения геометрии



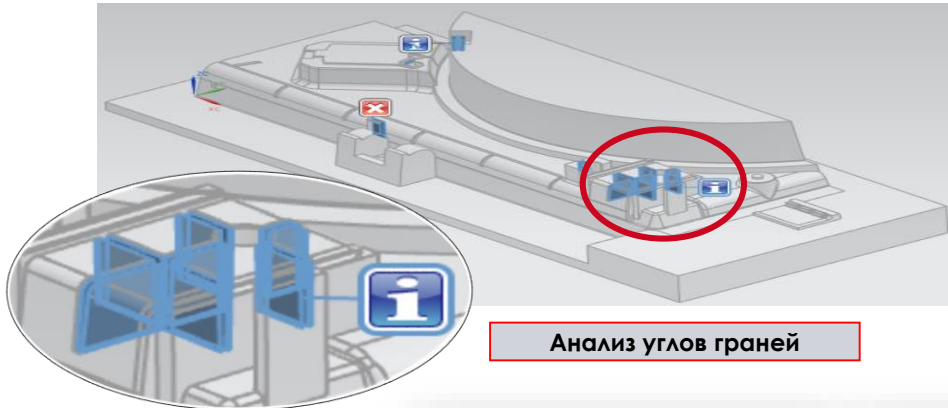
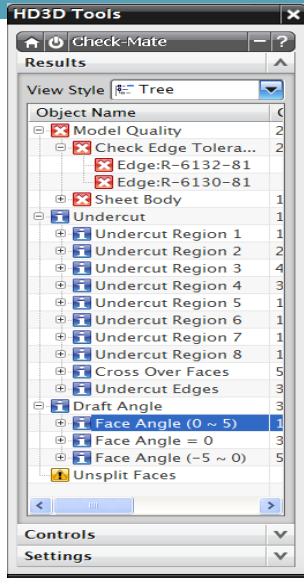
Отчеты



Проверка процесса 3D печати

Анализ изделия - проверка на технологичность

“Возможности NX в поиске линий разъема значительно повышает производительность.”
Фернандо Эна, дизайнер пресс-форм, Plasticos Castella, S.A. (Испания)

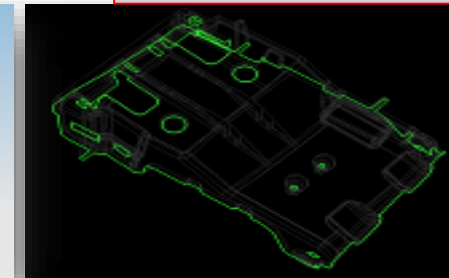
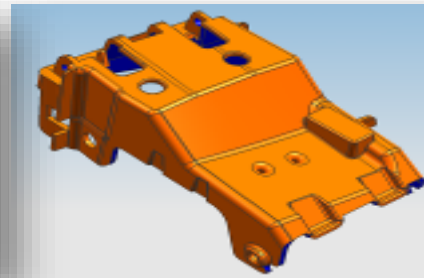
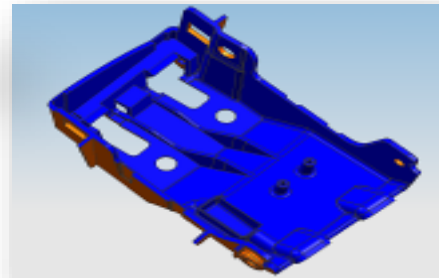
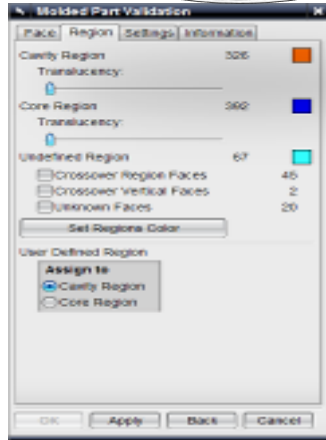


Анализ углов граней



Анализ литейных уклонов

Определение поднутрений

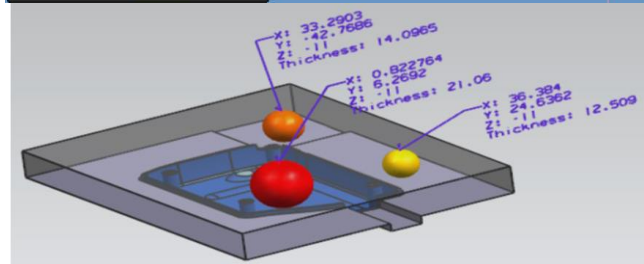
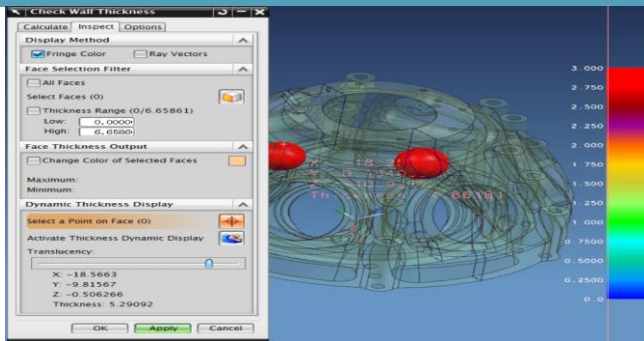


Предварительный просмотр Пуансона / Матрицы / Линии разъема

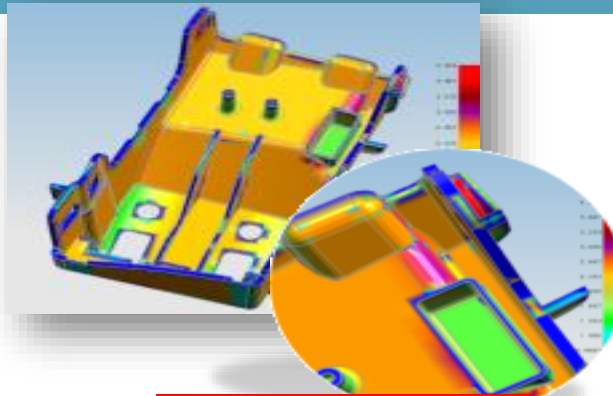
СОВЕТ ПО ОПТИМИЗАЦИИ : Используйте проверку конструкции пресс-формы HD3D и валидацию литых деталей, чтобы оценить технологичность деталей в процессе проектирования.

Анализ изделия - анализ свойств

“Мы сократили время на анализ технологичности сложных изделий с 3-10 дней до менее чем 1 дня, а также повысили точность определения потенциальных проблем проектирования». Бен Ядао, инженер, Международная корпорация грузовиков и двигателей (США)



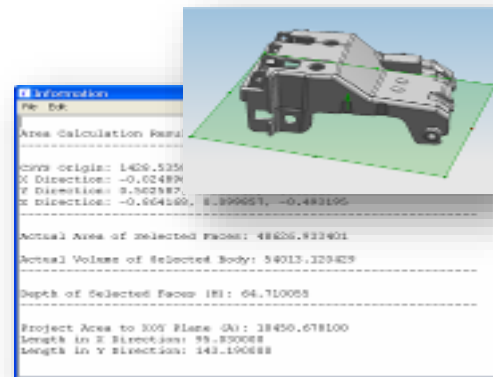
Толщина стенок



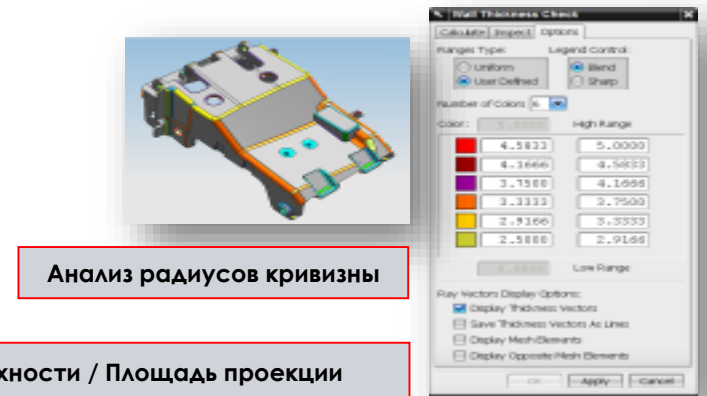
Метод катящегося шарика



Метод трассировки лучей

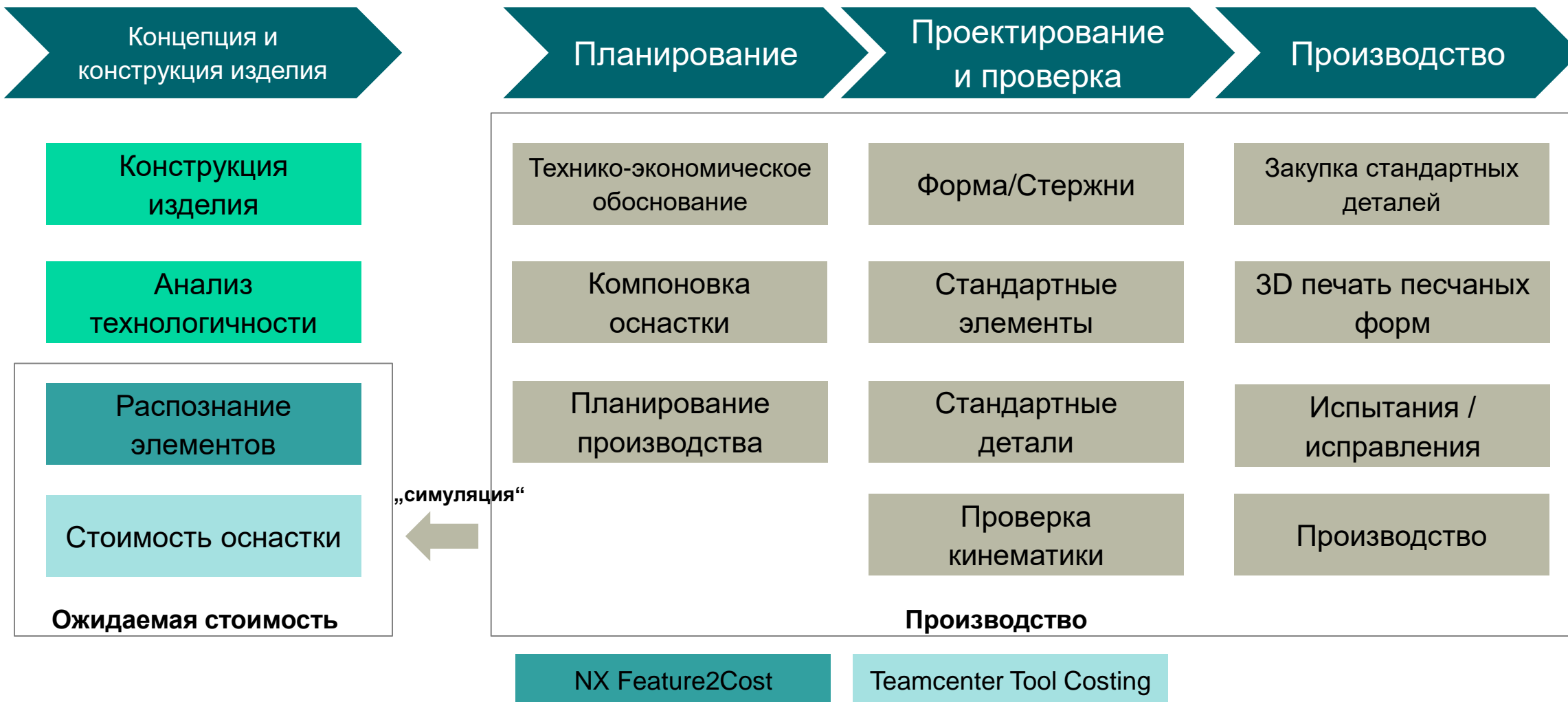


Объем / Площадь поверхности / Площадь проекции



Анализ радиусов кривизны

Расчёт стоимости инструмента на ранней стадии



NX Feature2Cost

Введение в новое решение

Управление стоимостью изделия в Teamcenter

- Стоимость изделия
- Стоимость оснастки
- Расчёт рентабельности
- Справочные данные

The screenshot shows the 'Cost Breakdown' tool in Teamcenter. It features a table with columns for Designation, Origin, Quantity, Unit, Price / Quantity, Costs, and Currency. The table lists various manufacturing processes and materials. To the right of the table is a pie chart titled 'Analyze according to: Costs' showing the distribution of costs across different categories. A legend below the pie chart identifies categories like Machining, Heat and surface treatment, Engineering, and Press and optimization.

