

Инженерные решения C3P SOFTWARE для производства

**Казанцев Максим
21 октября 2015**

■ О компании C3P Software

- Специализируется на виртуальных производственных решениях, обеспечивающих сокращение сроков выпуска промышленной продукции
 - Системы для обработки металла давлением и литья
 - Интегрированные экспертные системы и CAE-технологии
 - На базе совместных исследований с государственным университетом Огайо (США), Riken (институт физико-химических исследований, Япония) и университетом Цинхуа (Пекин)
 - **Инновационные технологии** (по сравнению с традиционными CAE-методами), обеспечивающие быстрый анализ **на ранних этапах проектирования** изделия
- Базирующаяся в США компания с разработчиками в Азии
 - С 2008 постепенный перенос разработки в Азию
 - Ежегодно более 50 промышленных проектов
 - Сильные каналы поддержки и распространения

Система CAST-DESIGNER

**Полностью интегрированное
решение для быстрого анализа
процессов литья металлов**



■ Cast-Designer – поддерживаемые процессы

- Литье под давлением (High Pressure Die Casting)
- Литье в песчано-глинистые формы (Sand Casting)
- Литье в кокиль (Gravity die casting)
- Литье под наклоном (Tilt casting)
- Литье под низким давлением (Low Pressure Die Casting)
- Литье по выплавляемым моделям (Lost wax/investment casting)
- Литье по газифицируемым моделям (Lost foam)
- Тиксолитье (Thixo-casting)

■ Cast-Designer – материалы

Литейные материалы - база данных включает более 300 литейных сплавов и материалов

- Чугун: серый; с шаровидным графитом (SGI); с вермикулярным графитом (CGI)
- Белый чугун
- Коррозионно-стойкий чугун D2, D5
- Конструкционные стали (силицид молибдена SiMo)
- Углеродистые стали
- Нержавеющие стали
- Медные сплавы
- Алюминиевые сплавы
- Магниеые сплавы
- Цинковые сплавы

Материалы оснастки

- Сырая формовочная смесь (Green sand)
- Сухая формовочная смесь (Dry sand)
- Химический песок (Chemical sand)
- Хромистый песок (Cr sand)
- Циркониевый песок (Zr sand)
- Специальный песок (Special sand)
- Карбид кремния (Silicon carbide)
- Графит (Graphite)
- Кокиль
- Изоляция
- Фильтр

Комплексное решение для литейного производства

1

Оценка
техноло-
гичности

2

Подготовка
квотации

3

Литьевая
система

4

Анализ
процесса

5

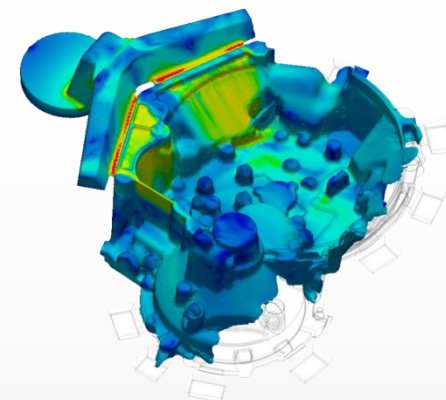
Серийное
произ-
водство



3D-модель детали



Литьевая система



Результаты анализа

Комплексное решение для литейного производства

1

Оценка
техноло-
гичности

2

Подготовка
квотации

3

Литьевая
система

4

Анализ
процесса

5

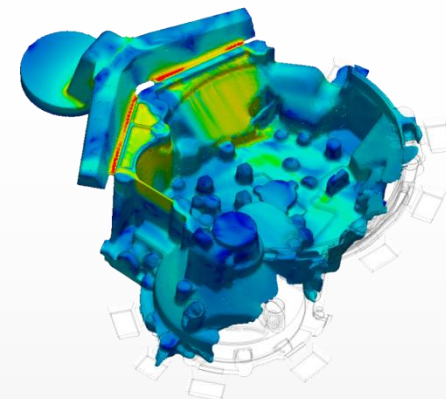
Серийное
произ-
водство



3D-модель детали

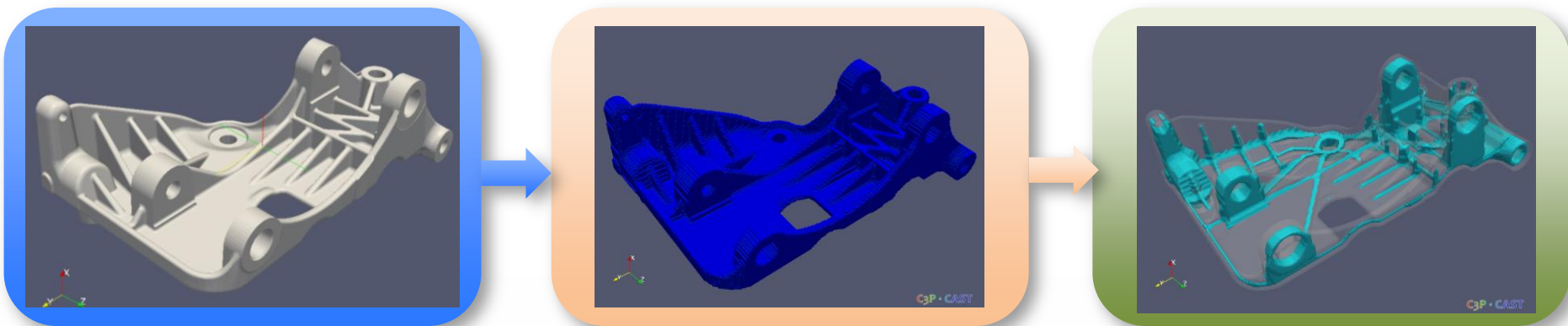


Литьевая система



Результаты анализа

Оценка технологичности



1. Загрузка геометрической модели в форматах STL, STEP или IGES.

2. Полностью автоматическая подготовка расчётной модели.

3. Быстрая и простая проверка геометрических свойств.

1 минута

Выявление в течение одной минуты 90% областей с высокой вероятностью образования усадочной пористости.

- Определение расположения точек впрыска
- Определение расположения каналов охлаждения
- Определение необходимости добавления толкателей
- Определение необходимости корректировки толщины стенок отливки

Комплексное решение для литейного производства

1

Оценка
техноло-
гичности

2

Подготовка
квотации

3

Литьевая
система

4

Анализ
процесса

5

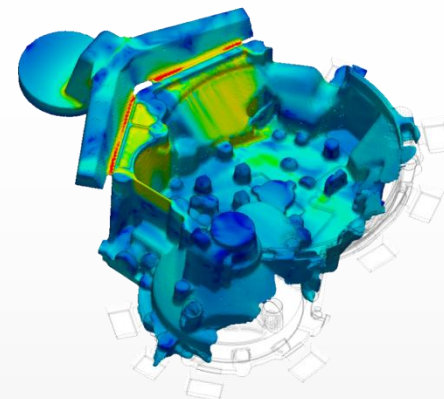
Серийное
произ-
водство



3D-модель детали



Литьевая система



Результаты анализа

Подготовка квотаций

C3P Engineering Software Cost sheet																	
<i>Project Information</i>																	
Product:	cover	Part Name:	cover-1														
Part Number:	1234-12C1	Enquiry No:	4567														
Customer:	ABCD	PO No:	567														
Prepared By:	Ben	Date:	2014/8/18														
Comments:	Demo																
<i>Casting data and production rate</i>		<i>Machine and casting alloy:</i>															
Mass of casting:	3 Kg	Casting machine:	Ton350														
Mass of gating system:	1.5 Kg	cost per hour:	9.8 /hr														
Cycle time:	65 Sec	Cost of operator:	12 /hr														
Number of Cavities:	1	Casting Alloy:															
Production rate:	55.4 pcs/hr	ADC12															
Annual quality of part	400,000 pcs	Currency Used:	USD														
Production batch size	40,000 pcs																
<i>Cost of manufacturing process</i>		<i>Cost of movement and storage</i>															
Machine cost	0.187 /pcs	Good movement cost	0.007 /pcs														
Labour cost	0.206 /pcs	Good despatch cost	0.004 /pcs														
Material cost	4.05 /pcs	Storage cost	0.003 /pcs														
Scrap cost:	0.04 /pcs	Freight cost	0.57 /pcs														
others	0.083	F&A cost	0.1 /pcs														
subtotal	4.566	Subtotal	0.684 /pcs														
<i>Selling cost and sales price</i>		<i>Revenue and profit</i>															
Selling cost	0.184 /pcs	Annual sales value	2,400,000.00														
Selling price	6 /pcs	Annual total costs:	2,173,600.00														
Profit margin	9.43% /pcs	Annual profit:	226,400.00														
<i>Cost structure overview</i>																	
<table border="1"> <caption>Cost Structure Overview Data</caption> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Material cost</td> <td>4.05 /pcs</td> </tr> <tr> <td>Labour cost</td> <td>0.206 /pcs</td> </tr> <tr> <td>machine cost</td> <td>0.187 /pcs</td> </tr> <tr> <td>Scrap cost</td> <td>0.04 /pcs</td> </tr> <tr> <td>other cost</td> <td>0.083</td> </tr> <tr> <td>profit</td> <td>0.083</td> </tr> </tbody> </table>				Category	Value	Material cost	4.05 /pcs	Labour cost	0.206 /pcs	machine cost	0.187 /pcs	Scrap cost	0.04 /pcs	other cost	0.083	profit	0.083
Category	Value																
Material cost	4.05 /pcs																
Labour cost	0.206 /pcs																
machine cost	0.187 /pcs																
Scrap cost	0.04 /pcs																
other cost	0.083																
profit	0.083																

- Средство подготовки квотаций Cast-Designer позволяют оценить стоимость литья после предварительного анализа.
- Оно было проверено многими пользователями в литейной области.
- Стоимость материалов, оборудования и рабочей силы, а также валюта отчета настраиваются. Расчет выполняется с учетом темпов выпуска, объема заказа, производственных и других затрат.
- Автоматически формируется отчет в формате Excel на нужном языке (в том числе и на русском).

Комплексное решение для литейного производства

1

Оценка
техноло-
гичности

2

Подготовка
квотации

3

Литьевая
система

4

Анализ
процесса

5

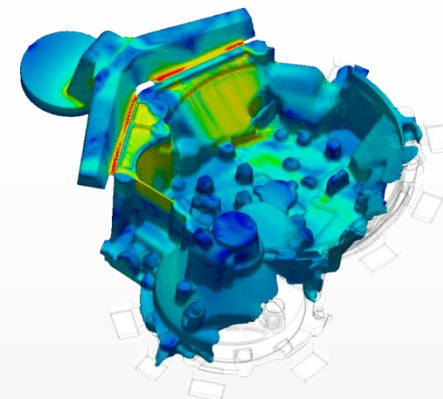
Серийное
произ-
водство



3D-модель детали



Литьевая система



Результаты анализа

Проводник проектирования литниковой системы

Gating system for HPDC

Design

Information of casting

Weight of casting (kg) 1.2

Ratio of overflow to casting (%) 5

Ratio of gating to casting (%) 50

No. of cavities 1 Total weight (kg) 1.86 Total volume (mm³) 775000

Automatic filling time design

Casting material type Al Tips

Average wall thickness (mm) 1.2 Calculator

Percent solid when the die is filled (%) 30 Flow factor

Filling time (ms)	Reference	Maximum	Minimum
38.83		50.48	27.18

Inner gate	Area (mm ²)	Max. velocity (m/s)	Min. velocity (m/s)
338.012		60	25

Information of die casting machine

Casting machine type Cold chamber Hot chamber

Select shot machine Shot machine Frech_315_ton

Plunger diameter (mm) 70 70

Shot cylinder diameter (mm) 120 120

Accum. pressure (MPa) 14 14

Shot sleeve length (mm) 430 430

Automatic process design

Plunger speed (m/s) 3.51 10 P-Q plot

Filling ratio (%)	HS length (mm)	HS time (ms)	Biscuit height (mm)
46.83	136.42	38.87	10

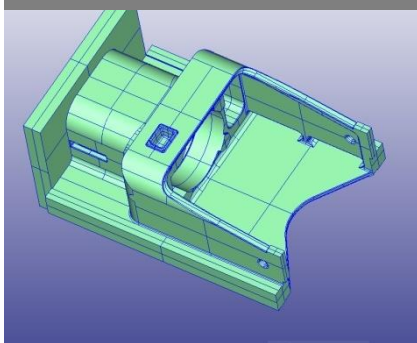
LS(phase I) (m/s)	Critical point (mm)	LS time (ms)	Speed up ratio
0.3	283.58	945.27	11.39

Save Save as Load Import Append Tmode Apply Apply all Preview Preview all Close

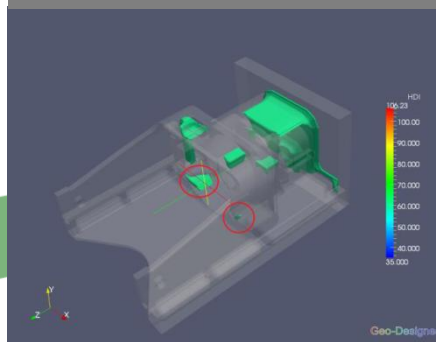


Пример проектирования литьевой системы для гравитационного литья

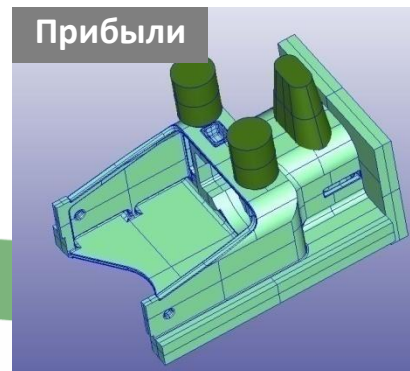
Предварительный этап



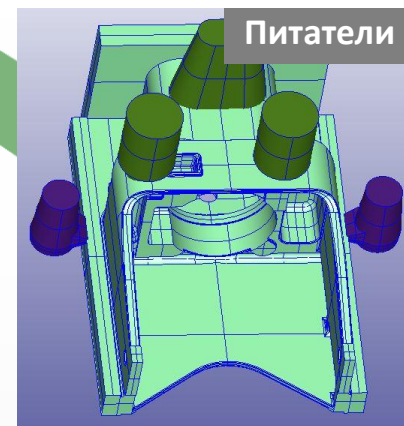
Анализ геометрии



Прибыли

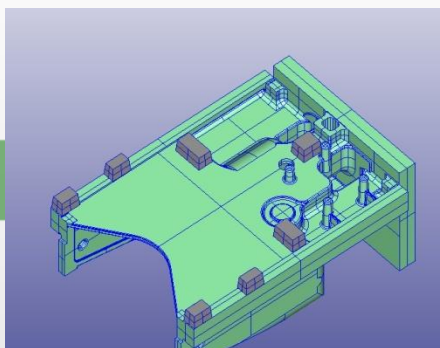


Питатели

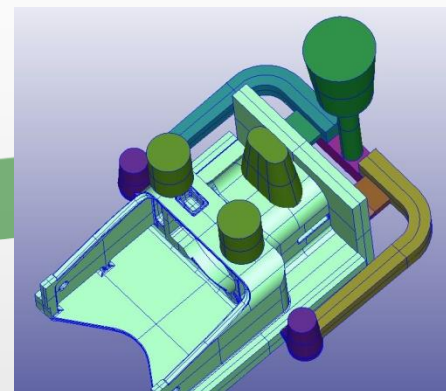


- Единая среда с единым интерфейсом на всех этапах проектирования
- Предварительный просмотр результатов
- Таблицы и подсказки, содержащие многолетний опыт в области литья
- Редактируемые параметрические шаблоны

30 мин.

