

Система компьютерного
моделирования литейных
процессов **ПОЛИГОН**

ООО «Полигон»



ЦНИИ материалов,
Санкт-Петербург

ПОЛИГОН

на ведущих заводах
аэрокосмического комплекса,
оборонного комплекса,
автопрома



**Система компьютерного
моделирования литейных
процессов «ПОЛИГОН»**

191014, Санкт-Петербург,
ул.Парадная, 8

тел. (812) 948-37-26

тел./ф. (812) 274-53-82

E-mail: poligon@poligonsoft.ru
Internet: www.poligonsoft.ru

- *заливка*
- *затвердевание*
- *раковины*
- *макропористость*
- *микропористость*
- *структурные параметры*
- *прочность*
- *твёрдость*
- *размыв формы*
- *пригар*



Основное назначение

- ✦ Отработка наиболее важных технологических параметров не на реальной отливке, а на её компьютерной модели
- ✦ Снижение затрат на проектирование и доводку литейной технологии
- ✦ Анализ существующих технологий на предмет устойчивости к изменению технологических параметров

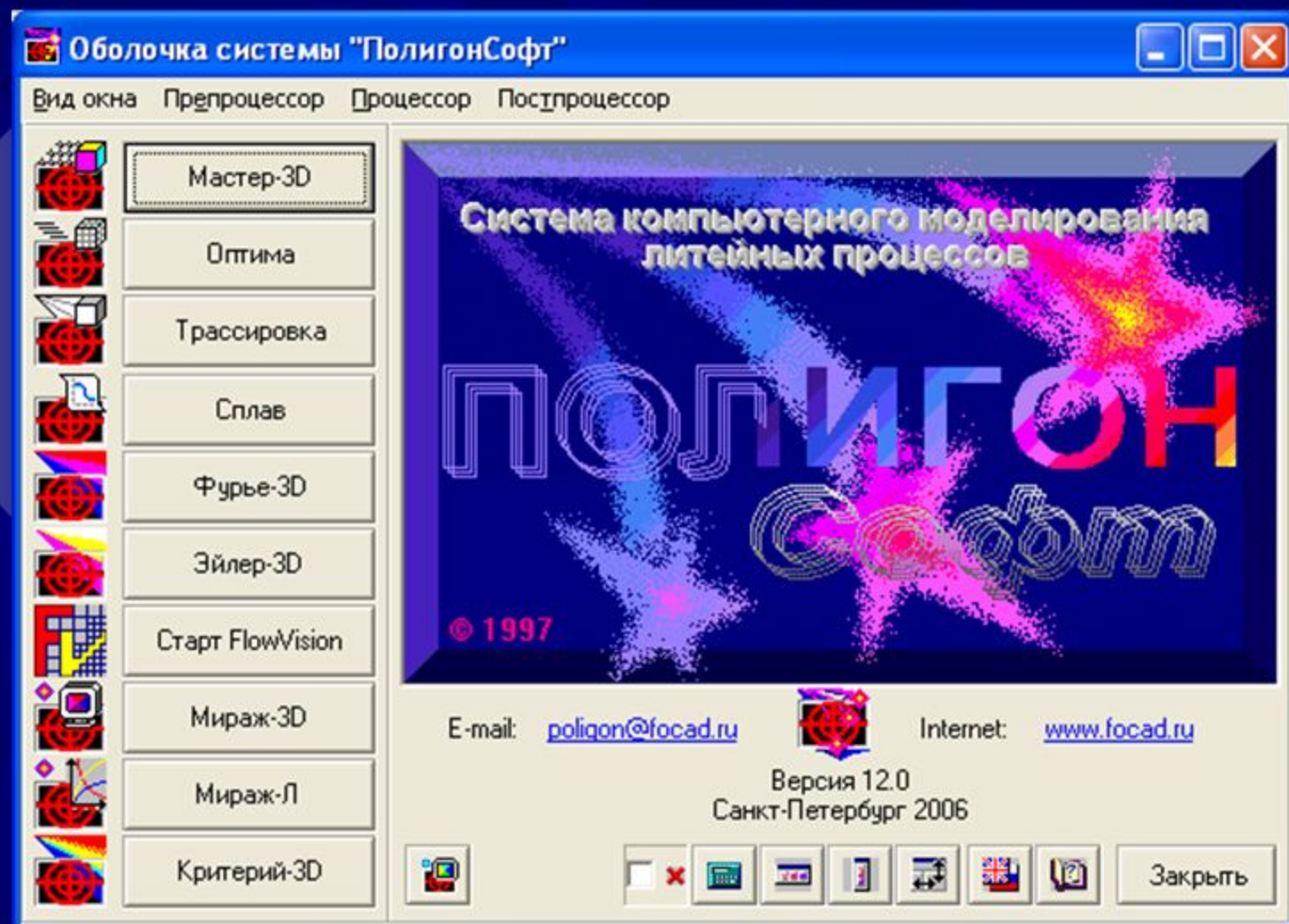
Основные задачи, решаемые при моделировании литейной технологии