→ превращение факторов, определяющих стоимость, в реальные затраты на инструмент



NX Feature2Cost

NEW!

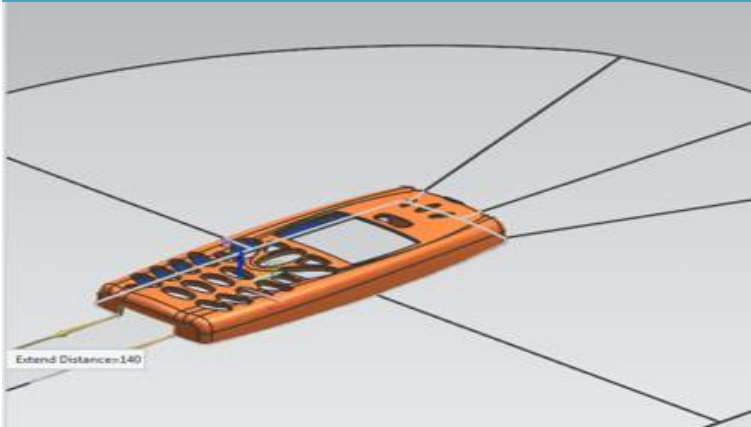
- Визуализация детали
- Распознавание элементов
- Определение основной стоимости
- Ручное взаимодействие для изменения основной стоимости

The screenshot shows the NX Feature2Cost software interface. On the left, there is a 'Mold Feature Recognition' dialog box with options for 'Product', 'Select Body (1)', and 'Specify Orientation'. Below this is an 'Analyze Result' table with columns for Name, Quantity, Undercut, Rib, and Openings/Drust. The table lists various features like RIB1, RIB2, CHAM1, etc. On the right, a 3D model of a mechanical part is shown with orange arrows pointing to different features, indicating the software's ability to recognize and analyze them.

→ Распознавание стоимости по геометрическим элементам

Экспертные встроенные инструменты

Интегрированный процесс

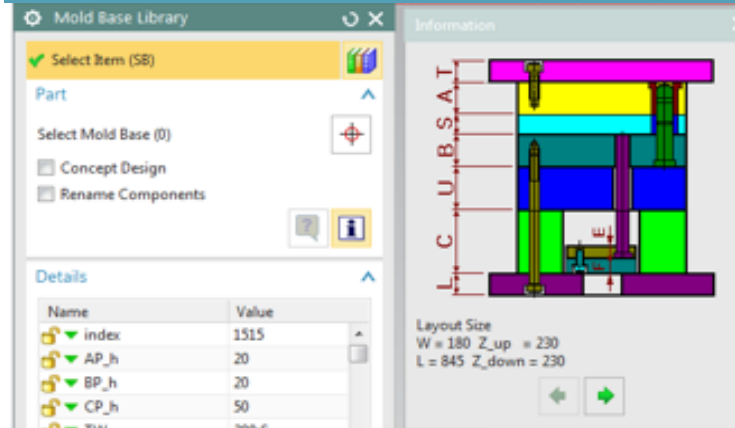


Полная ассоциативность между моделью изделия и литьевой формой

Мощные инструменты построения разъёма

Автоматический поиск поднутрений

Повторное использование знаний

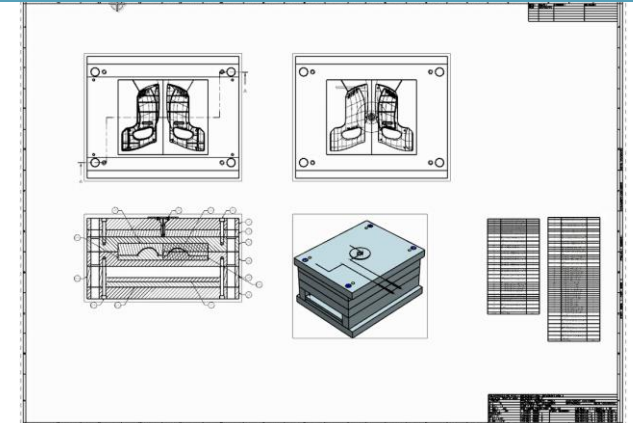


Библиотека элементов литьевых форм (литниковые системы, замки сборки ...)

Каталоги стандартных деталей

Интеграция с библиотекой повторного использования NX

Автоматические чертежи и спецификация



Чертежи

Таблицы отверстий

Документация по контролю качества, сборке в цехе

Программы для КИМ

NX Mold Wizard

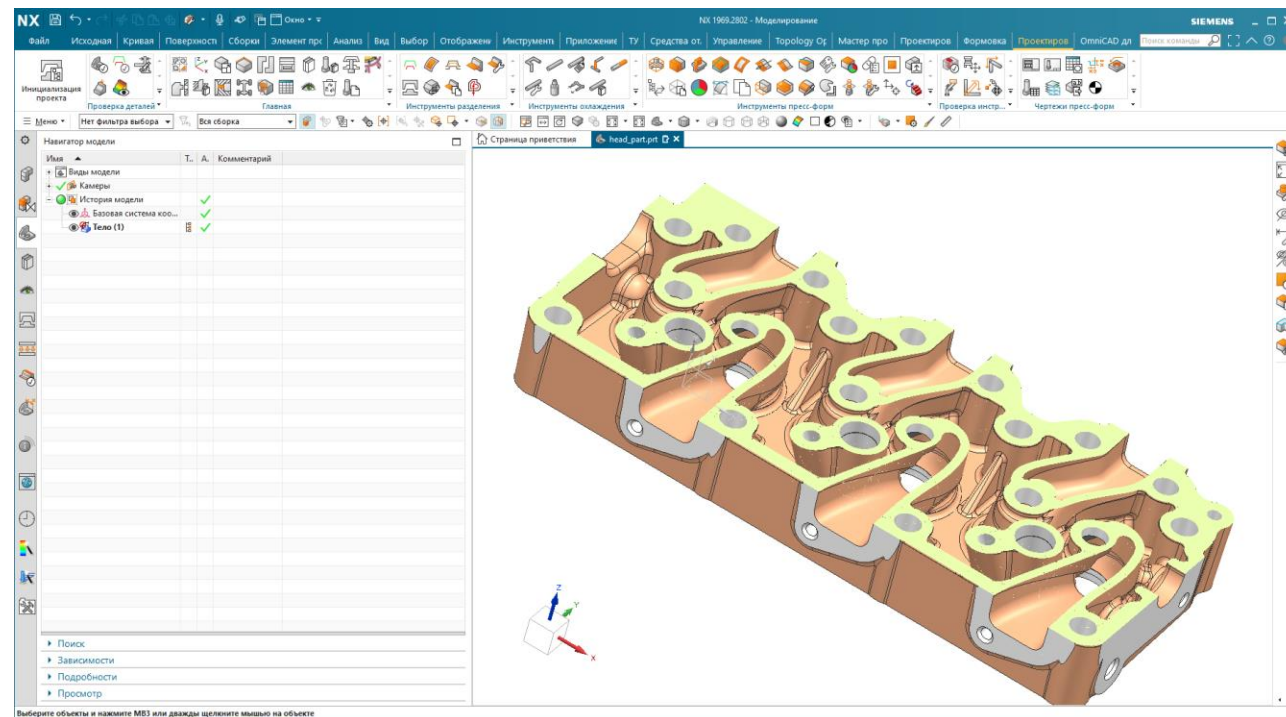
Автоматизация задач проектирования литьевых форм

Встроенные процессы на основе базы знаний повышают производительность и качество благодаря специализированным приложениям и последовательности выполняемых действий

Повышение скорости и качества за счёт повторно используемых стандартов проектирования, библиотек пользовательских и стандартных компонент

Доверие и репутация растут, когда проекты пресс-форм проверены и утверждены

Процессы улучшаются, когда набор решений полностью интегрирован



Экспертные встроенные процессы для проектирования пресс-форм



Сопровождение и контроль изменений конструкции

Анализ изделия

- Анализ толщины стенок
- Анализ радиусов и острых углов
- Анализ литейных уклонов
- Усадка

Матрица/Пуансон

- Компоновка
- Определение областей
- Поднутрения
- Разъём
- Разделение матрицы и пуансона
- Ползуны и подвижные знаки

Компоновка формы

- Пакеты пресс-форм
- Толкатели
- Система охлаждения
- Литники
- Литниковые каналы
- Стандартные детали

Проверка

- Контроль поверхности разъёма
- Пересечение/Зазоры
- Сравнение
- Замена
- Соответствие

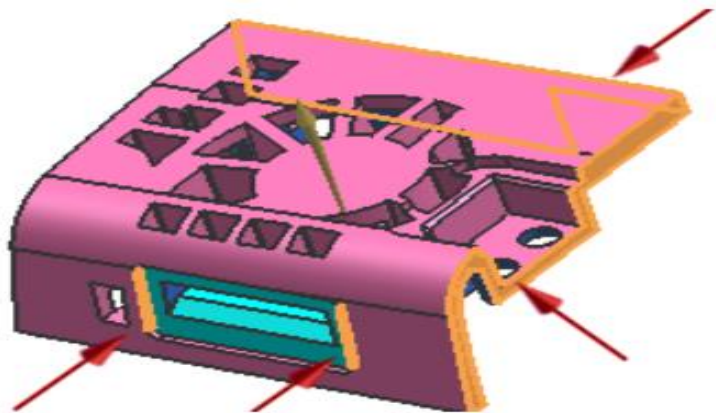
Детализация

- Создание карманов
- Спецификация
- Чертежи

Проверки

Проверки конструкции на ранних стадиях проекта

Технологичность отливки

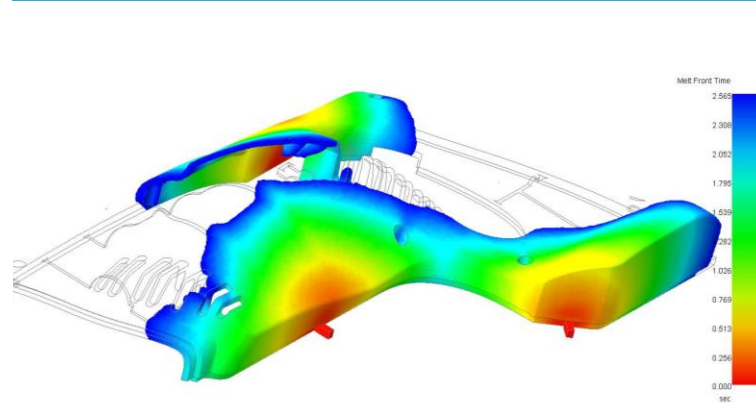


Проверка пресс-формы и деталей

Анализ уклонов, усадки, радиусов и многого другого

Проверка конструкции на технологичность (DFMPro)

Анализ процесса литья

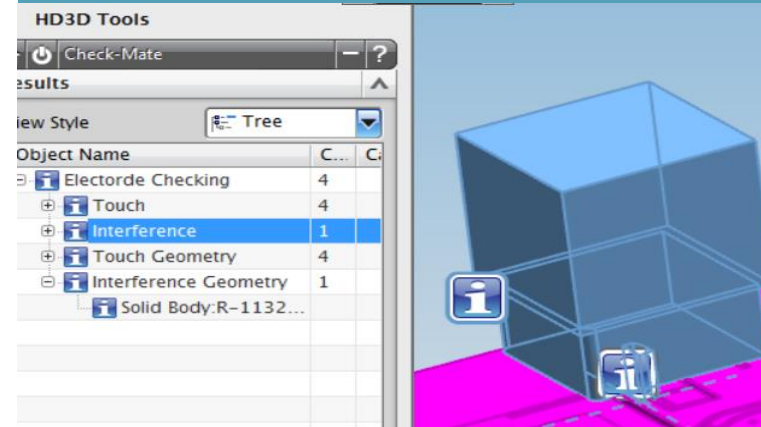


Многофазное моделирование заполнения формы, включая эффекты поверхностного натяжения

Затвердевание металла

Передача тепла через жидкость и сборку формы

Анализ песчаной формы



Проверка зазоров

Проверка разъёма и освобождений

Повышение жёсткости формы с помощью анализа прочности и определения острых углов

Проверки

Повышение качества литевых деталей



Распределение усадки



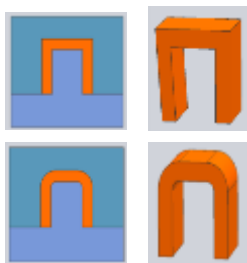
Проливаемость – анализ уклонов



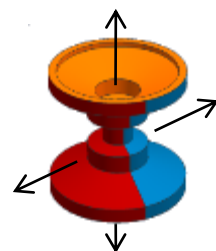
Деформация - неоднородная толщина стенки