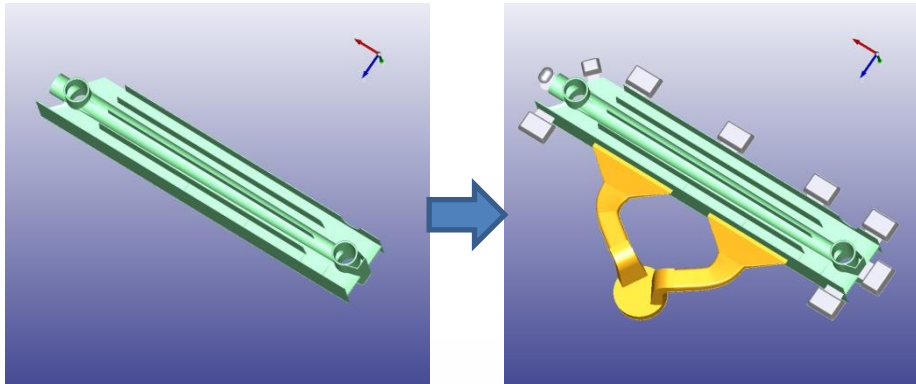


Холодильники

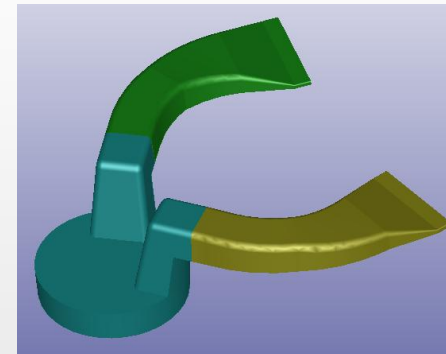
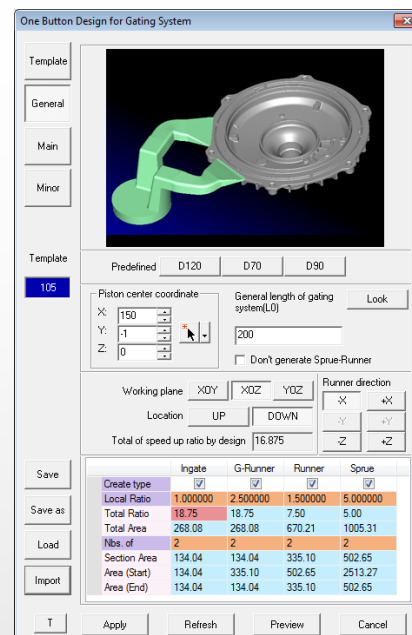
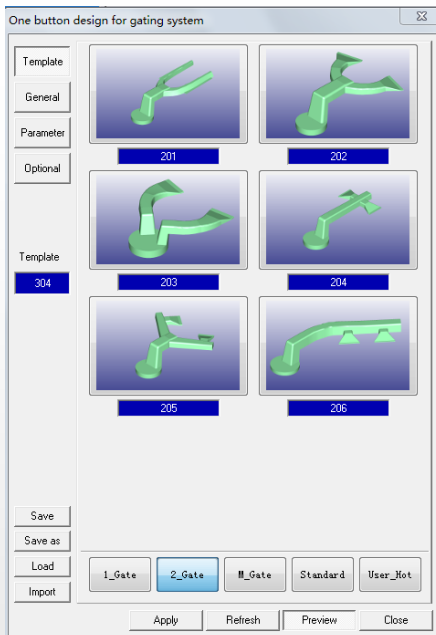


Литники и стояк

Использование настраиваемых шаблонов



- ❑ Все данные задаются параметрически, поддерживаются пользовательские шаблоны.
- ❑ Создание литниковой системы менее чем за 10 минут.
- ❑ Созданную литниковую систему можно экспортировать в CAD-систему



Комплексное решение для литейного производства

1

Оценка
техноло-
гичности

2

Подготовка
квотации

3

Литьевая
система

4

Анализ
процесса

5

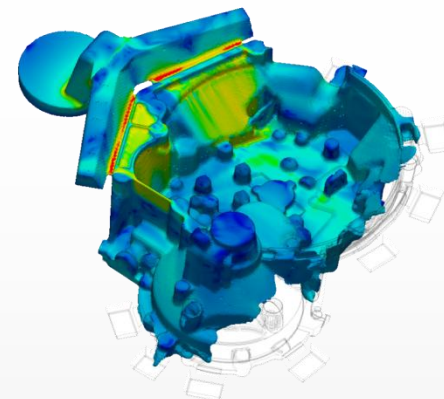
Серийное
произ-
водство



3D-модель детали

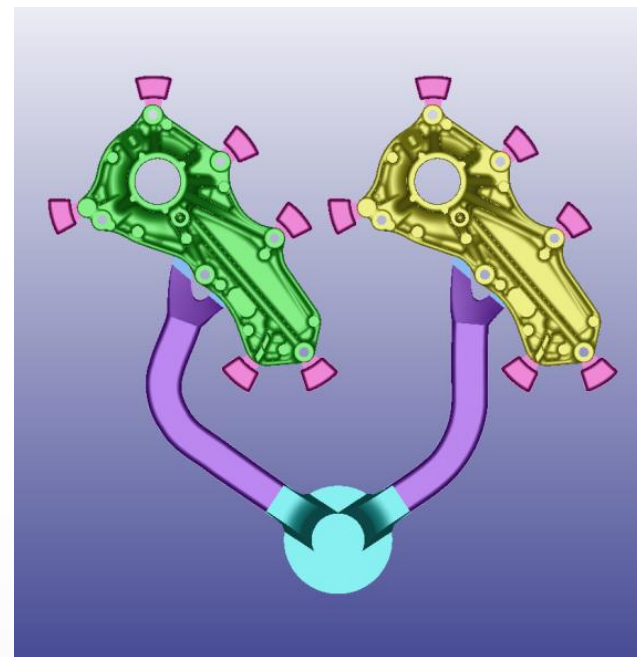
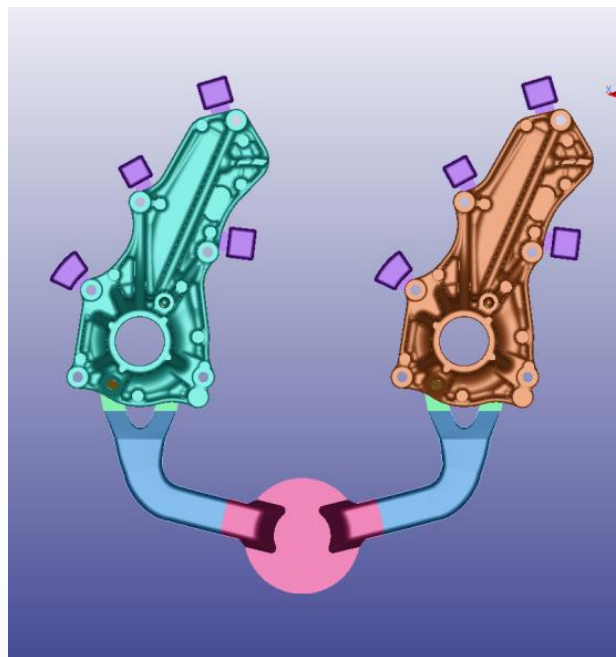
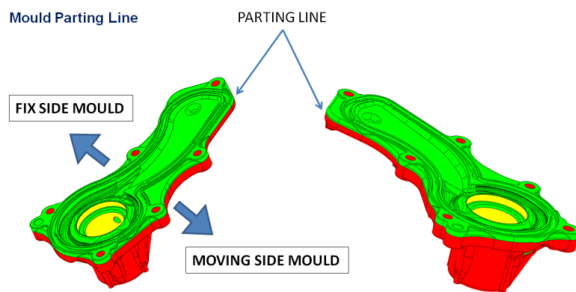


Литьевая система

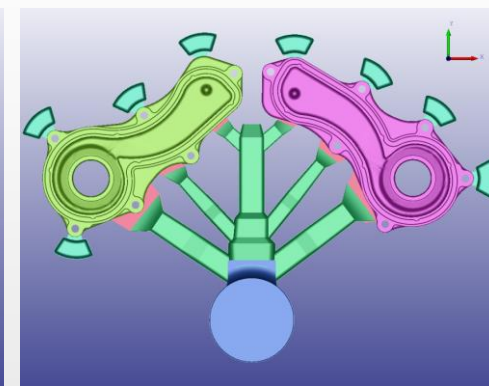
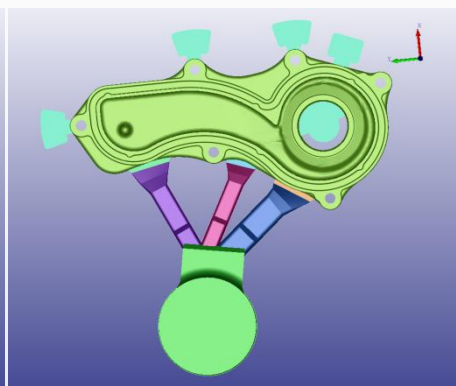
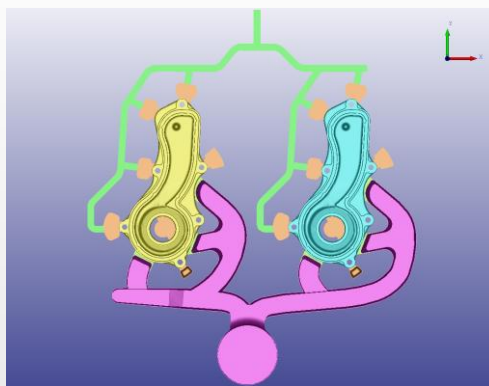


Результаты анализа

■ Анализ на ранних стадиях проектирования

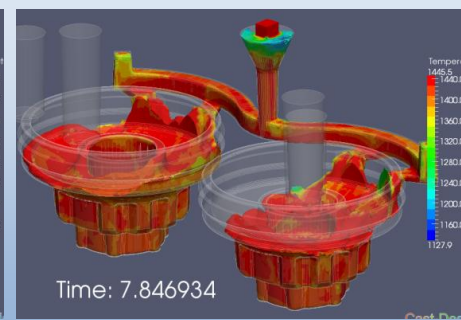
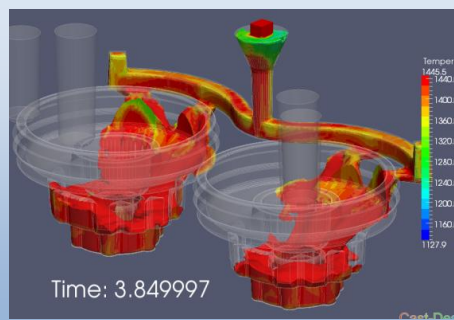
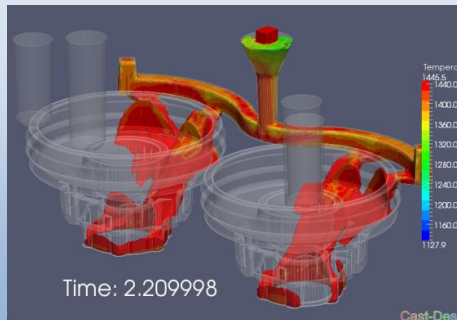
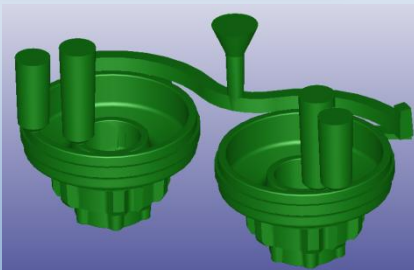


Какой вариант лучше?