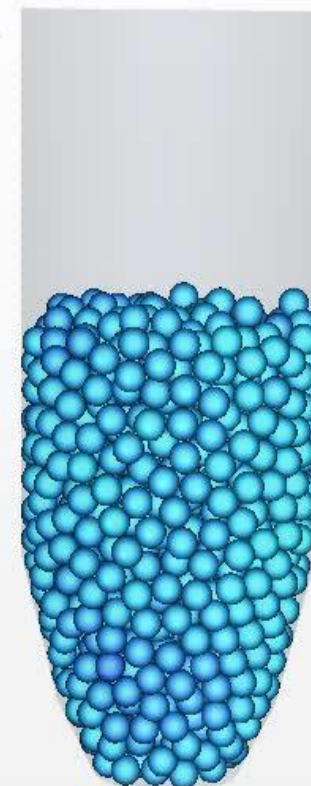
Усадка - анализ толщины стенки



Проливаемость – анализ радиусов скруглений



Проливаемость - анализ поднутрений



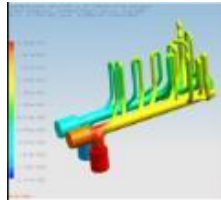
Particle Temperature (K)
300.00 400.00 500.00 600.00 700.00 800.00



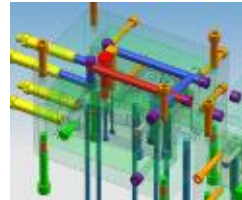
Solution Time 2.05 (s)

Проверки

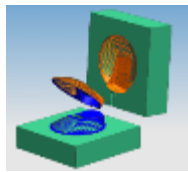
Обеспечение качества формы, симуляция перемещений



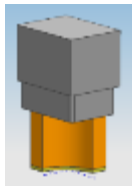
Анализ заполнения



Анализ пересечений / зазоров



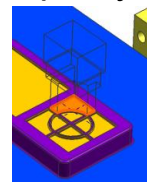
Анализ разъёма



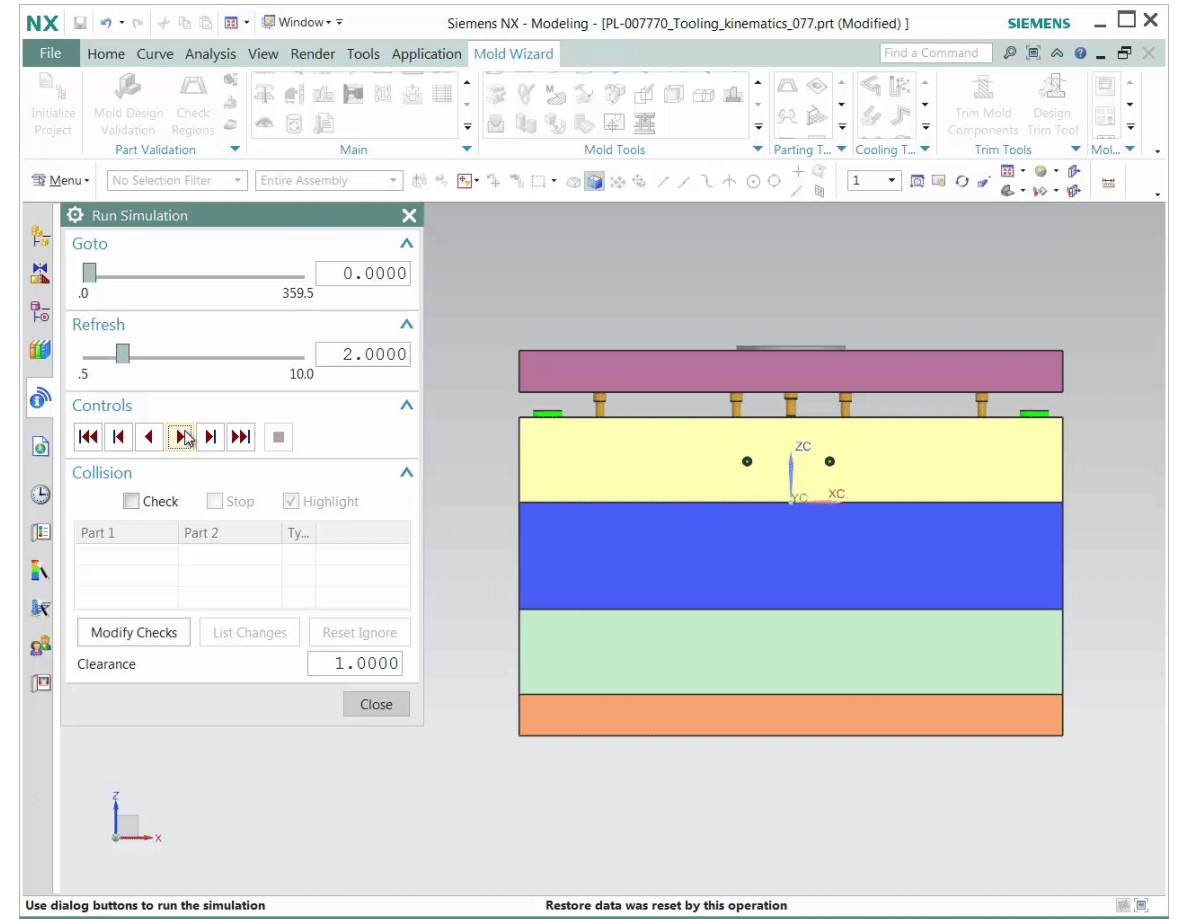
Анализ стержней



Обнаружение острых углов



Анализ пересечений стержней



Литье в песчаные формы - Анализ

Ключевые требования

SIEMENS
Ingenuity for life

Эффективная CAD система и генератор сетки

Мульти физика

Данные о материалах

Анализ дефектов и металлургия

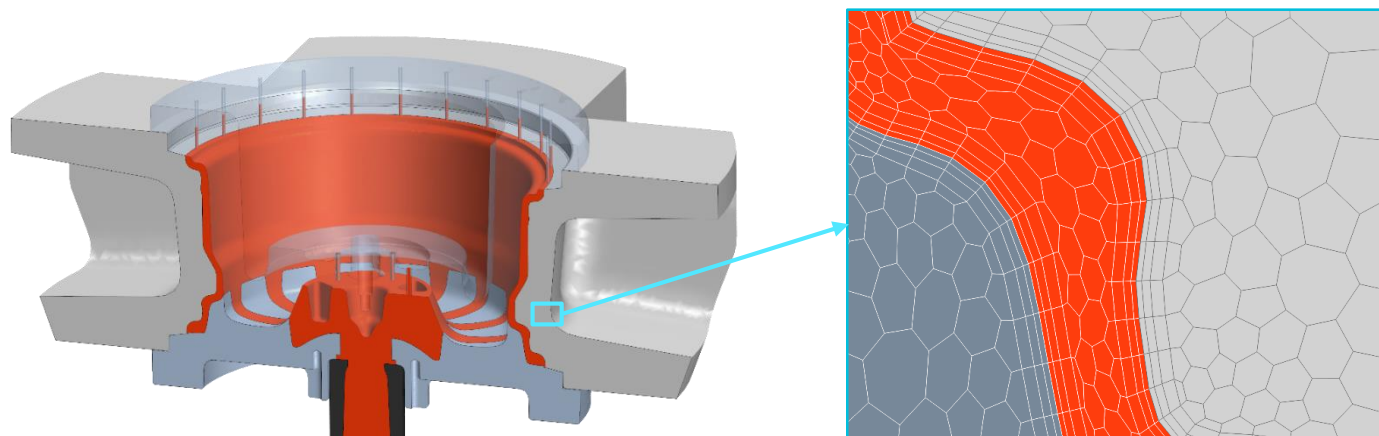
Широкий охват процессов

Скорость и производительность

Мощная обработка результатов

Simcenter STAR-CCM+

- Гибкая и надёжная обработка исходных и нейтральных CAD данных
- Надёжный генератор сетки для сложных геометрических элементов
- Решение как жидких, так и твёрдых областей для точного моделирования сопряжённого теплопереноса



Ключевые требования

Эффективная CAD система и генератор сетки

Мульти физика

Данные о материалах

Анализ дефектов и металлургия

Широкий охват процессов

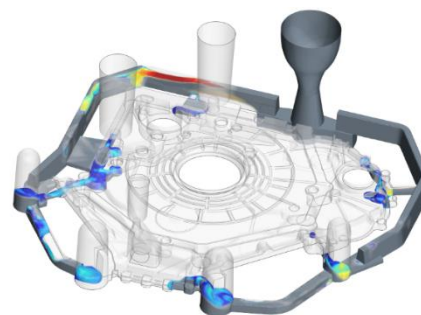
Скорость и производительность

Мощная обработка результатов

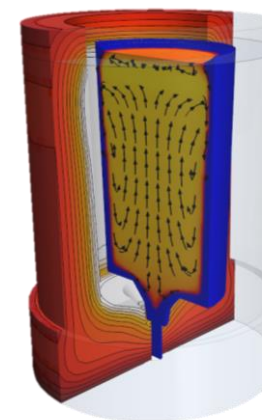
Simcenter STAR-CCM+

Включает всю необходимую физику:

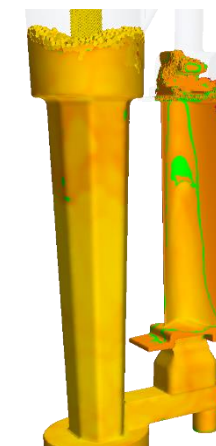
- Многофазное моделирование заполнения формы, включая эффекты поверхностного натяжения
- Затвердевание металла
- Передачу тепла через жидкость и сборку формы



Литье в песчаные формы



Гравитационное литье



По выплавляемым моделям

Ключевые требования

Эффективная CAD система и генератор сетки

Мульти физика

Данные о материалах

Анализ дефектов и металлургия

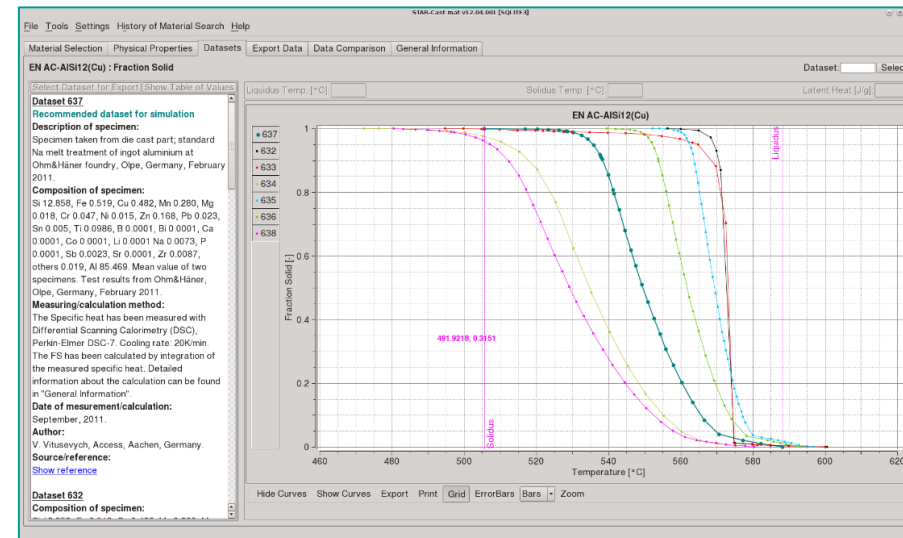
Широкий охват процессов

Скорость и производительность

Мощная обработка результатов

Simcenter STAR-CCM+

- Данные материала в зависимости от температуры
- Возможность импорта или изменения данных о материалах
- Встроенная база данных материалов



Ключевые требования

SIEMENS
Ingenuity for life

Эффективная CAD система и генератор сетки

Мульти физика

Данные о материалах

Анализ дефектов и металлургия

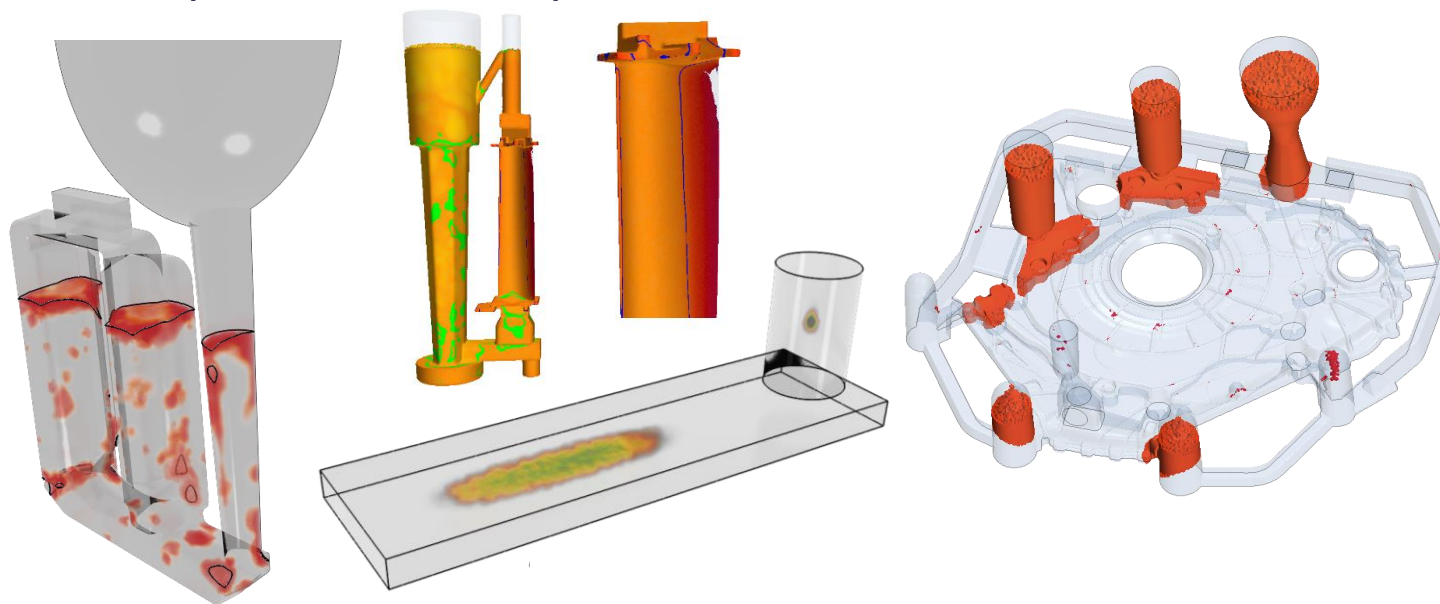
Широкий охват процессов

Скорость и производительность

Мощная обработка результатов

Simcenter STAR-CCM+

- Методы прогнозирования дефектов литья, таких как микро усадка, макропоры, оксиды, газопроницаемость.
- Металлургический анализ: расстояние между ветвями дендритов, тип затвердевания



Ключевые требования

Эффективная CAD система и генератор сетки

Мульти физика

Данные о материалах

Анализ дефектов и металлургия

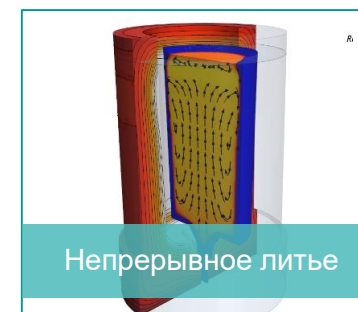
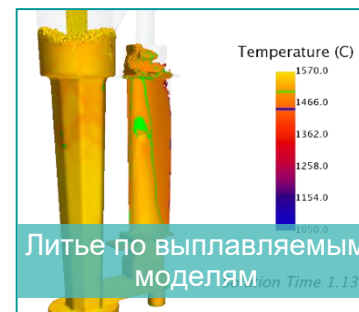
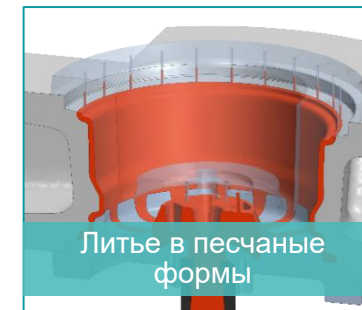
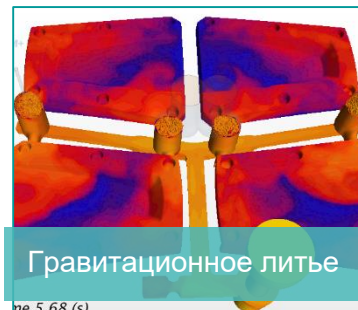
Широкий охват процессов

Скорость и производительность

Мощная обработка результатов

Simcenter STAR-CCM+

- Гибкость моделирования большинства процессов литья
- Адаптация моделирования под меняющиеся инженерные цели



Ключевые требования

Эффективная CAD система и генератор сетки

Мульти физика

Данные о материалах

Анализ дефектов и металлургия

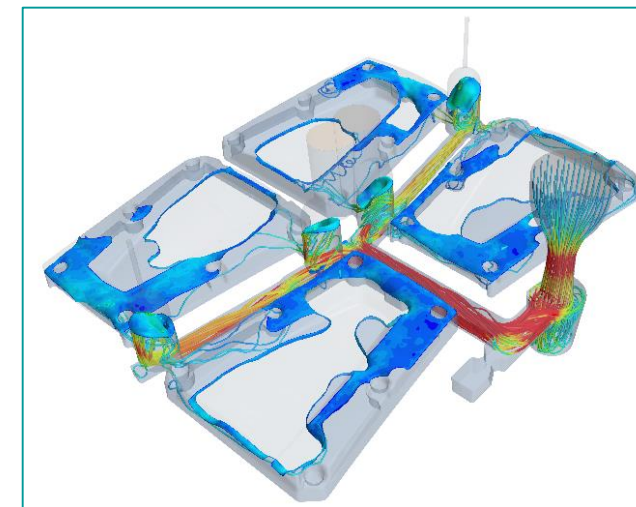
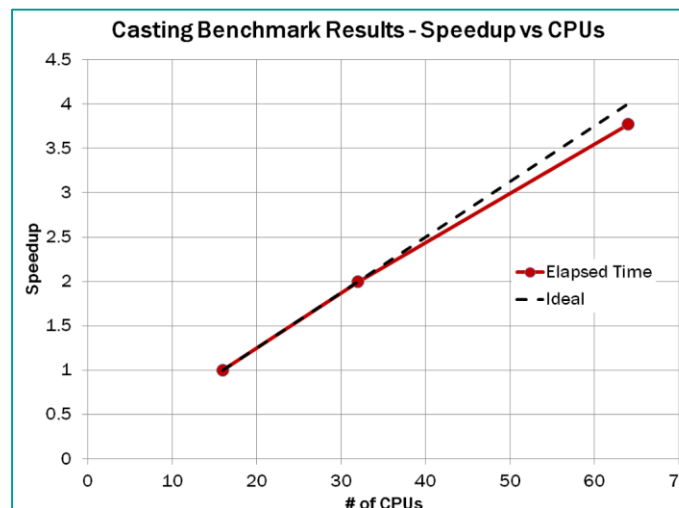
Широкий охват процессов

Скорость и производительность

Мощная обработка результатов

Simcenter STAR-CCM+

- Надёжный решатель заполнения и отверждения
- Отличная масштабируемость для мульти физического моделирования
- Адаптация необходимых моделей под инженерные нужды



Ключевые требования

Эффективная CAD система и генератор сетки

Мульти физика

Данные о материалах

Анализ дефектов и металлургия

Широкий охват процессов

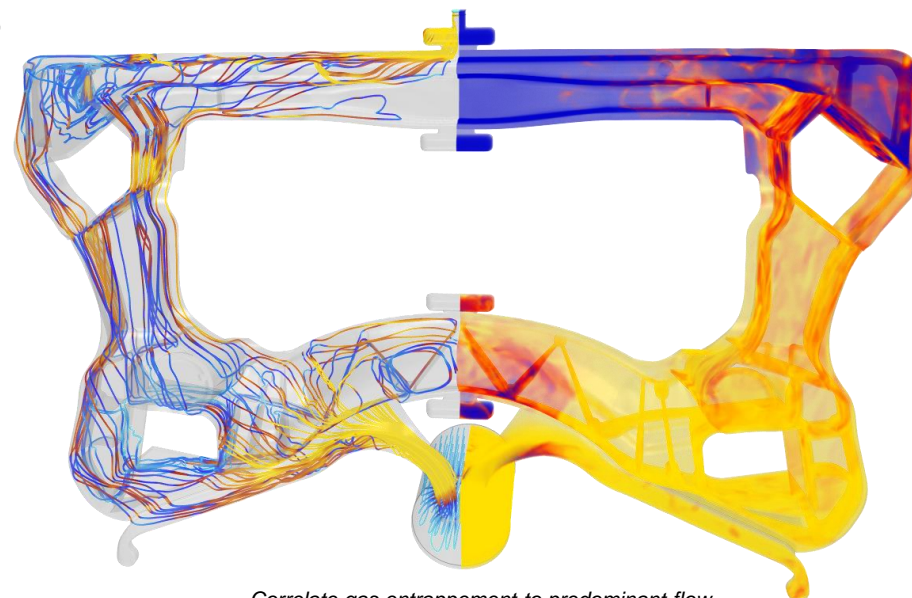
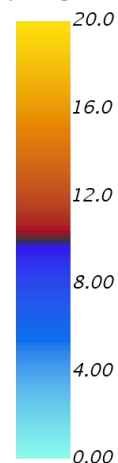
Скорость и производительность

Мощная обработка результатов

Simcenter STAR-CCM+

- Гибкий анализ и визуализация переходных данных
- Инструменты для исследования причин, следствий и зависимостей между инженерными параметрами

Velocity: Magnitude (m/s)



Volume Fraction of EN-AC-AISI10MnMg-Liquid

Correlate gas entrapment to predominant flow pattern

Моделирование литья в Simcenter STAR-CCM+

Эффективная CAD система и генератор сетки

Мульти физика

Данные о материалах

Анализ дефектов и металлургия

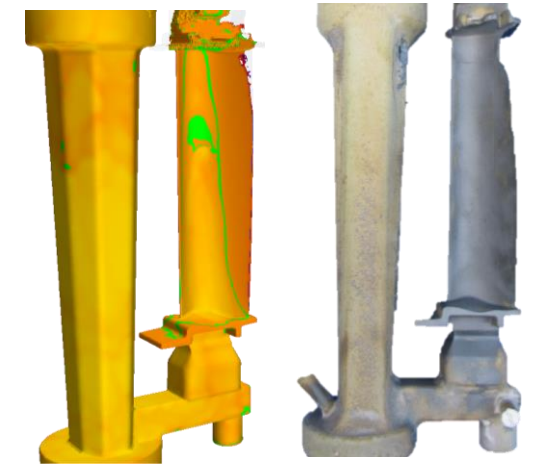
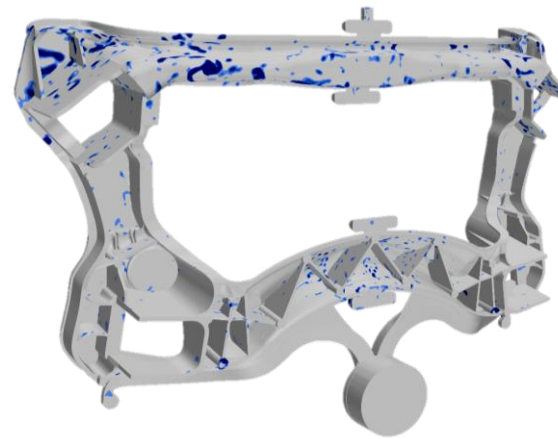
Широкий охват процессов