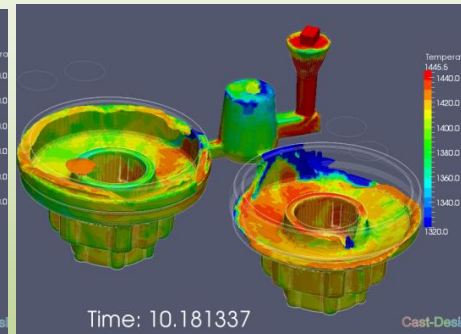
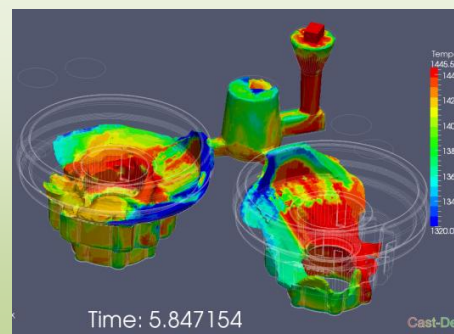
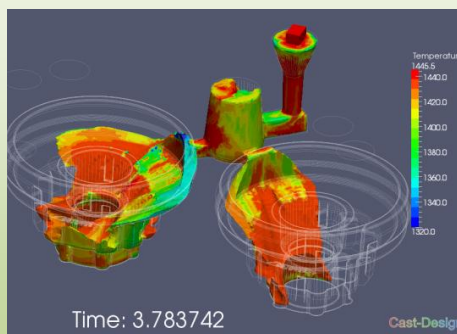
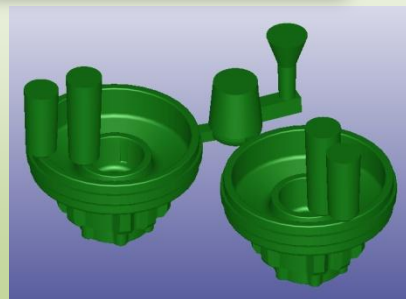


Моделирование заполнения формы расплавом

Вариант 1



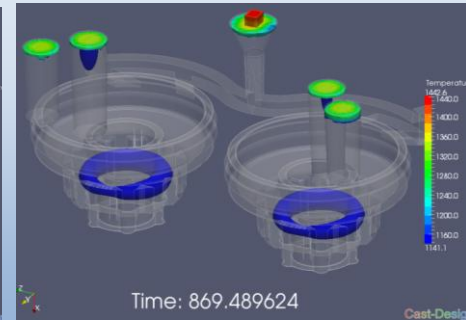
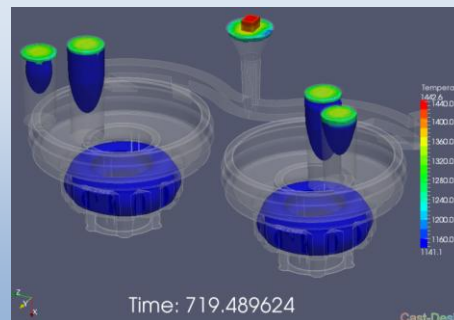
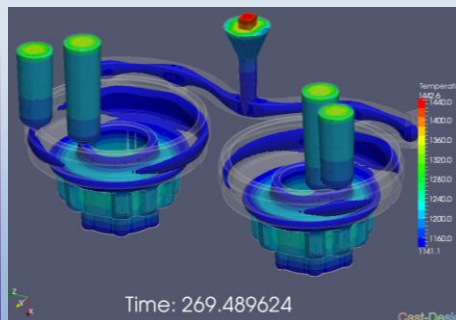
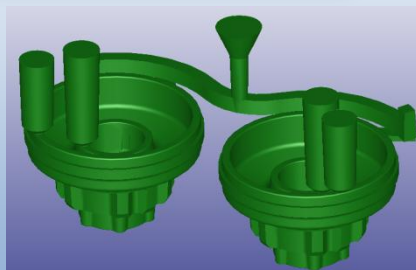
Вариант 2



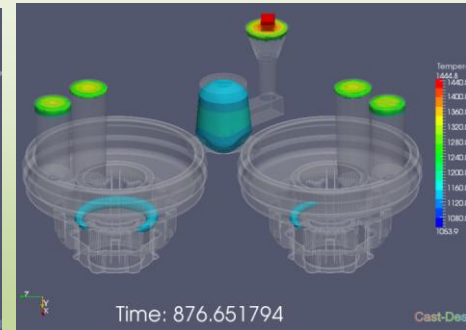
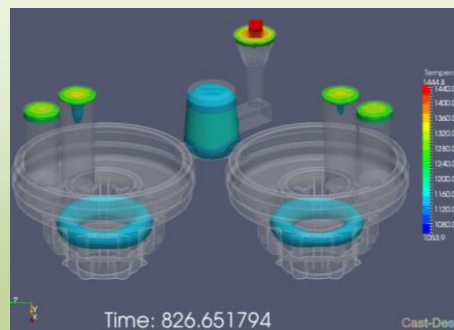
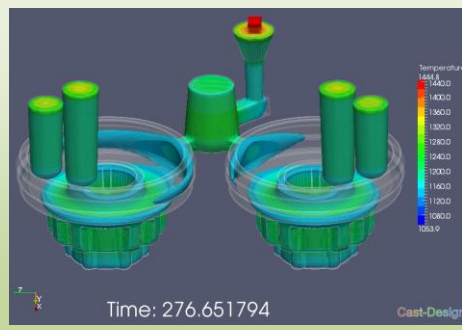
Результаты моделирования включают распределение температуры в расплаве, характер движения фронта расплава, скорость заполнения, долю жидкой фракции, воздушные ловушки и т.д.

Моделирование затвердевания отливки

Вариант 1



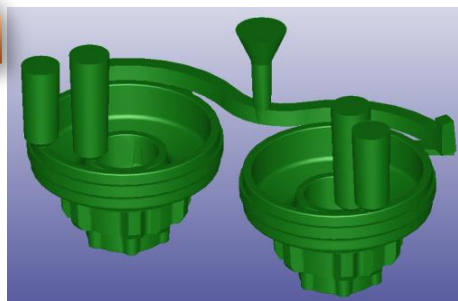
Вариант 2



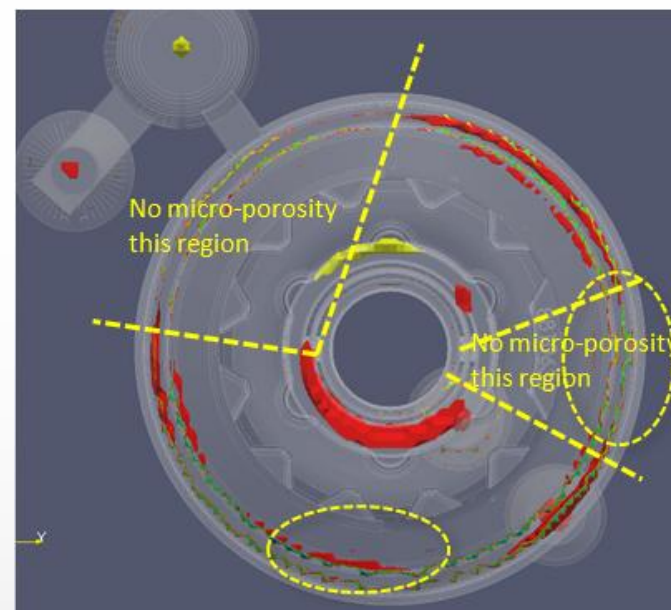
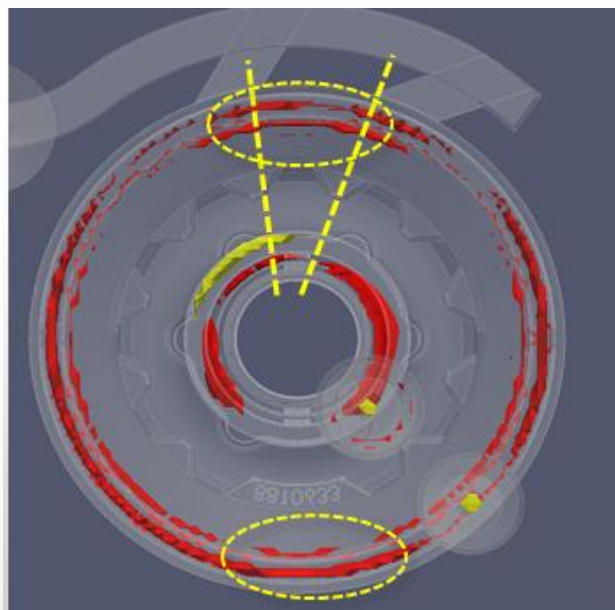
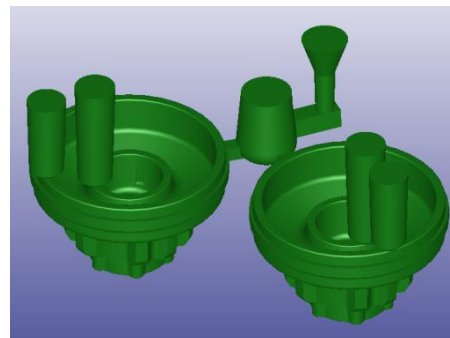
Результаты моделирования включают долю твердой фракции, распределение температуры в отливке, термические узлы, усадочную пористость и т.д.

Усадочная пористость и микропористость

Вариант 1



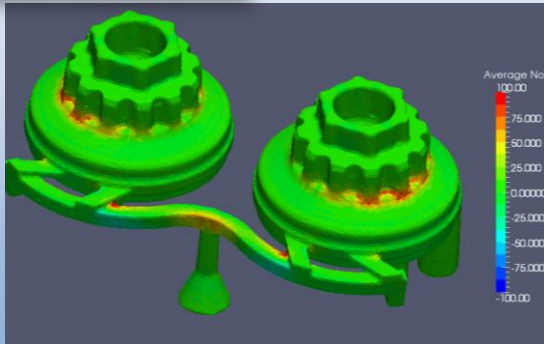
Вариант 2



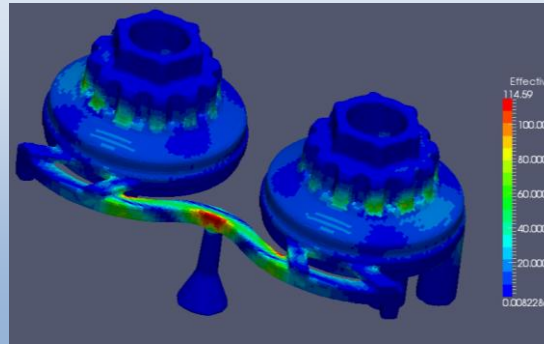
Желтым цветом обозначена усадочная пористость, образовавшаяся в областях, затвердевающих в последнюю очередь. Красным цветом – микропористость, появляющаяся в зависимости от скорости охлаждения.

Механические напряжения и деформации

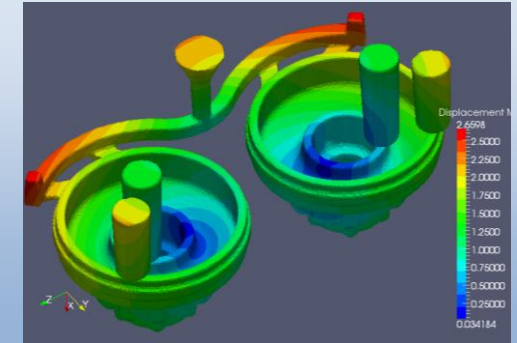
Вариант 1



Среднее нормальное
напряжение

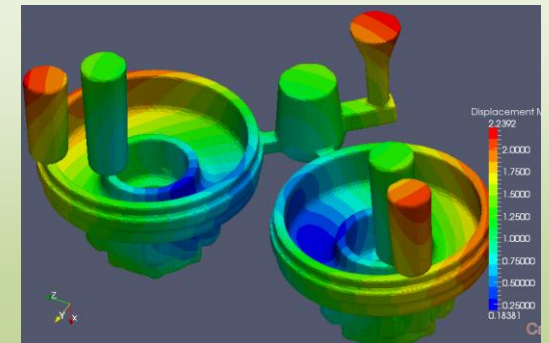
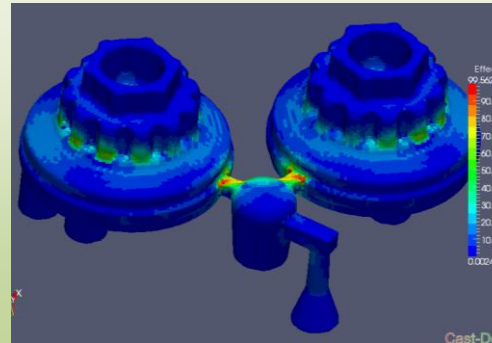
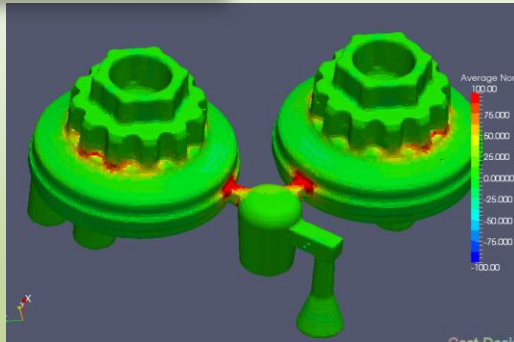


Эффективное
напряжение



Деформации
отливки

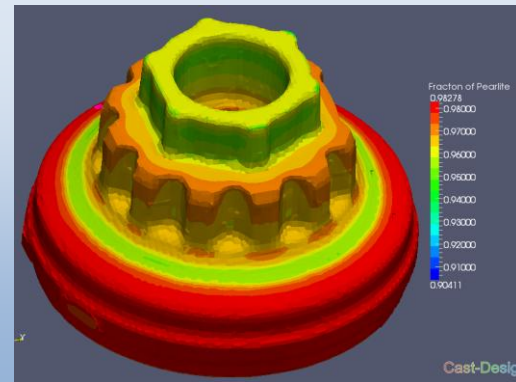
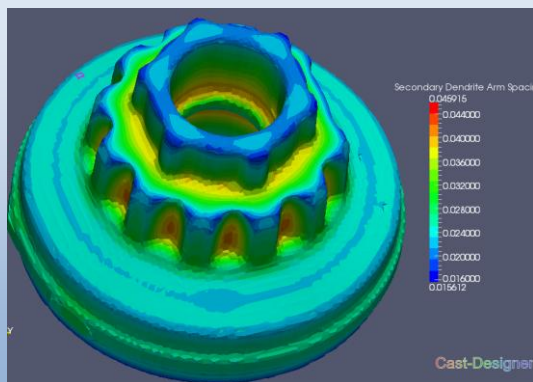
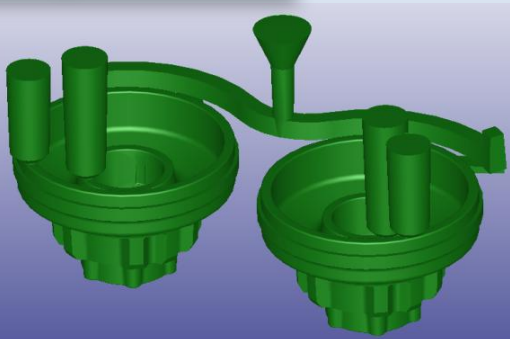
Вариант 2



Результаты моделирования включают остаточные напряжения, деформации отливки, горячие трещины и срок службы литейной формы.