Скорость и производительность

Мощная обработка результатов

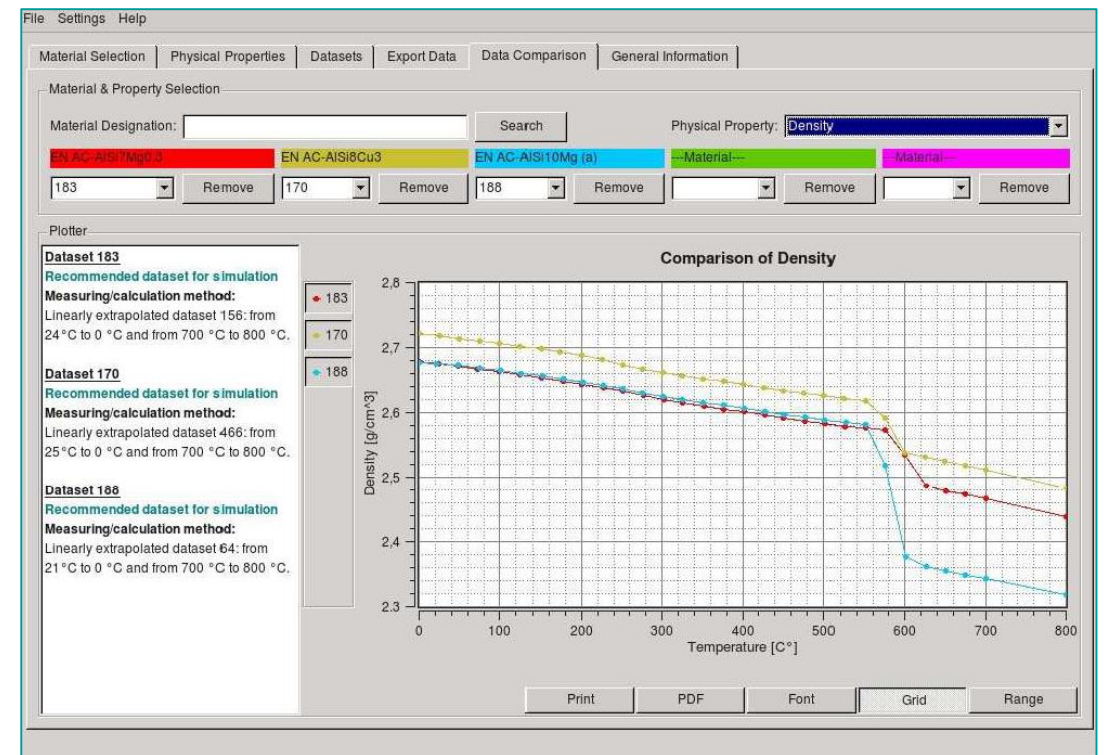
Spotlight on Casting

- Прогнозное моделирование заполнения формы и затвердевания отливки
- Надёжные данные о материалах для всего диапазона процессов
- Полный набор моделей для прогнозирования дефектов отливок
- Широкий охват процессов литья



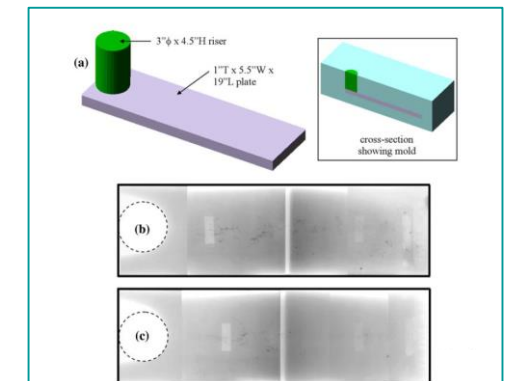
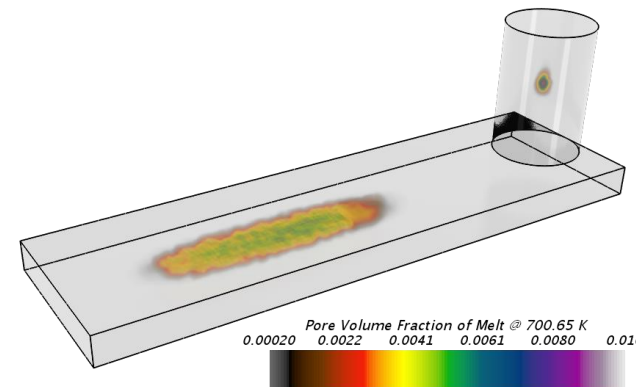
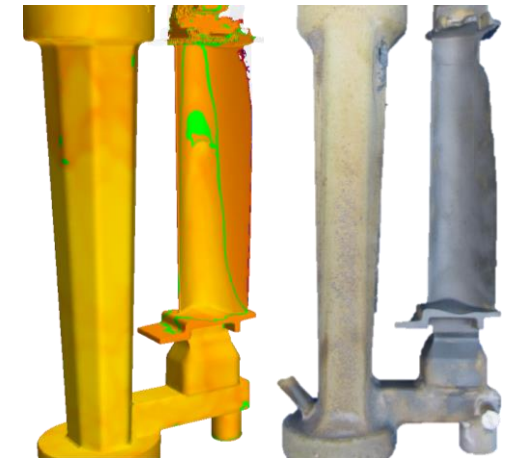
Данные о материалах

- База данных литейных материалов Access Technology содержит высококачественные данные о материалах для:
 - Литейные сплавы
 - Постоянные и выплавляемые материалы для пресс-форм
 - Стержни, охлаждаемые и вспомогательные материалы, такие как изоляционная вата
- Большинство данных о материалах поступает из измеренных образцов сплава, причём данные доступны от комнатной температуры до температуры выше T_{liquidus}
- База данных может быть дополнена собственными наборами данных пользователя.



Анализ дефектов и металлургия

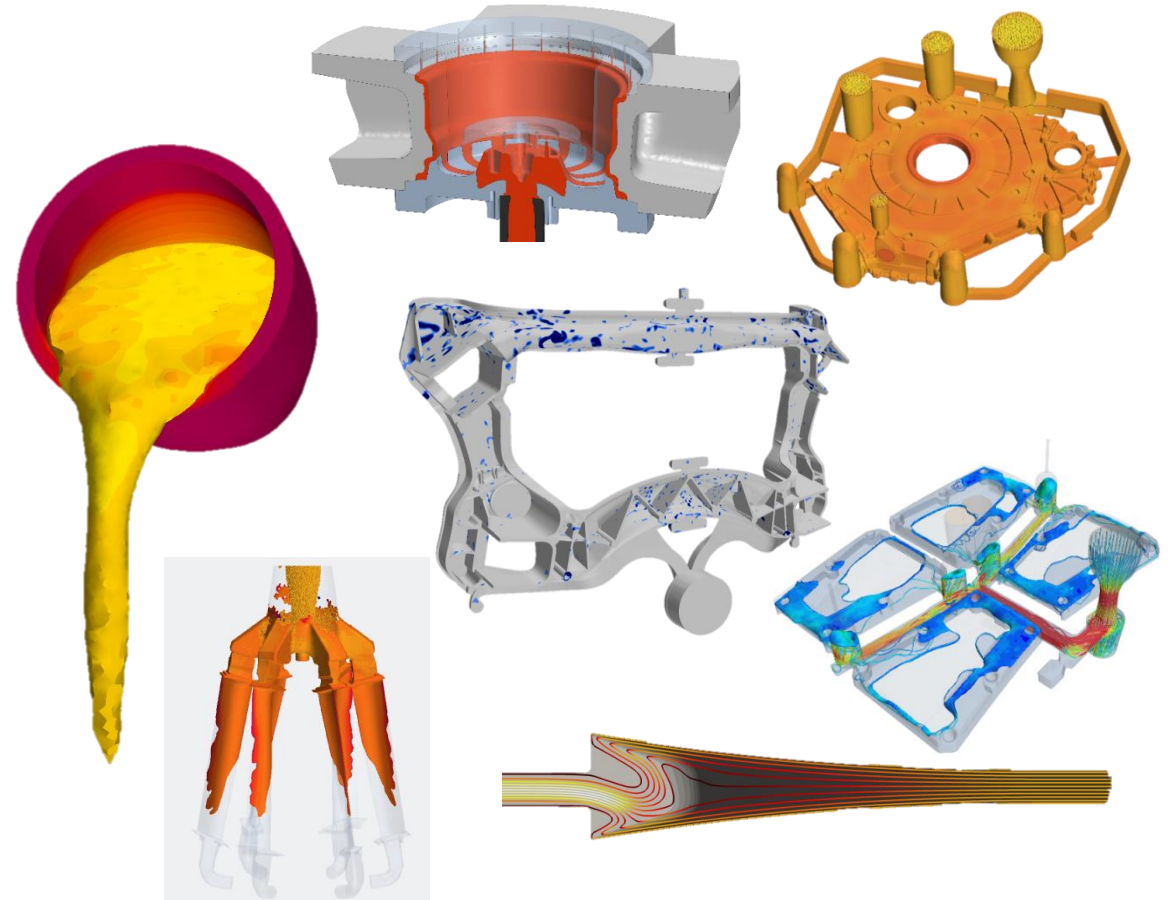
- Специализированные модели для оценки дефектов отливок:
 - Микро усадка: безразмерный критерий Ниямы
 - Макропоры: модель макро пористости
 - Оксиды: модель времени контакта
 - Прогноз газопроницаемости с помощью VoF модели
- Металлургический анализ с помощью моделей для прогнозирования
 - Расстояние между первичными и вторичными дендритными плечами
 - Критерий G/v для оценки поведения затвердевания (плоский, столбчатый или дендритный)



Моделирование литья в Simcenter STAR-CCM+

Широкий охват процессов

- Simcenter STAR-CCM+ предназначен для:
 - Литье под давлением
 - Литье в песчаные формы
 - Литье по выплавляемым моделям
 - Непрерывное литье
- Возможны все основные типы заполнения
 - Гравитационный, центробежный, поршневой, противодействие
- Литьё из тигля
- Различная глубина моделирования: только затвердевание, заполнение и затвердевание или только изотермический



Итоги

- Прогноз и понимание реальных процессов литья
- Изучение и оптимизация процессов литья

Геометрия и сетка

Мульти физика

Данные о материалах

Анализ дефектов и металлургия

Широкий охват процессов

Автоматизация и скорость

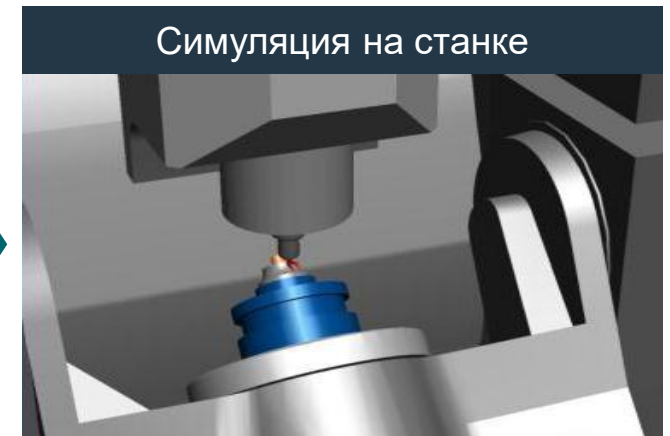
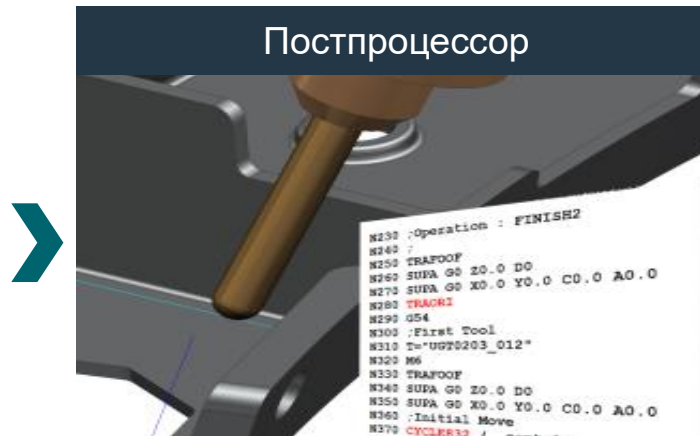
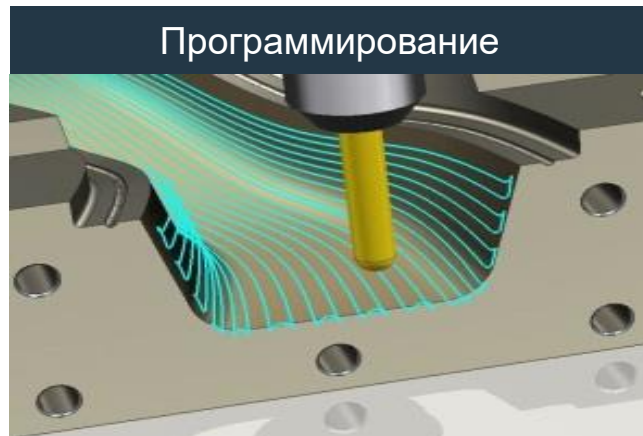
Мощная обработка результатов

Simcenter STAR-CCM+

- Охватывает всю необходимую физику для прогнозного моделирования литья.
- Обширная база данных материалов
- Моделирование конкретных дефектов отливок
- Охват широкого спектра процессов литья.

**Производство технологической
оснастки на станках с ЧПУ в NX CAM**

Единое решение для технологической подготовки механообрабатывающего производства



Непрерывная работа с геометрией

Интеграция расчета УП в единую информационную систему предприятия

Siemens PLM Software как поставщик CAM решения

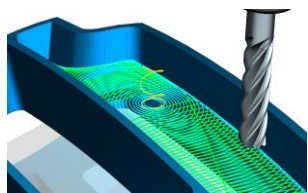


- Около 50 лет на рынке
- Один из крупнейших поставщиков:
доля рынка - около 18%
- 70 000 установленных рабочих мест
- Отличная репутация пакета NX CAM
- Широкий спектр возможностей обработки
- Глобальное присутствие

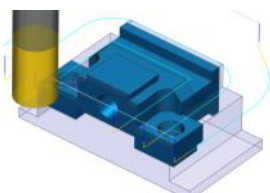


SIEMENS

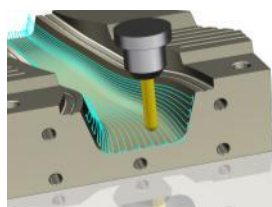
Широкий диапазон возможностей



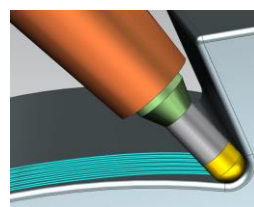
Высокоэффективные методы



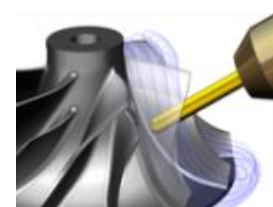
2.5 осевое фрезерование



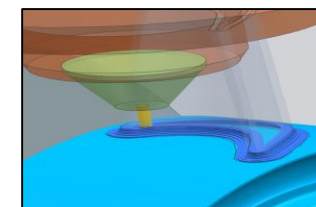
3 осевое фрезерование



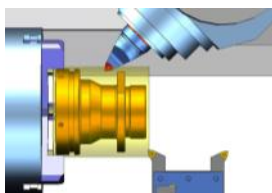
5 осевое фрезерование



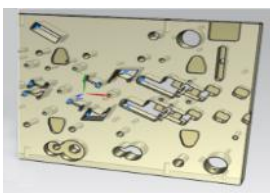
Обработка моноколес



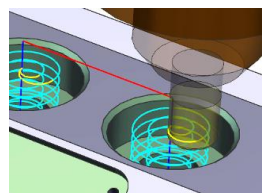
Аддитивное и гибридное производство



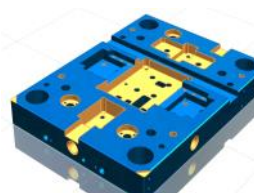
Программирование многофункциональных станков



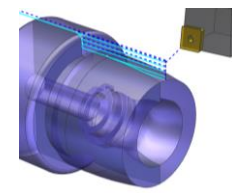
Проволочная ЭЗО



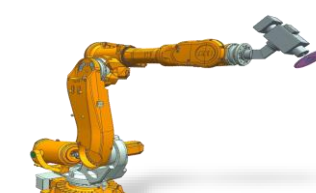
Обработка отверстий



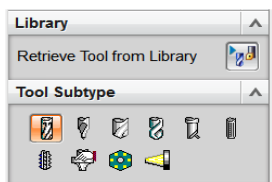
Обработка на базе элементов



Токарная обработка



Обработка роботами



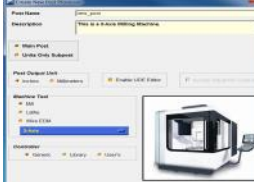
Библиотека инструмента



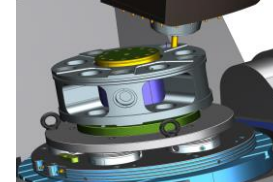
Цеховая документация



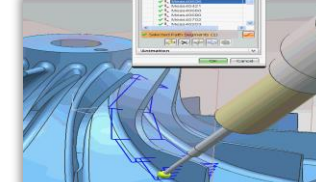
Измерения на станке



Постпроцесс

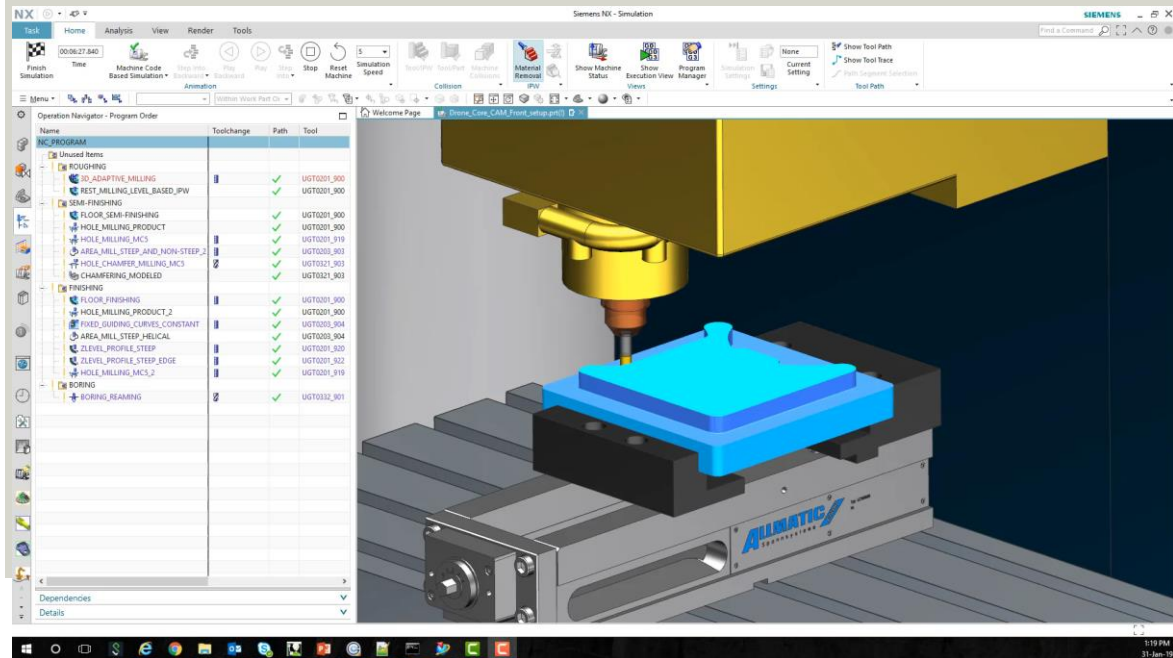
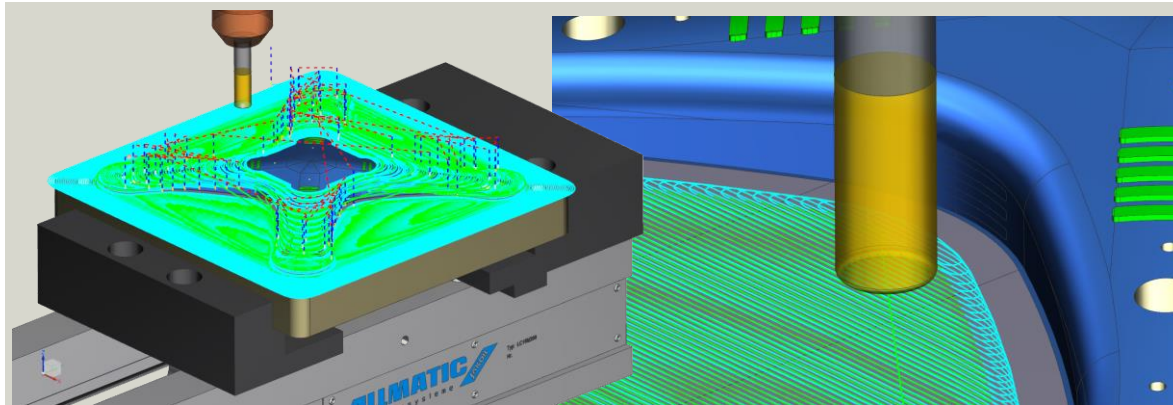


Симуляция G-кода



Программирование КИМ

NX CAM для производства форм и штампов



Комплексное САМ-решение для обработки поверхностей и деталей оснастки

- Автоматизация с использованием обработки на базе элементов (FBM)
- Высокоскоростная обработка для твёрдых инструментальных сталей
- Непревзойдённая 5-осевая обработка и симуляция
- Программирование промышленных роботов

Интегрированная симуляция станка в формате G-кодов

- Симуляция, основанная на G-кодах с полной параллельной проверкой столкновений во время программирования

Библиотека производственных ресурсов для станков, инструмента, оснастки и режимов резания

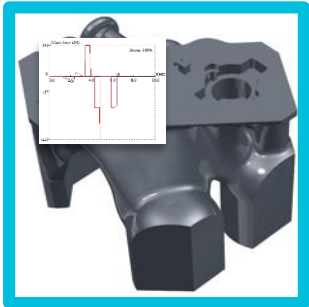
Аддитивные технологии Siemens NX в инструментальном производстве

NX – одно интегрированное решение для аддитивного производства:
От генеративного проектирования до 3D печати