Моделирование микроструктуры отливки

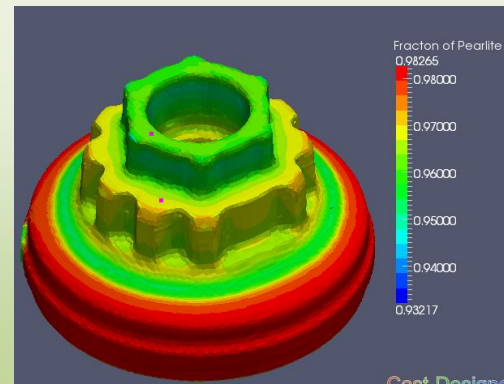
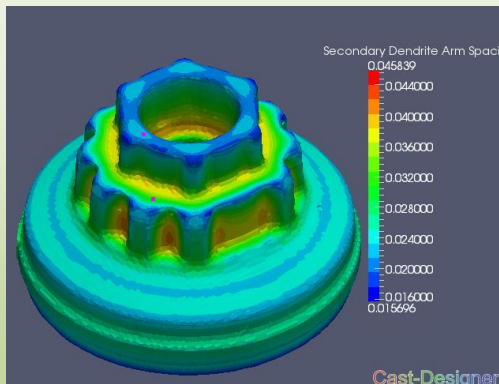
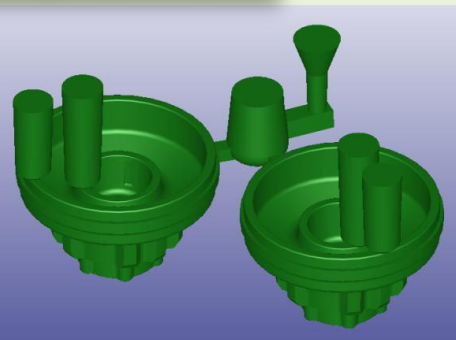
Вариант 1



Расстояние между
дендритными осями
второго порядка

Доля перлита

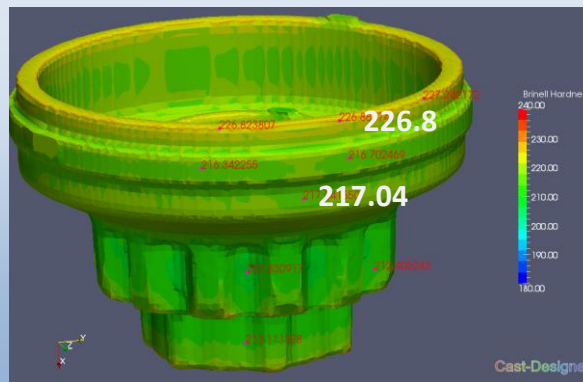
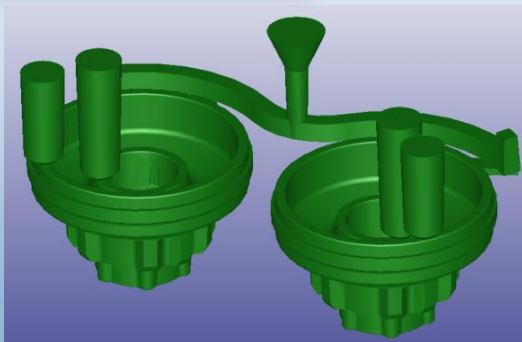
Вариант 2



Результаты моделирования включают распределение температуры, фазовые переходы, механические свойства отливок и т.д.

Моделирование твердости отливки

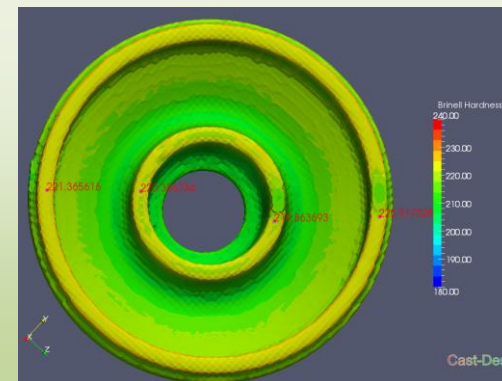
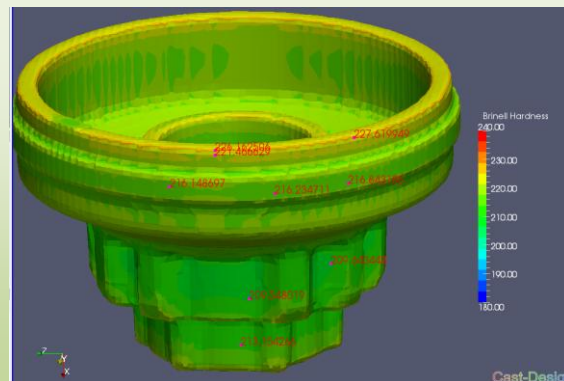
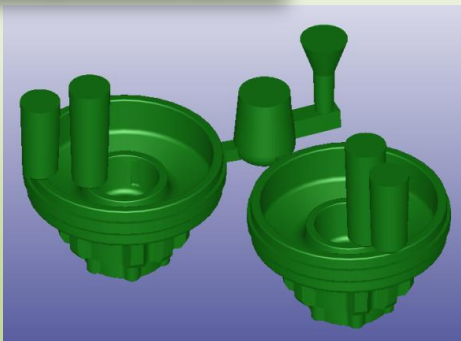
Вариант 1



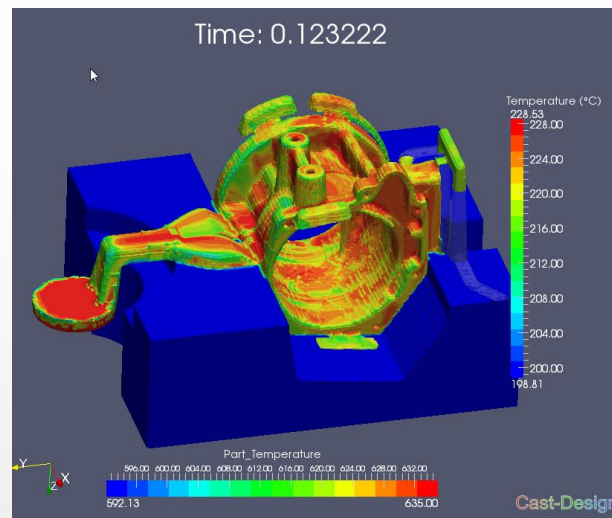
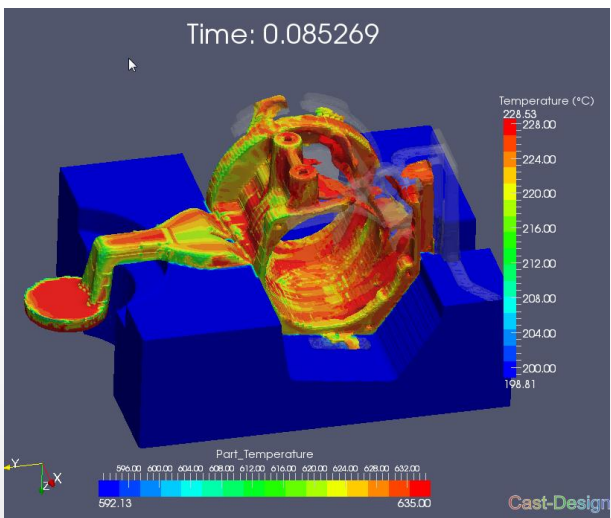
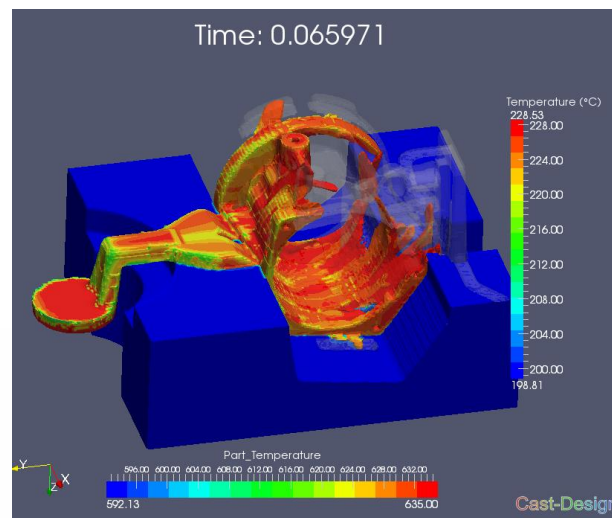
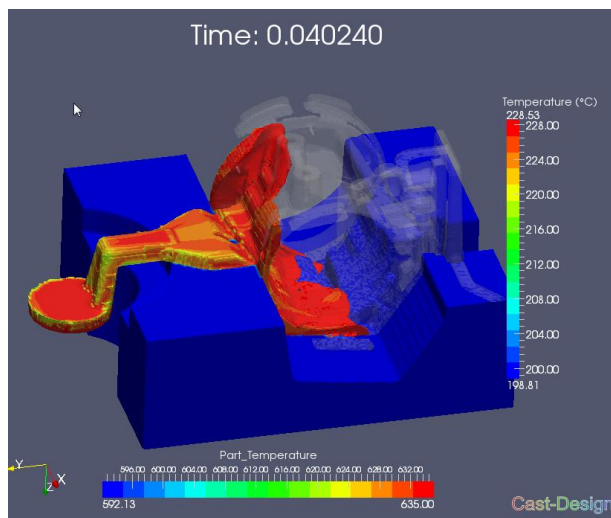
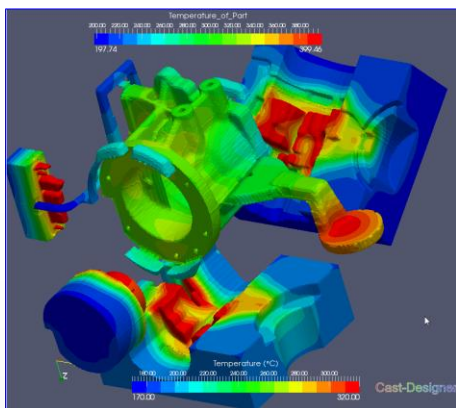
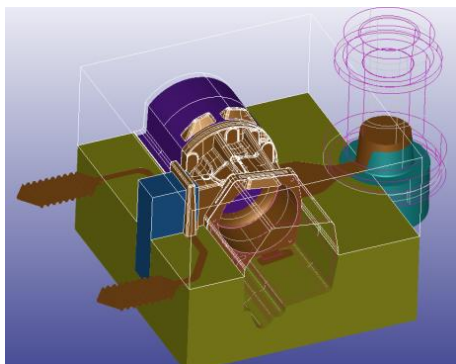
Твердость (HRB)

Твердость (HRB)

Вариант 2



■ Моделирование литья с учетом элементов литейной формы



Результаты анализа, демонстрирующие процесс заполнения формы. Цветом обозначается температура.