NX для аддитивного производства – одно интегрированное решение

Цифровой двойник изделия

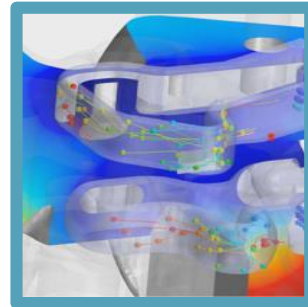
Цифровой двойник производства



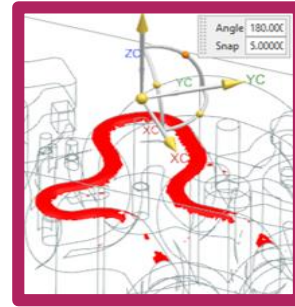
Генеративное проектирование



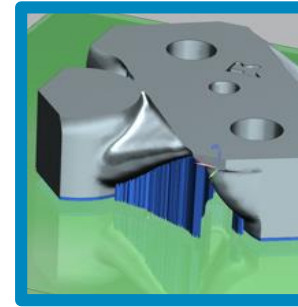
Адаптация



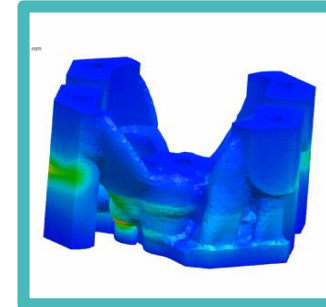
Анализ изделия



Анализ технологичности



Подготовка к печати



Симуляция процесса печати

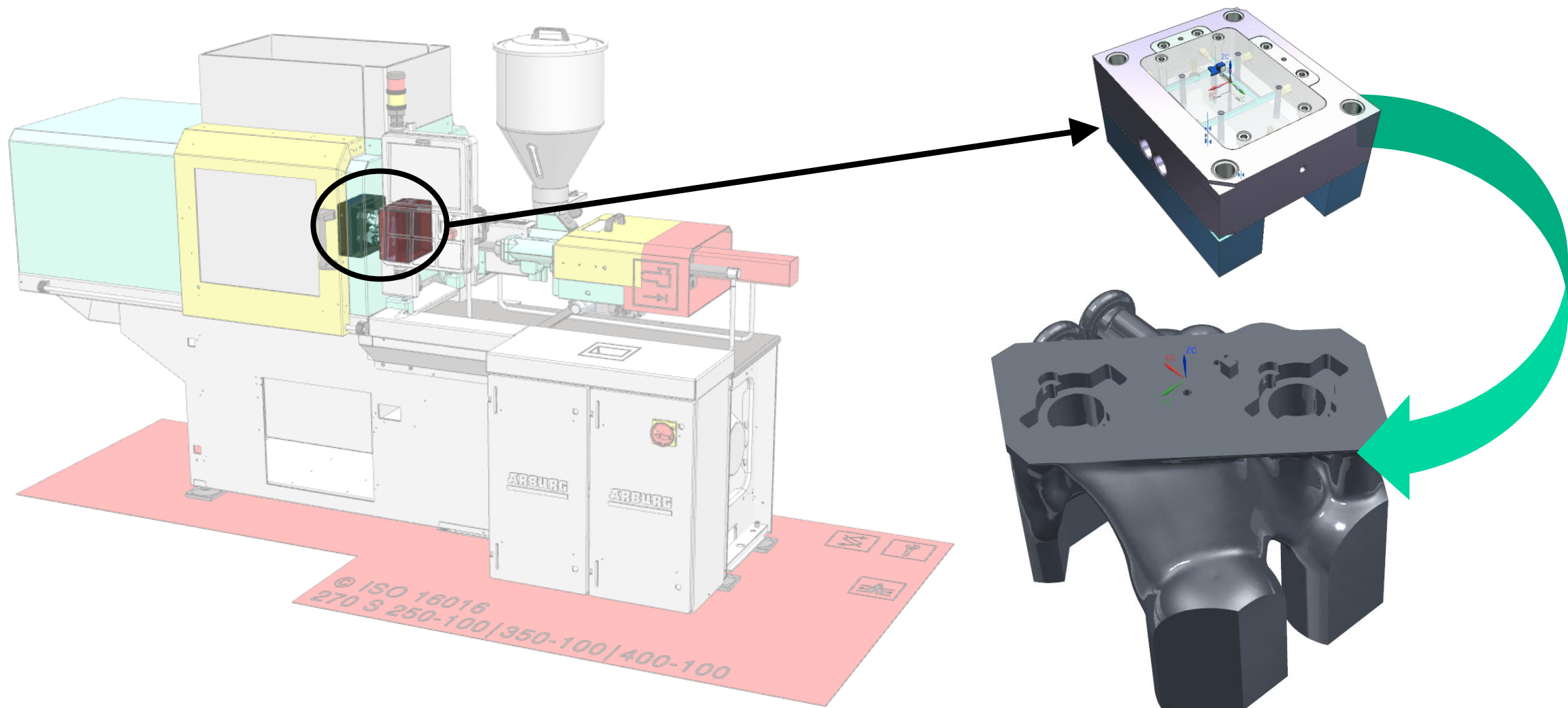


Постобработка и контроль качества

Управление данными и процессами

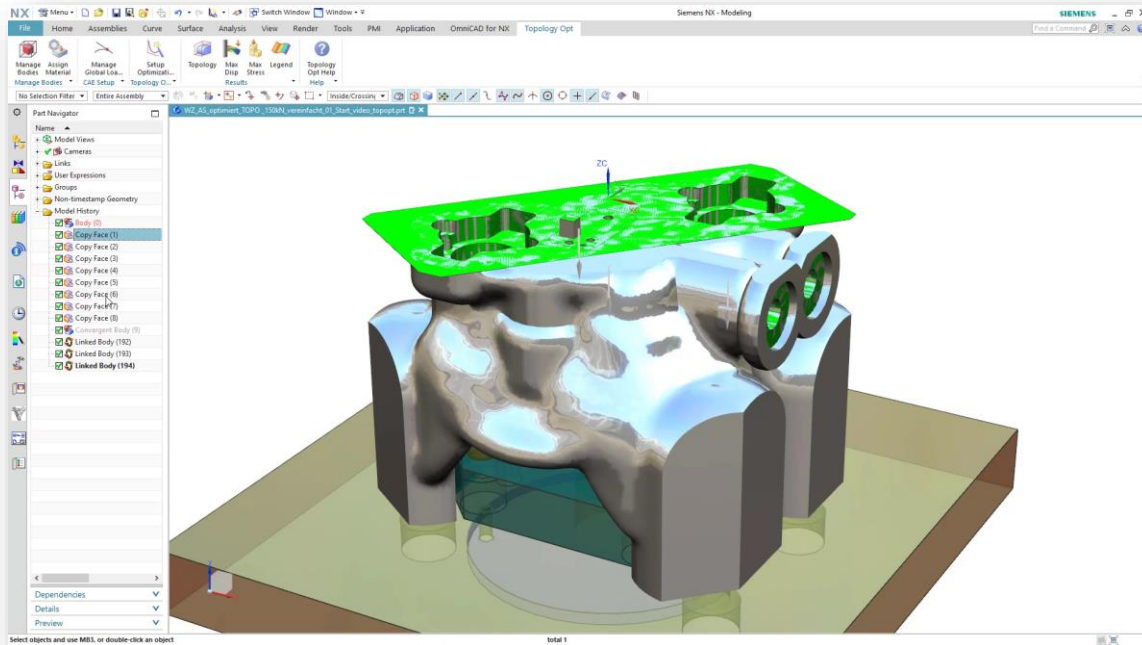
Пример оптимизации конструкции изделия

Матрица пресс-формы



NX – одно интегрированное решение для аддитивного производства

Генеративное проектирование



Обзор:

- Топологическая оптимизация созданной конструкции с учетом основных требований к изделию
- Интуитивная интеграция в среду проектирования
- Быстрое создание проектных решений, которые могут быть использованы в процессе проектирования
- Топологическая оптимизация для конструктора:
- Простой рабочий процесс в среде проектирования
- Оптимизированный по производительности решатель

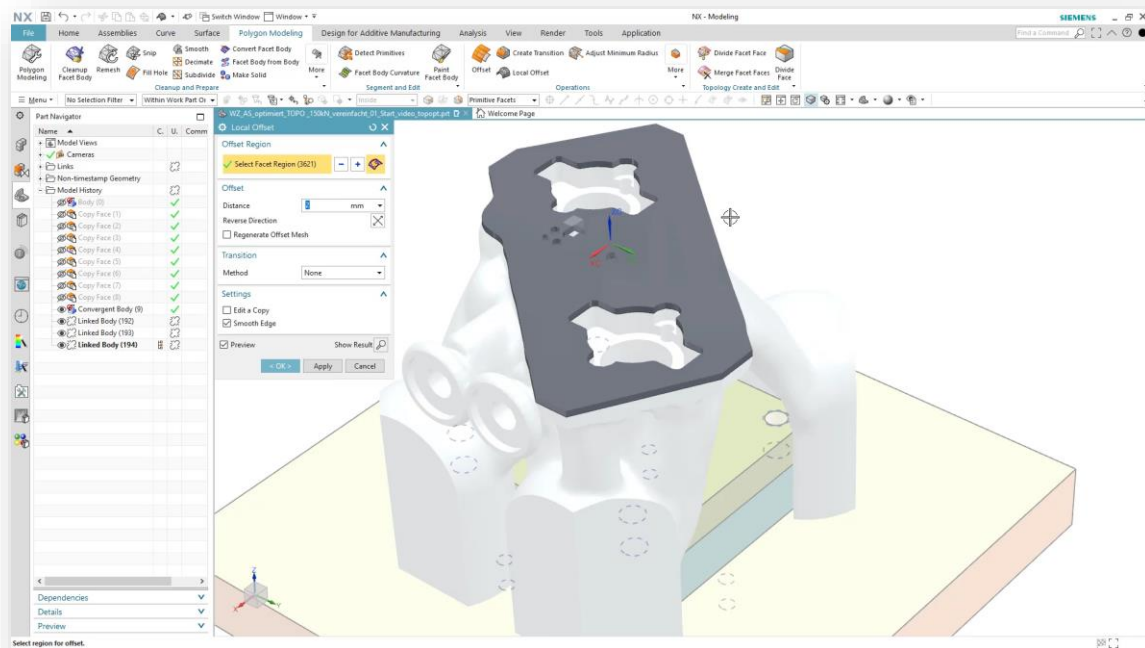
Выгоды:

- Простота в работе. Пользователь остается в своей среде проектирования (NX CAD)
- Конкурентное преимущество с легкими и стабильными компонентами с бионическим дизайном.



NX – одно интегрированное решение для аддитивного производства

Адаптация

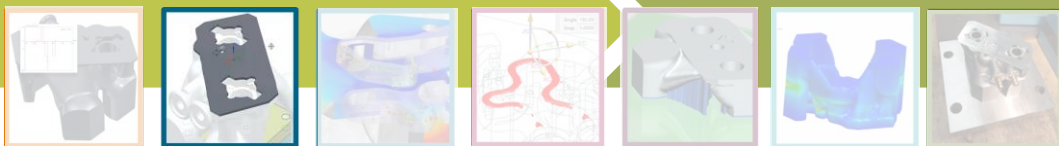


Обзор:

- Простая работа с фасетной геометрией с помощью стандартных команд твердотельного (конвергентного) моделирования
- Быстрая аппроксимация фасетной геометрии классическим моделированием и реализацией формы
- Обратный инжиниринг для легкого создания поверхностей произвольной формы и призматической геометрии

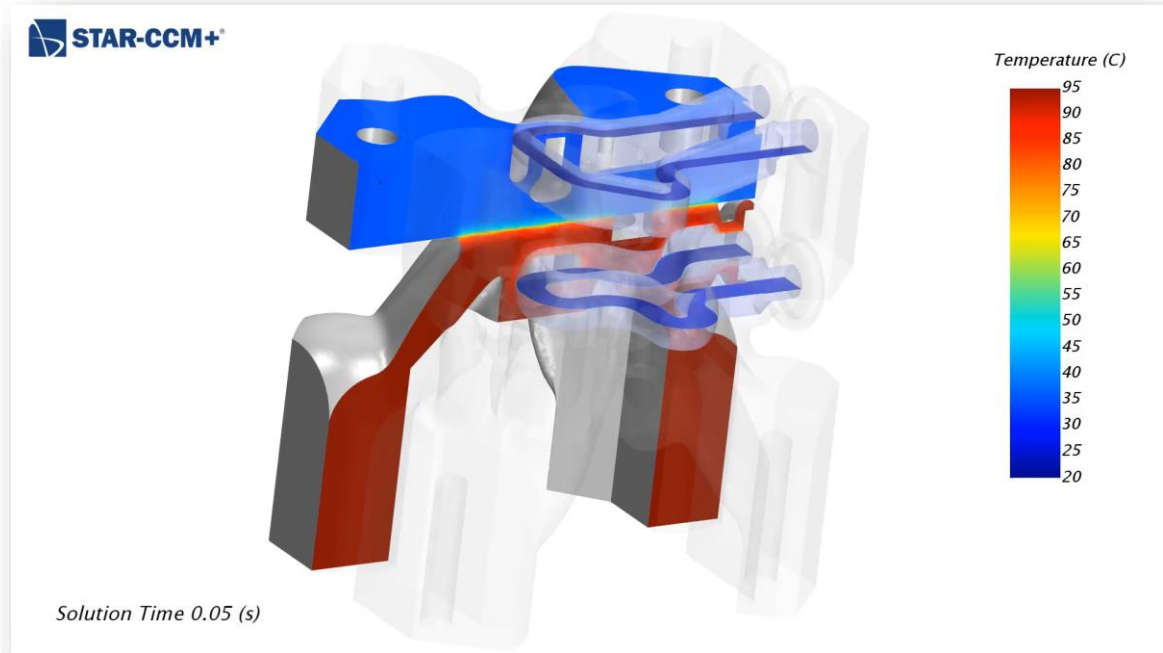
Выгоды:

- Экономия времени благодаря непосредственному повторному использованию геометрии фасетов из топологической оптимизации
- Мощные функции восстановления поверхности для различных последующих процессов



NX – одно интегрированное решение для аддитивного производства

Анализ и оптимизация изделия



Обзор:

- Междисциплинарная функциональная проверка окончательного проекта путем моделирования. Моделирование и оптимизация каналов охлаждения с помощью Simcenter Star CCM+
- Переработка и анализ результатов в NX
- Прямое подключение к другим инструментам анализа

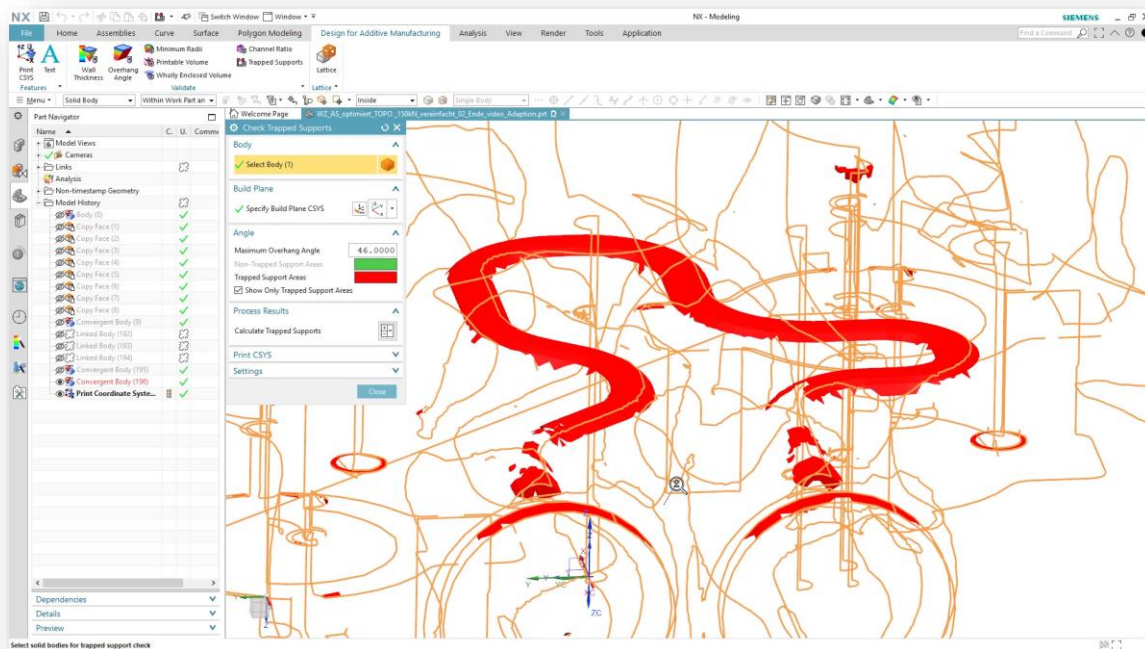
Выгоды:

- Проверка конструкции без физических прототипов
- Виртуальные тесты прочности матрицы, которые очень сложно воплотить в реальность
- Тот же пользовательский интерфейс, что и в моделировании и производстве



NX – одно интегрированное решение для аддитивного производства

Анализ технологичности

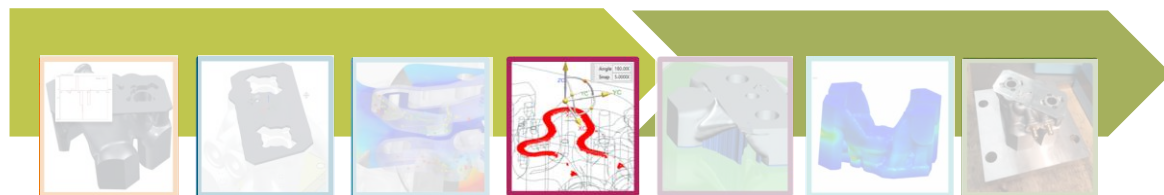


Обзор:

- Интегрированный анализ для моделирования производства компонент:
- Отображение и анализ площади для геометрии поддержек в аддитивном производстве
- Проверка наличие материала внутри детали, размеров каналов и внутренних поддержек
- Проверка минимальной толщины стенки
- Определение размеров области печати

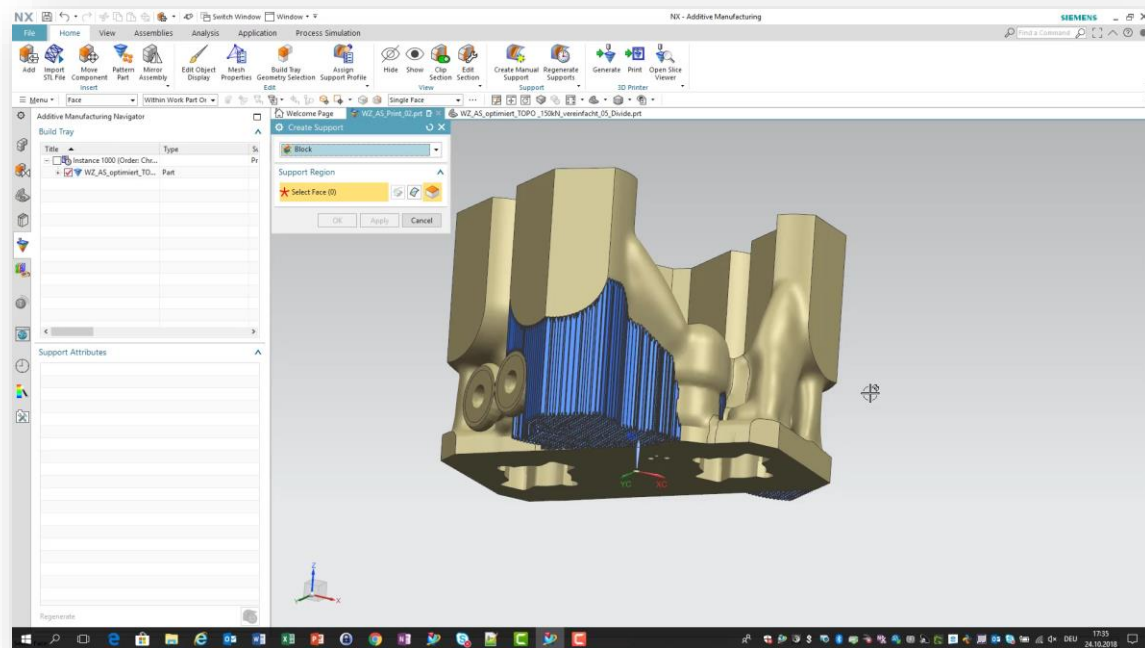
Выгоды:

- Устранение ошибок благодаря ранней проверке детали
- Одна система с единым интерфейсом пользователя для различных приложений

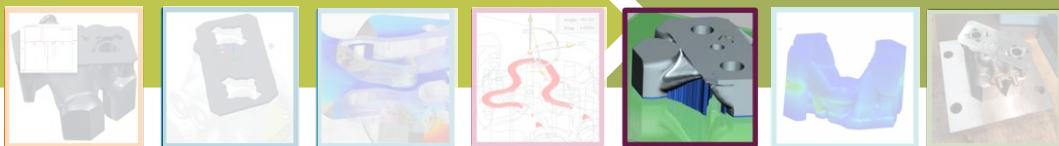


NX – одно интегрированное решение для аддитивного производства

Подготовка к печати



powered by
materialise



Обзор:

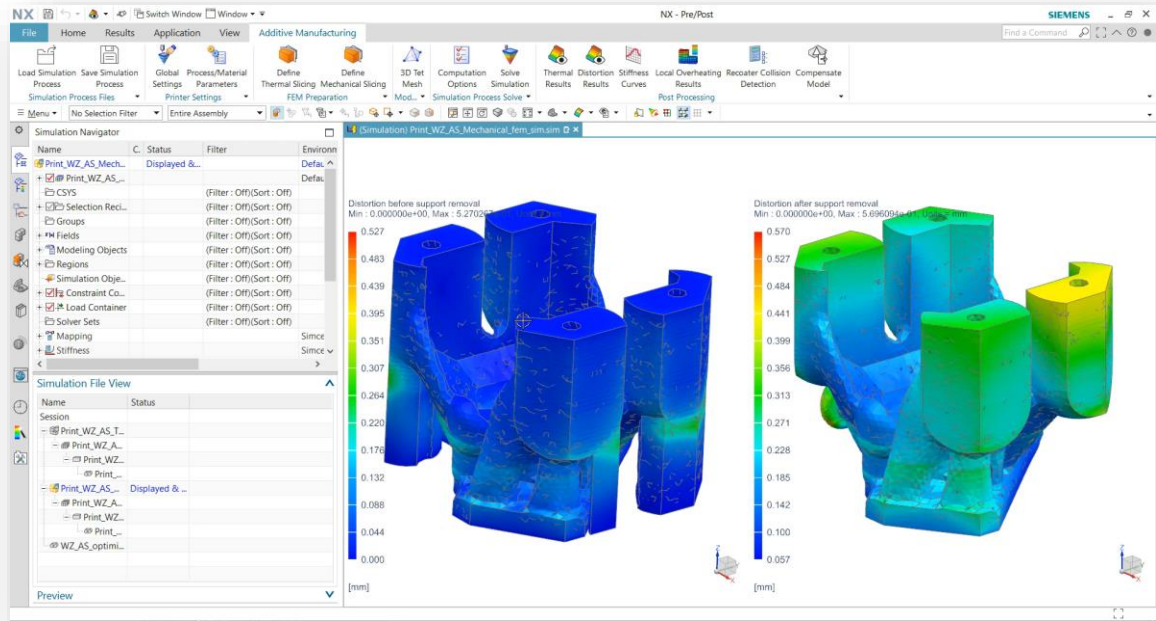
- Настройка задания печати путем выбора принтера и области печати
- Расположение и ориентация деталей
- Создание ассоциативных поддержек (при необходимости)
- Различные процессоры построения генерируют выходные данные для управления выбранным 3D-принтером с правильными параметрами для материала и стратегии печати

Выгоды:

- ОДИН формат данных без преобразования
- Пользователи работают в одном интерфейсе пользователя
- Полная ассоциативность
- Подготовка к работе (предварительная обработка) полностью в среде Сax

NX – одно интегрированное решение для аддитивного производства

Симуляция процесса 3D печати в Simcenter 3D AM



Обзор:

- Моделирование искажений процесса печати с использованием передовых решений анализа деформаций
- Полное послойное термомеханическое моделирование
- Предсказание искажений, позволяет обеспечить печать качественной детали с первого раза
- Повторное использование проверенного рабочего процесса аддитивного производства
- Мощные алгоритмы создания слоев

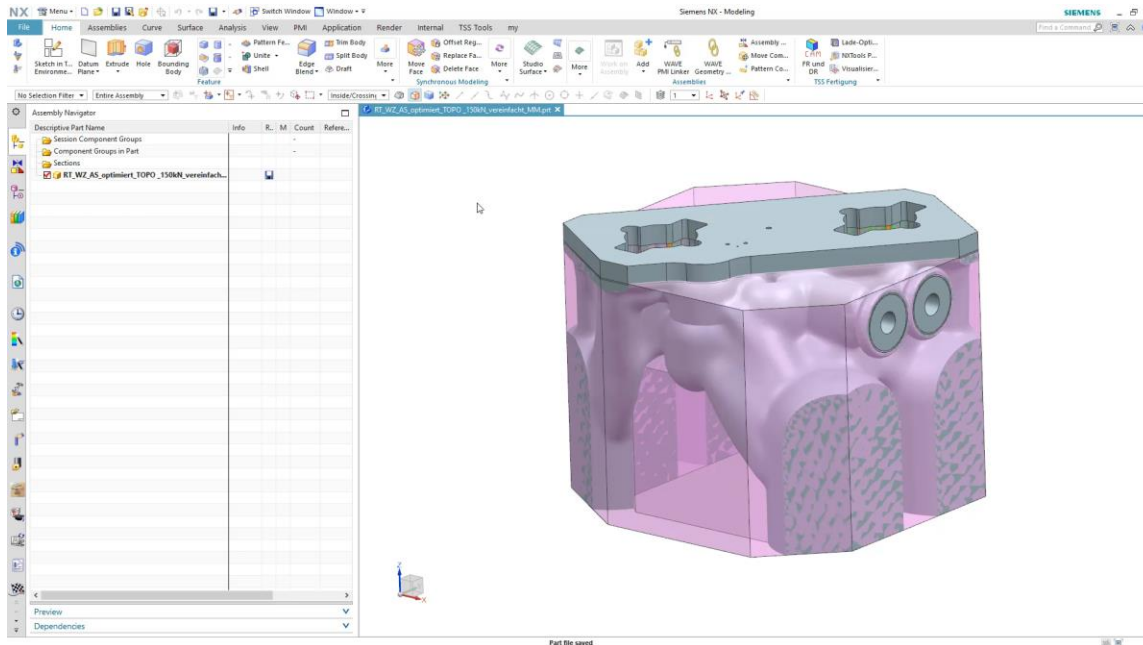
Выгоды:

- Модуль анализа полностью интегрирован в рабочий процесс Аддитивного производства
- Прогнозирование усадочных линий и возможность компенсации искажений при печати



NX – одно интегрированное решение для аддитивного производства

Постобработка и контроль качества



Обзор:

- Напечатанные детали могут быть доработаны, чтобы получить необходимые точные функциональные области (например, отверстия и т. д.)
- Доступен весь спектр операций механической обработки NX (2,5 - 5 осевых операций)
- NX CAM предоставляет расширенные возможности программирования оборудования с ЧПУ для эффективной обработки напечатанных деталей любой сложности
- Точность готовых деталей может быть проверена на КИМ. Модуль NX SMM позволяет создавать программы контроля для координатно-измерительных машин

Выгоды:

- Полная интегрированная цепочка инструментов CAM для процесса 3D-печати
- Позволяет завершить процесс 3D-печати



NX – одно интегрированное решение для аддитивного производства

От создания требований к генеративному дизайну и 3D-печати



Итоги:

- Поддерживает полный процесс аддитивного производства песчаных форм
- ОДИН формат данных для CAD/CAE/CAM - ОДИН интерфейс пользователя
- Быстрый и стабильный процесс и полная интеграция PLM
- Воспроизводимость результатов
- Ассоциативные изменения в изделии
- Управление данными и ресурсами в цехе (Opcenter)

Контакты

Чиж Олег Васильевич

Менеджер по развитию направления «Автоматизация обработки (NX CAM)»

Siemens Digital Industry Software

115184, Россия, Москва,

Большая Татарская, 9

Тел. : +7 (495) 223 3646

Факс : +7 (495) 223 3647

Моб. : +7 916 652 8147

E-mail: Oleg.Chizh@siemens.com

Вопросы?

Спасибо за внимание!