Примеры использования

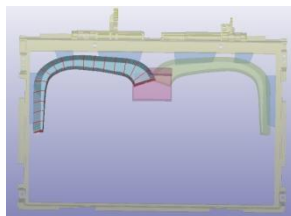
13:00

Получены данные



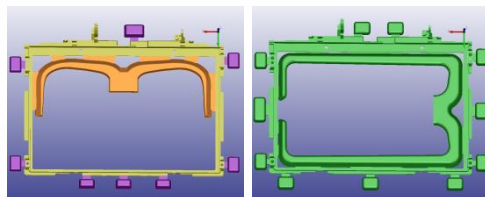
13:40

Литники



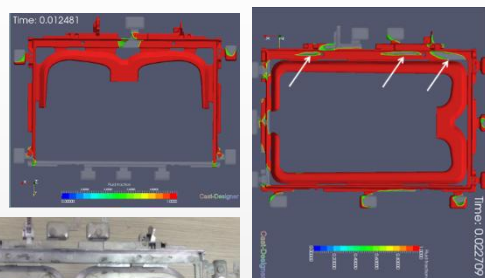
13:55

Расчетная модель



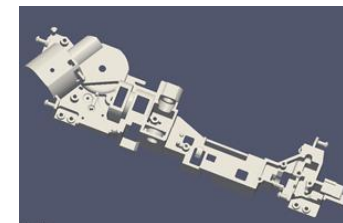
15:55

Результаты



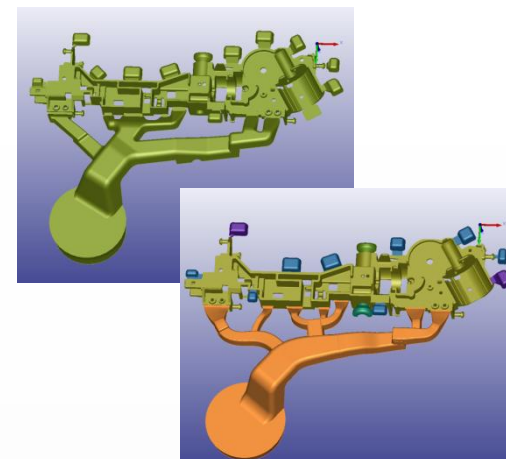
09:00

Получены данные



10:00

Литники



10:15

Расчетная модель



12:00

Результаты



Комплексное решение для литейного производства

1

Оценка
техноло-
гичности

2

Подготовка
квотации

3

Литьевая
система

4

Анализ
процесса

5

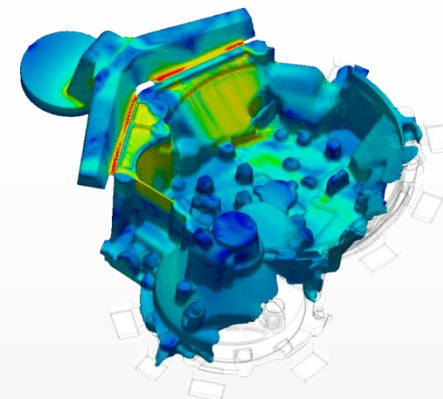
Серийное
произ-
водство



3D-модель детали



Литьевая система

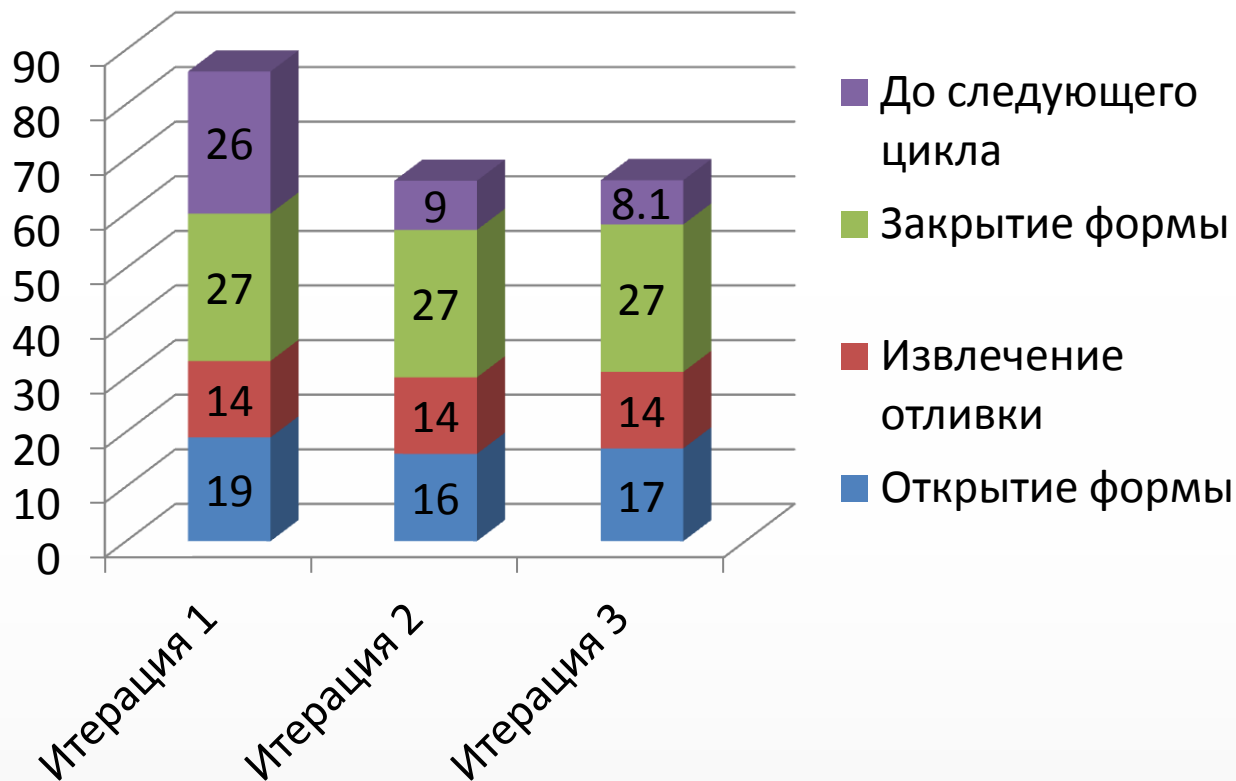
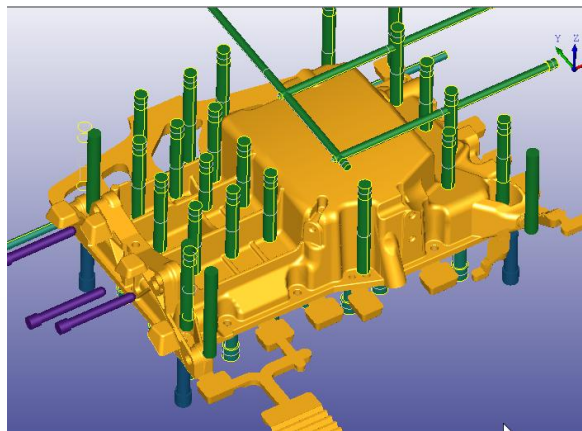


Результаты анализа

■ Оптимизация циклов литья

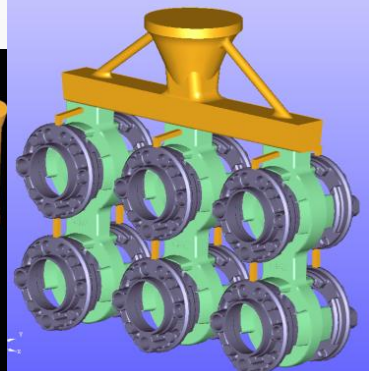
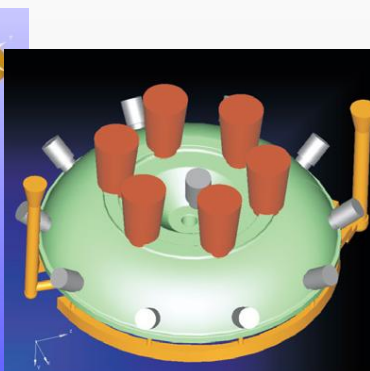
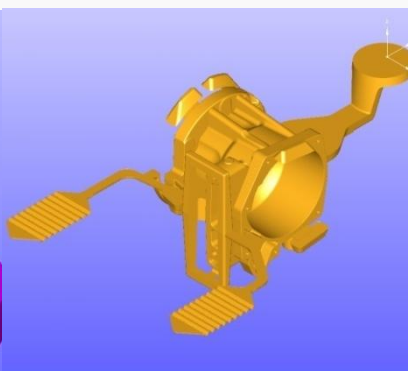
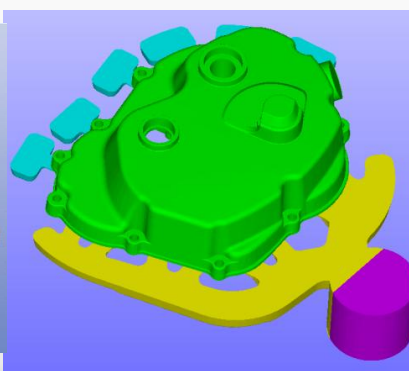
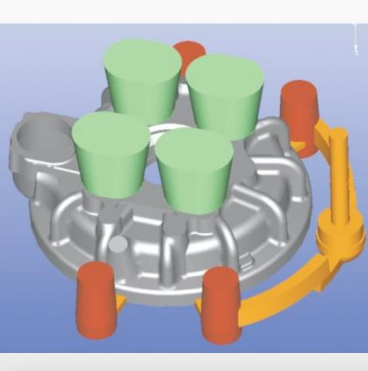
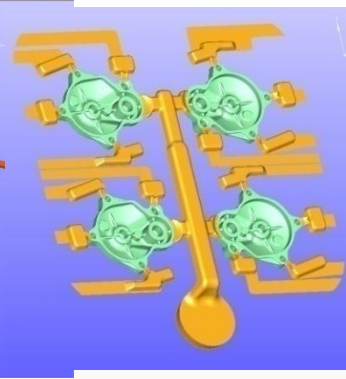
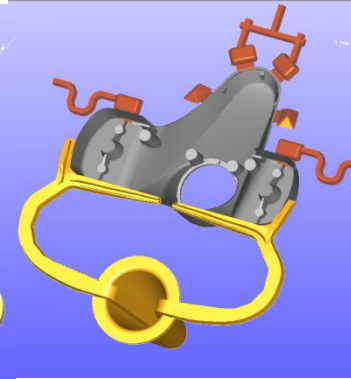
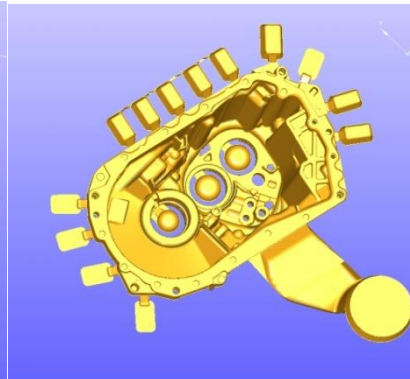
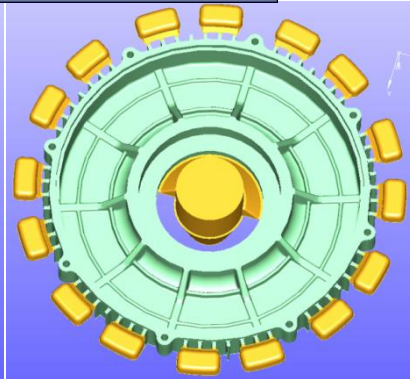
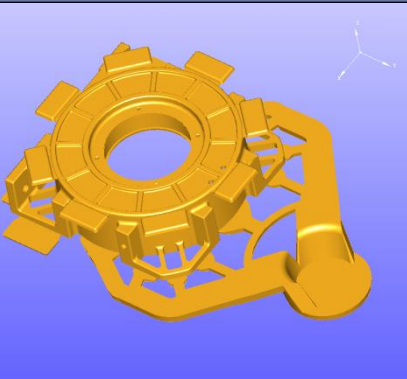
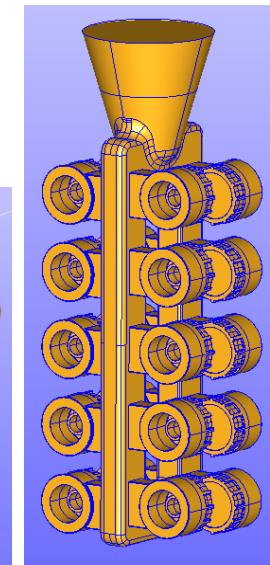
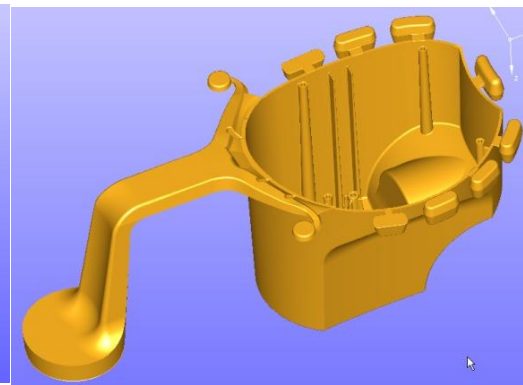
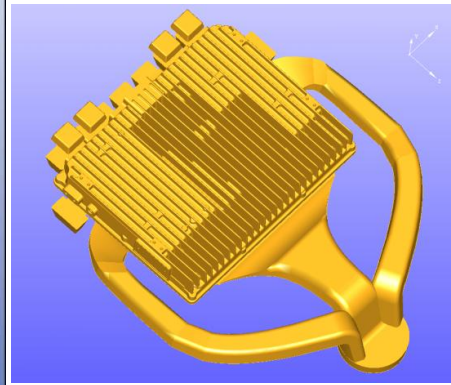
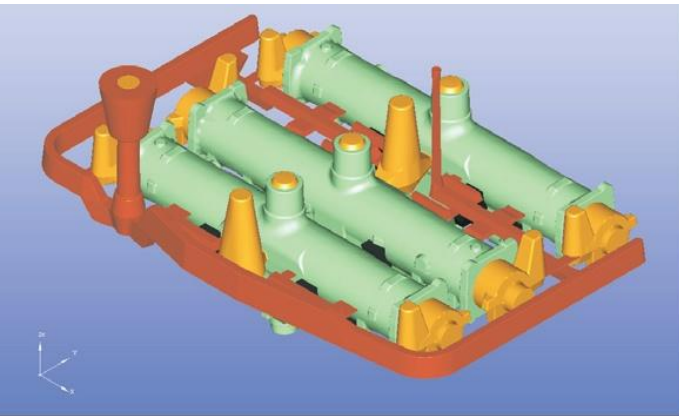
- ❑ Специальный модуль Cast-Designer, предназначенный для оптимизации производительности и стоимости литейного производства без потери в качестве продукции.
- ❑ Это достигается за счет оптимизации конструкции каналов охлаждения и времени цикла литья для сохранения необходимой температуры литейной формы.
- ❑ Система может рассчитать стоимость серийного производства отливок с учетом оптимизированного времени цикла и специальных переменных, характеризующих затраты на конкретном предприятии.
- ❑ Модуль является полностью автоматизированным и простым в использовании.

Пример оптимизации цикла литья под давлением

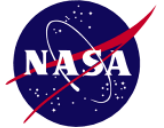


После двух итераций время цикла было сокращено с 86 до 66 секунд

■ Применение Cast-Designer

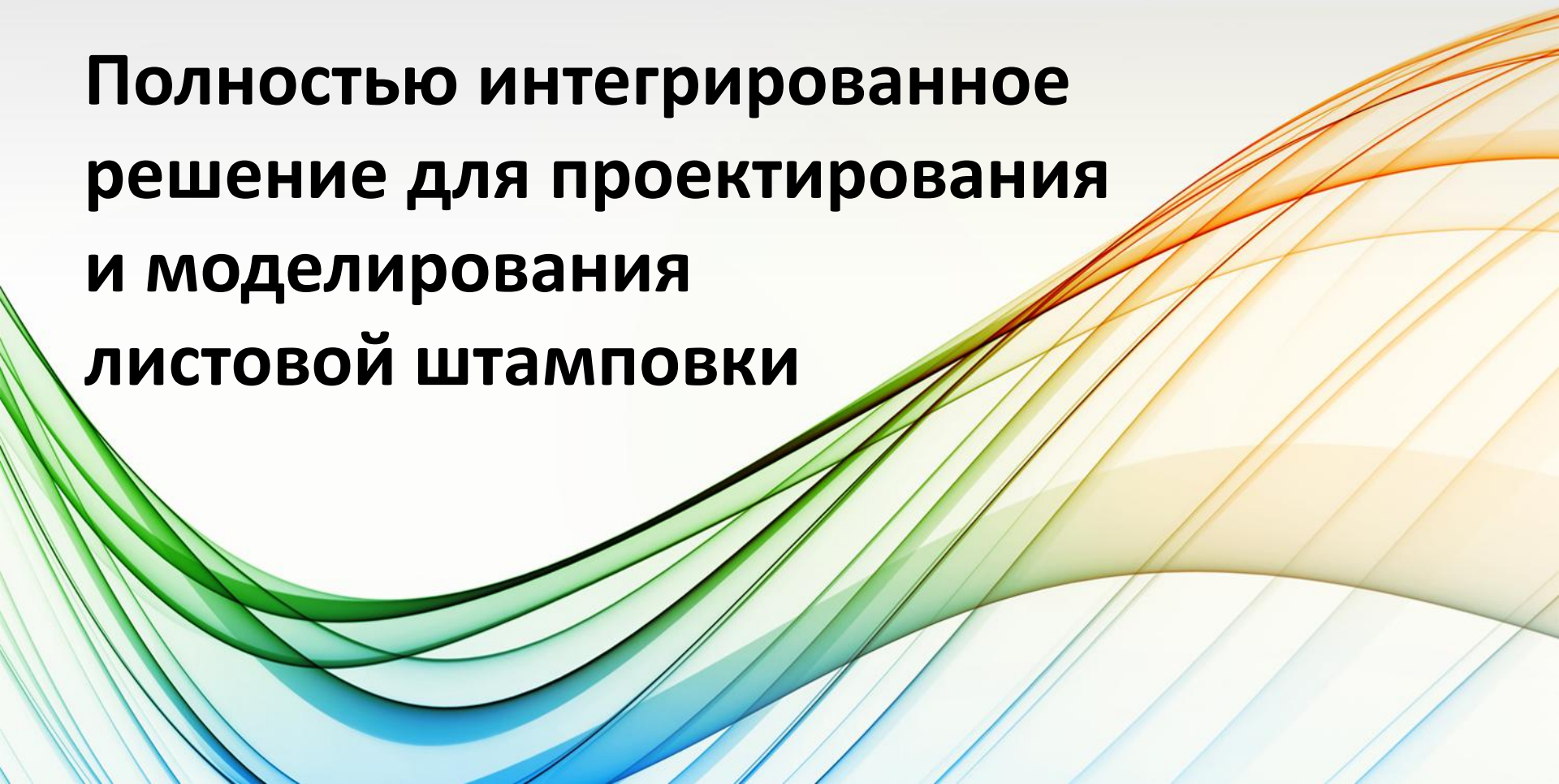


Пользователи



Система FORM-ADVISOR

**Полностью интегрированное
решение для проектирования
и моделирования
листовой штамповки**



■ Решение производственных проблем

Как проверить конструкторские решения?

Переходы? Высота вытяжки? Вытяжной буртик (отбортовка)?
Размер заготовки? Радиусы скруглений? Разрывы, складки?...



Как протестировать материал?

Новый материал? Высокопрочная сталь?
Формуемость? Толщина?



Как улучшить технологию?

Накопленный опыт?
Усложнить конструкцию?

Как управлять качеством?

Качество поверхностей? Складки? Плоскостность и
пружинение? Работающая масса?
(точность толщины листа, обработка, смазка)

Как сократить время выпуска деталей?

Сократить время разработки?
Исключить необходимость в
производственных испытаниях?

Как получить больше заказов?

...

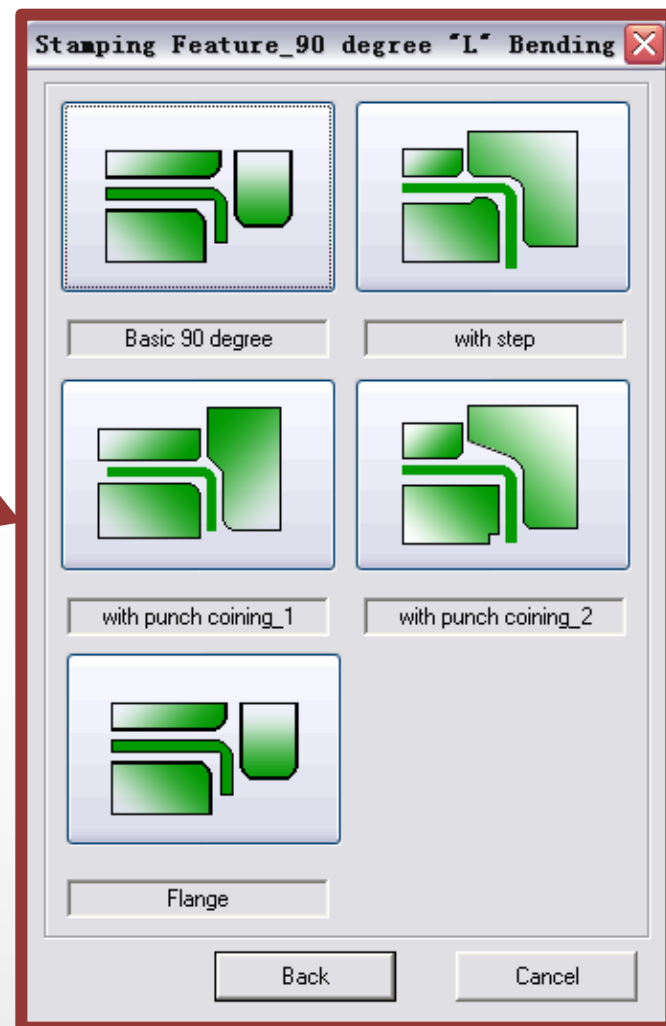
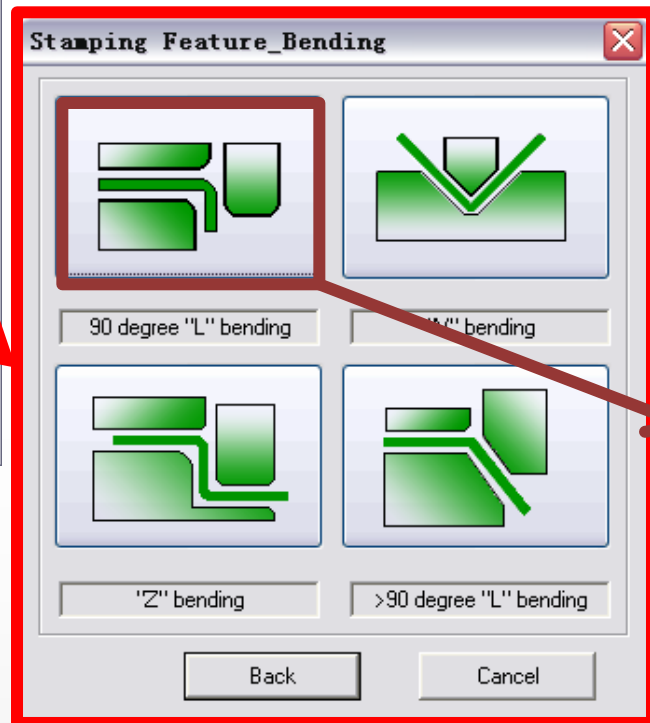
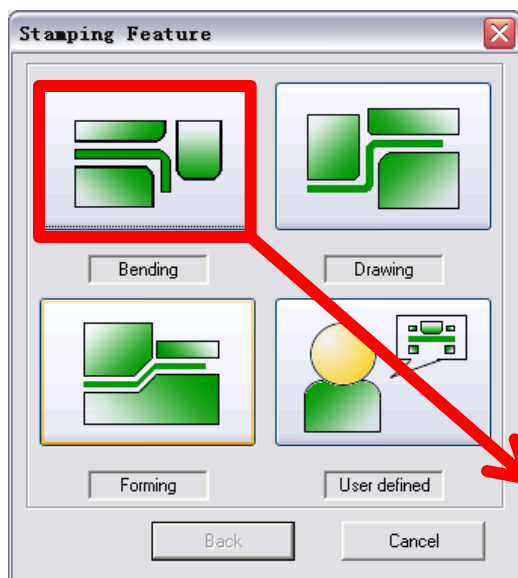
■ Поддерживаемые процессы

- Штамповка-вытяжка (в т.ч. для автомобильных кузовных деталей)
- Штамповка преобразовательного и последовательного действия
- Штамповка сварных и сэндвич листов
- Вытяжка с утонением и чеканка
- Гибка труб и гидроформовка
- Суперпластичная формовка и формовка эластичных диафрагм
- Растяжка и многоточечная формовка

■ Предоставляемые результаты

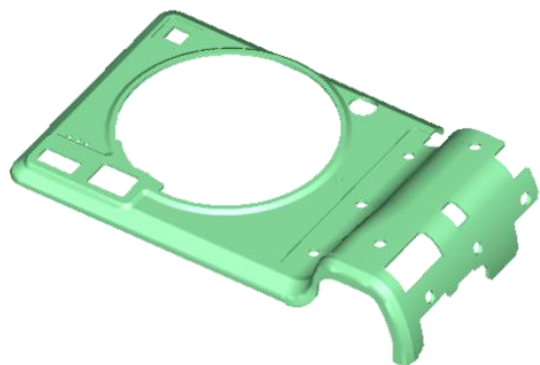
- Тенденции к складкообразованию
- Поднутрения
- Траектория деформации
- Сжатия
- Утонения и утолщения
- Вектор течения материала
- Зоны и величина пружинения
- Линия скольжения
- Анализ жесткости
- Предсказания плоскостности
- Растяжение и сжатие
- Контактная сила
- Нормальное давление
- Сечения
- Анимация процесса
- Оптимизация контура заготовки
- Диаграммы предельной формуемости

Библиотека шаблонов переходов штамповки

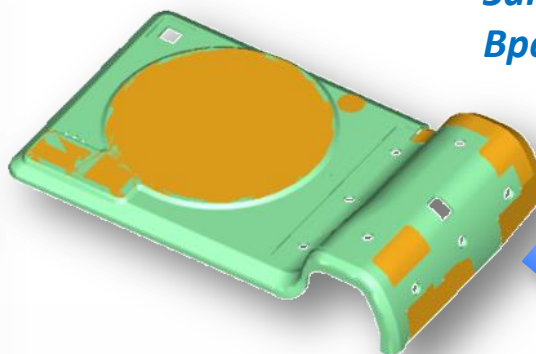


Пользовательские шаблоны
в XML-формате

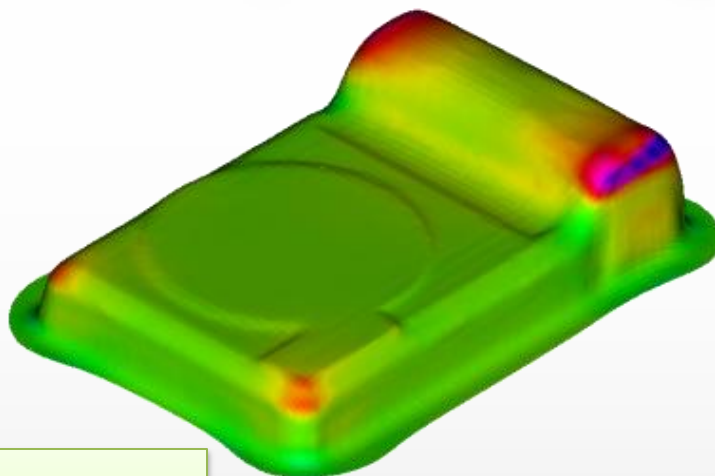
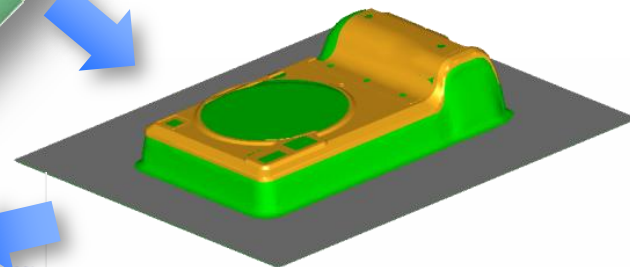
■ Моделирование вытяжки за один удар



3D-модель детали
Время: 0:00



Заполнение отверстий
Время: 0:10



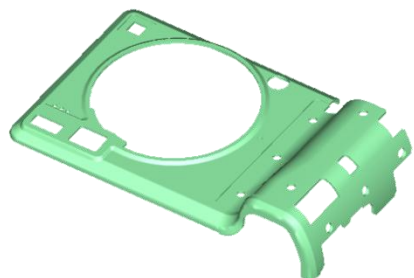
Вытяжка за один удар
Время: 0:50



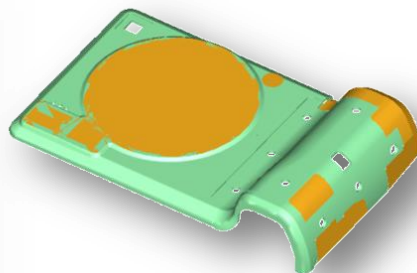
Поверхность штампа
Время: 0:25

Результат
моделирования:
угловые трещины

■ Моделирование вытяжки за два удара



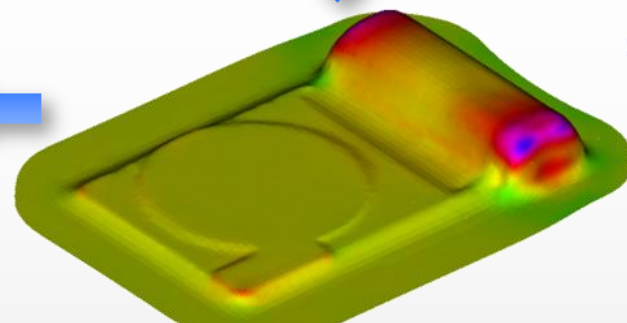
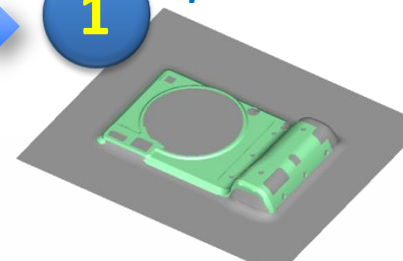
3D-модель детали
Время: 0:00



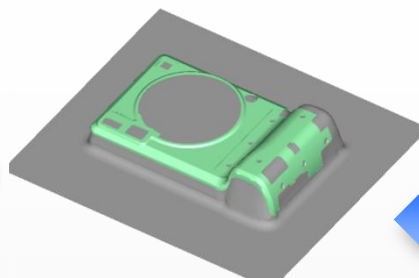
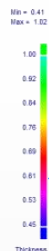
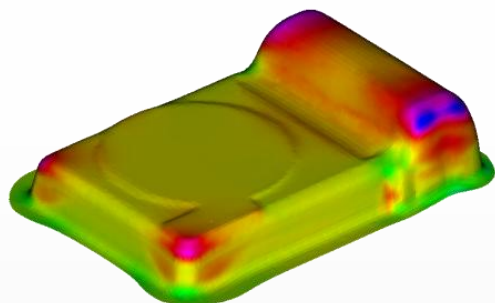
Заполнение отверстий
Время: 0:10



Поверхность штампа для 1 удара
Время: 0:25



Результат после 1 удара
Время: 0:50

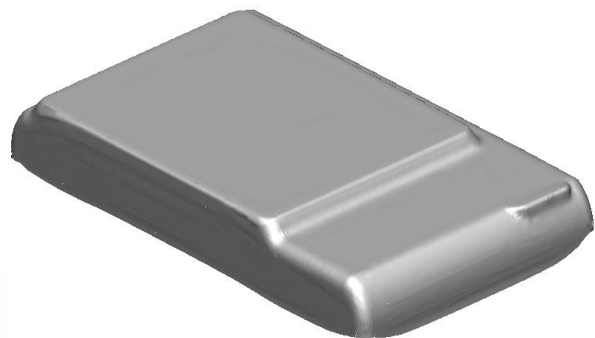


Поверхность штампа для 2 удара
Время: 1:05

Результат после 2 удара
Время: 1:35

Результат моделирования:
трещин НЕТ

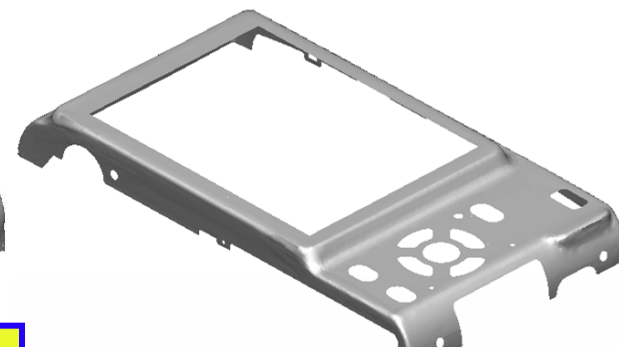
Задняя крышка фотокамеры



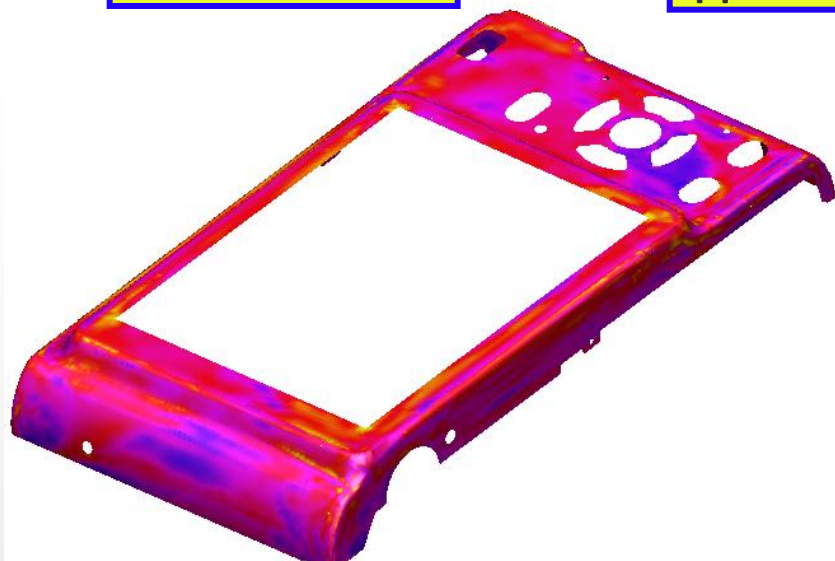
Вытяжка



Повторная вытяжка /
Достижение размеров



Обрезка



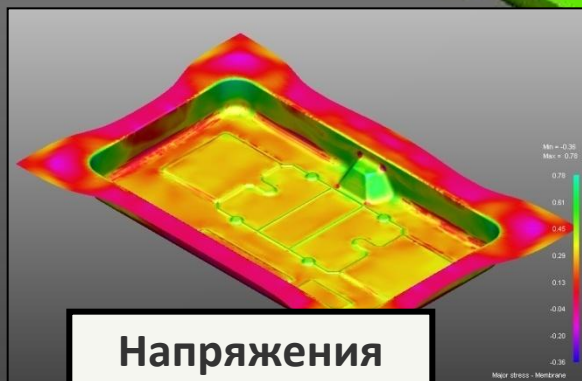
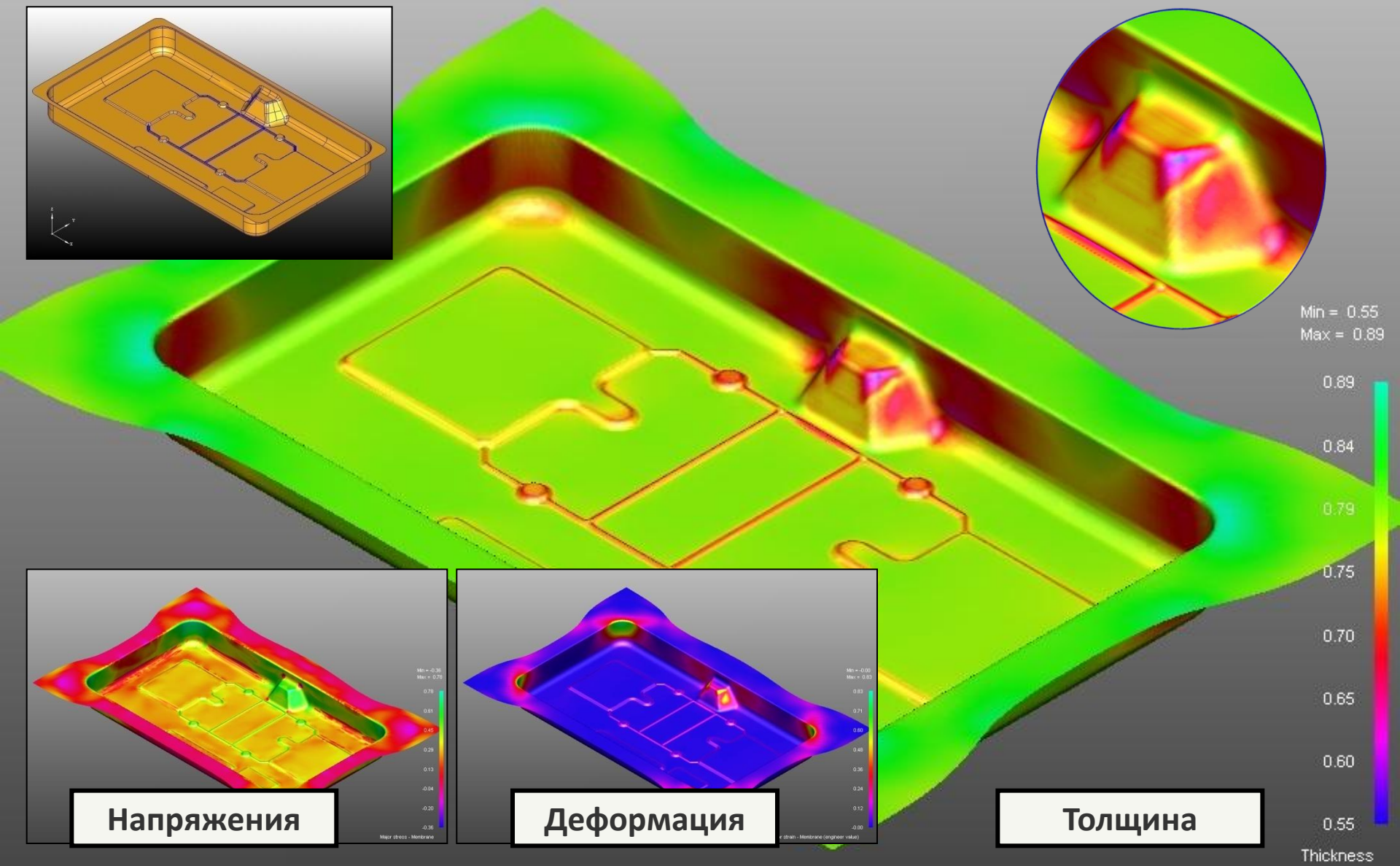
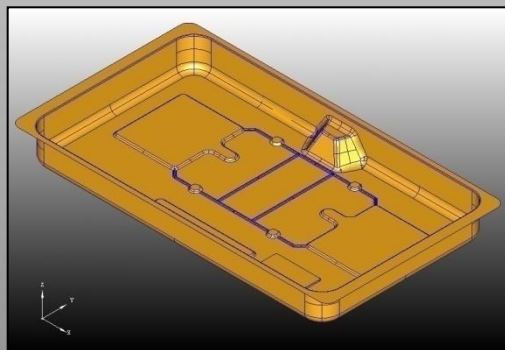
Остаточные напряжения



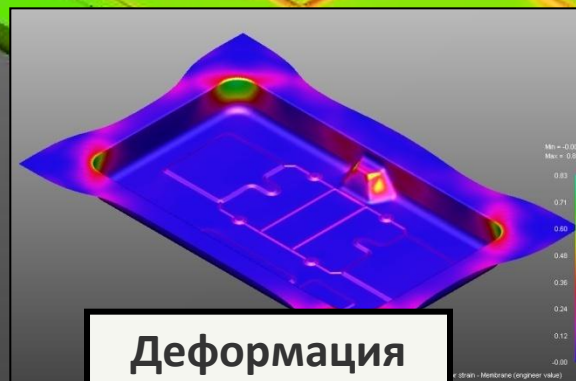
Размеры /
Плоскостность

DR - (0, 1, 0)
Local Frame - Global System

■ Моделирование процесса формовки



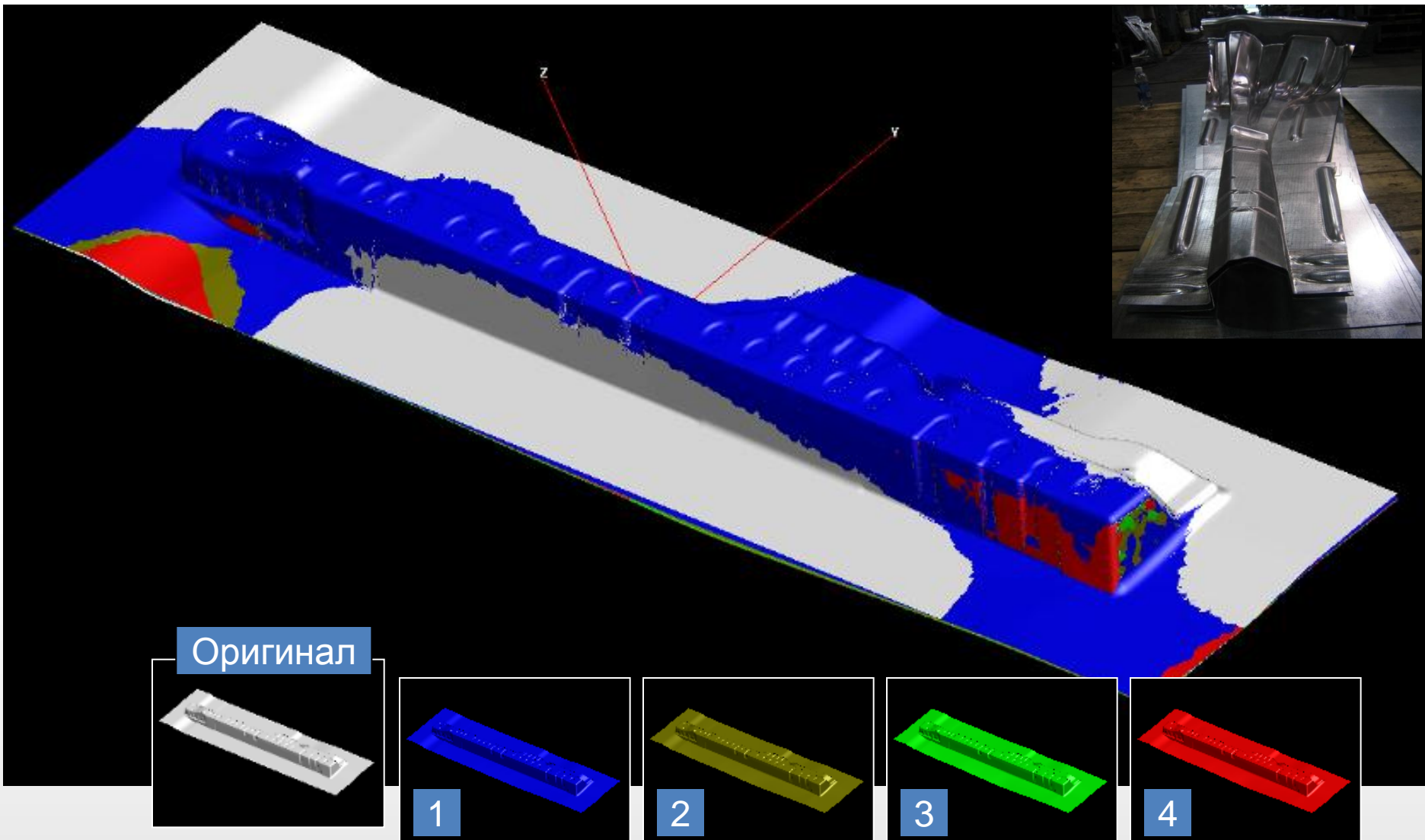
Напряжения



Деформация

Толщина

Расчёт и компенсация пружинения



Оригинал

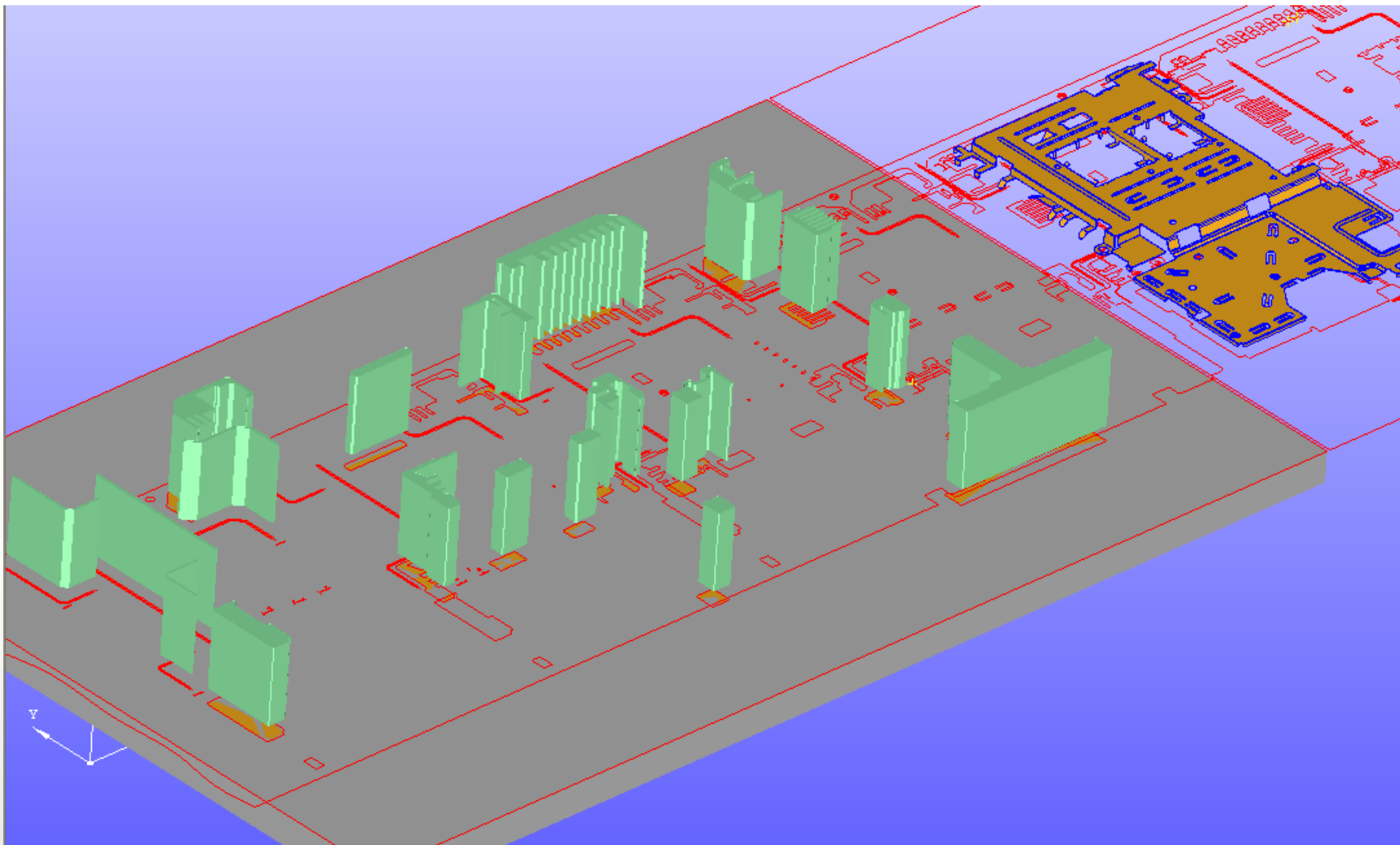
1

2

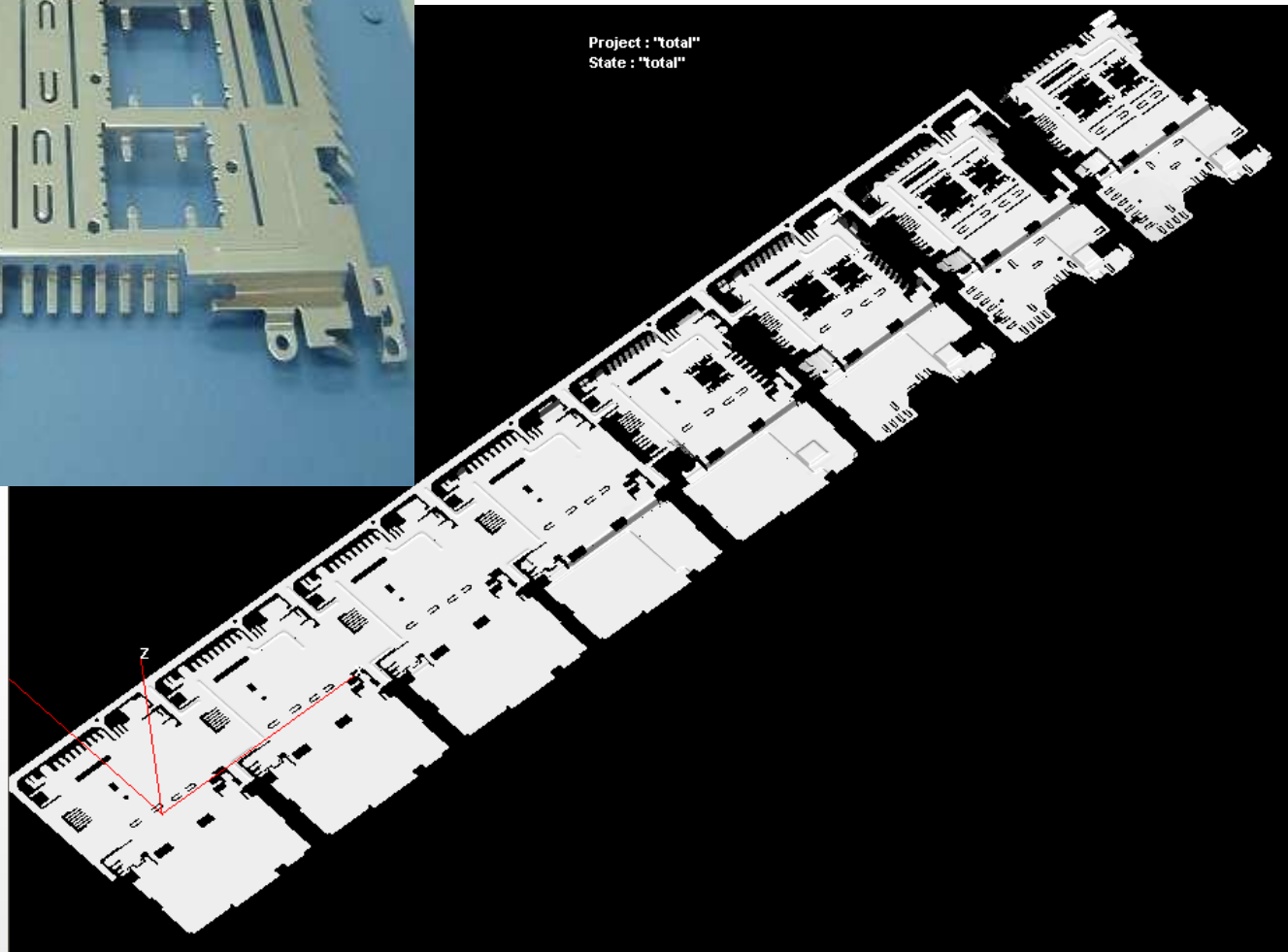
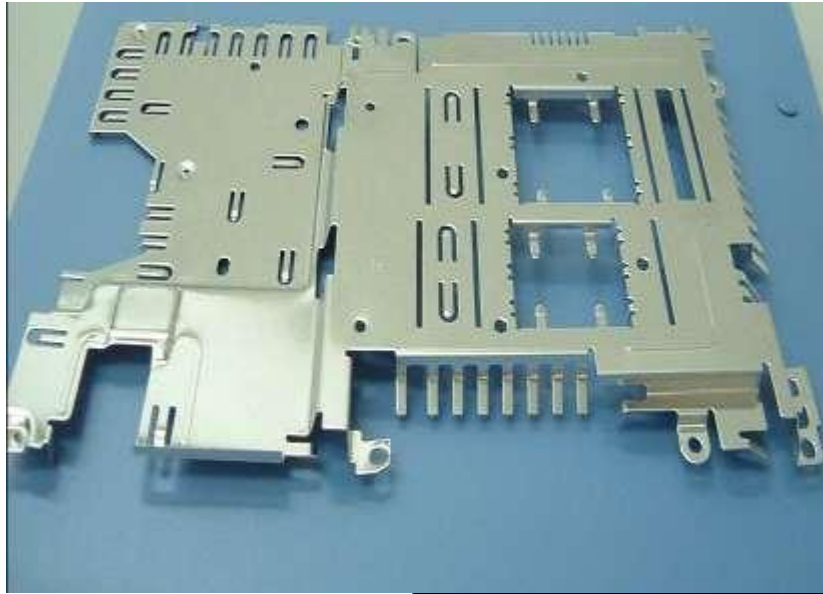
3

4

■ Пример спроектированной полосы штампа последовательного действия



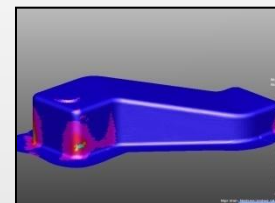
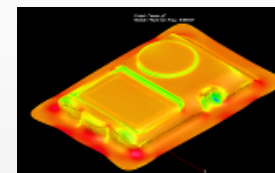
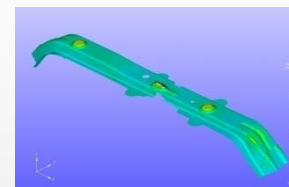
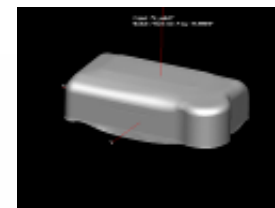
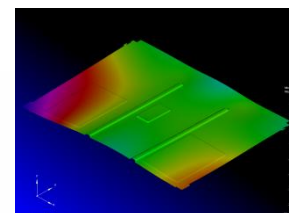
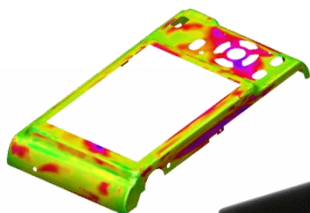
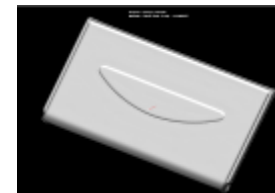
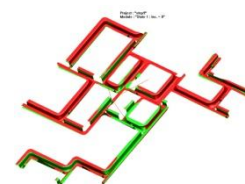
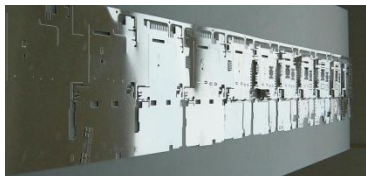
Пример спроектированной полосы штампа последовательного действия



Примеры из автомобильной отрасли



■ Применение в ЗС (компьютеры, коммуникации, потребительская электроника) и потребительских товарах



Пользователи и партнеры



新日本製鐵

posco



SANYO



The Ultimate Driving Machine



SIEMENS



Microsoft

intel



RENAULT



Спасибо за внимание!