- ☀ Гидродинамический расчёт заполнения литейной формы
- ☀ Тепловой расчёт затвердевания отливки в форме
- ☀ Усадочный расчёт образования зон микро- и макропористости

Структура СКМ ПОЛИГОН

- ☀ Препроцессор-
модули, предназначенные для подготовки данных и геометрической модели
- ☀ Процессор-
модули выполняющие расчёты
- ☀ Постпроцессор-
модули предназначенные для визуализации результатов расчётов

Оболочка СКМ ПОЛИГОН

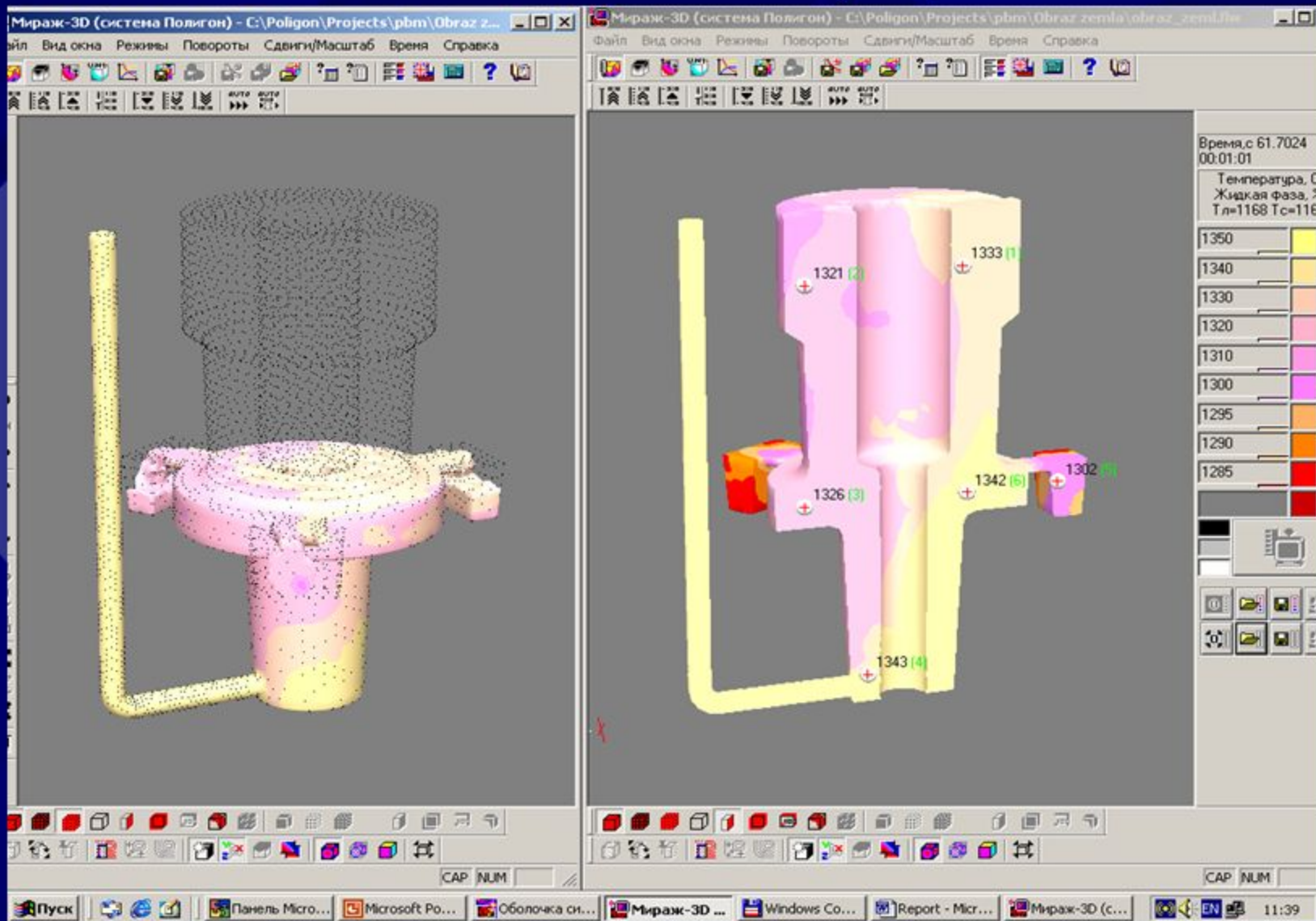


Гидродинамический расчёт заполнения формы

Даёт возможность:

- ☀ Моделировать заполнение формы жидким металлом
- ☀ Получить (и это главное) начальное распределение температурных полей в отливке с учётом взаимодействия расплава с формой

Пример расчета заполнения формы



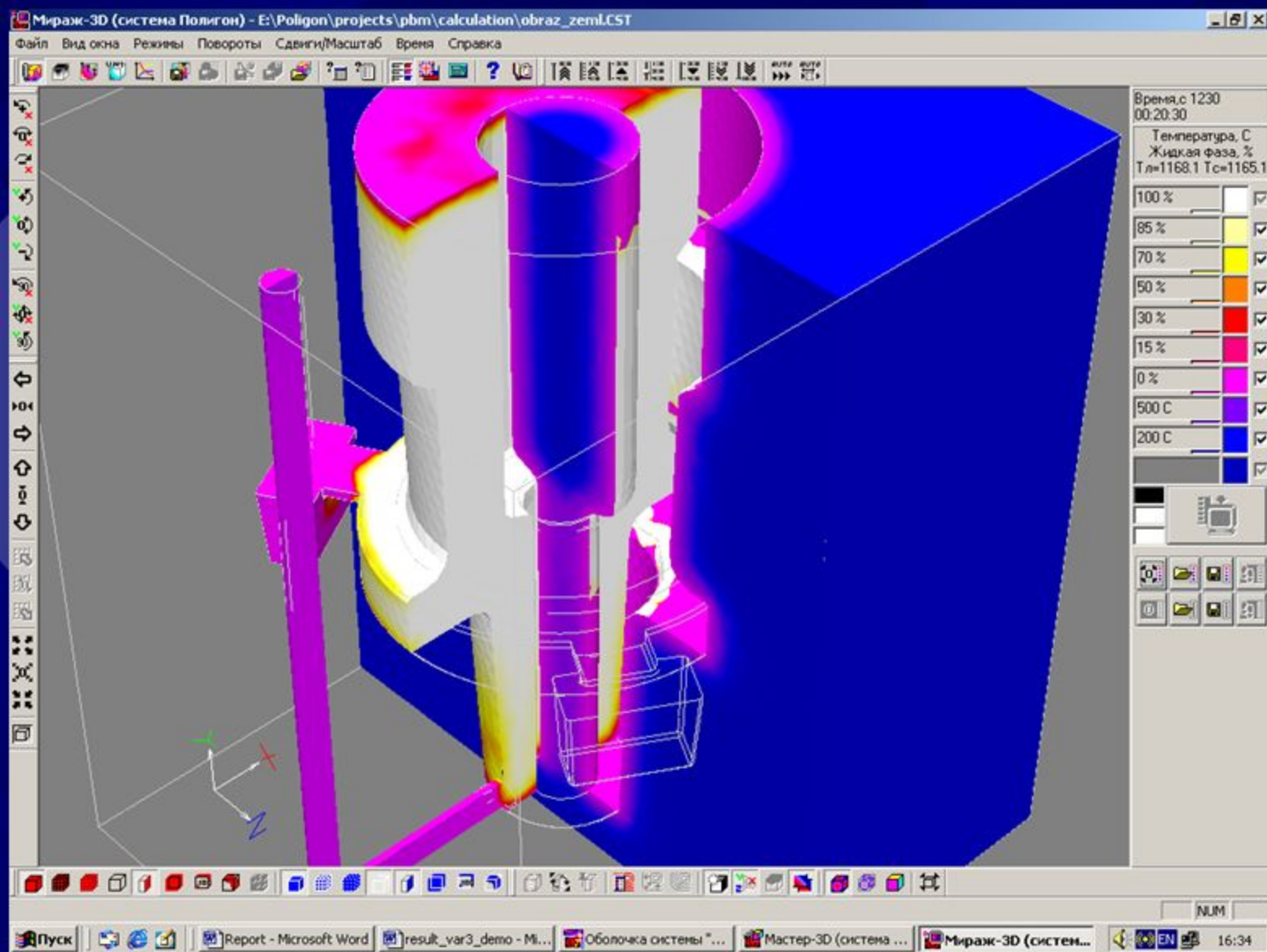
Распределение температур в металле на 20с. и в конце заполнения

Тепловой расчёт затвердевания отливки

Учитывает:

- ☀ Неравномерность выделения скрытой теплоты затвердевания
- ☀ Сложный характер тепловыделения на границе «отливка-форма»
- ☀ Межконтактные прослойки (окислы, краски)
- ☀ Теплопередачу теплопроводностью, конвекцией, лучеиспусканием

Пример теплового расчёта



Поля температур в отливке и форме на 21 мин. от начала затвердевания

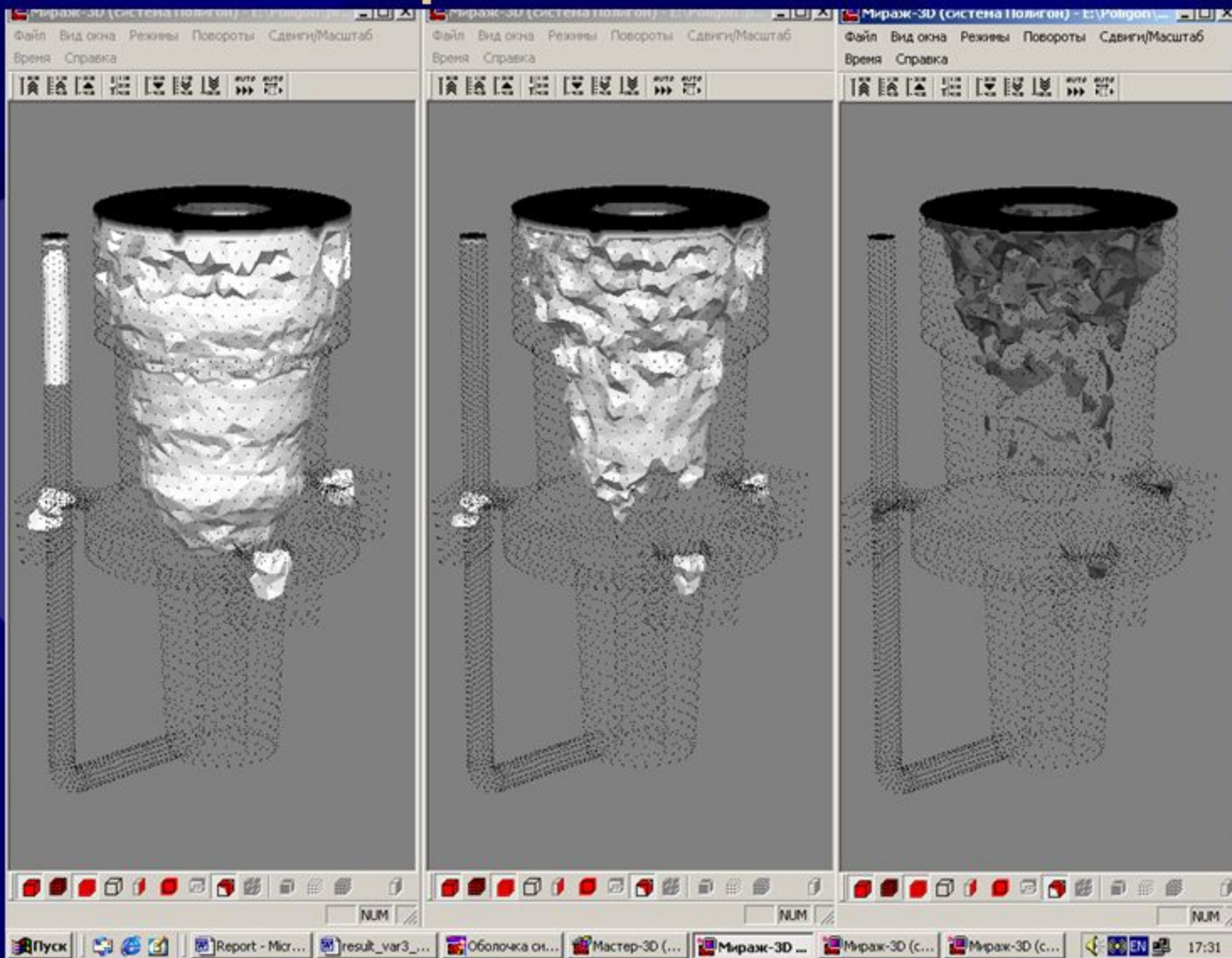
Усадочный расчёт образования зон макро- и микропористости

Рассматривает совместное протекание двух совершенно различных механизма образования усадочных дефектов:

- ☀ **первый** учитывает образование раковин и макропористости при недостатке питания
- ☀ **второй** учитывает образование микропористости из-за падения давления при фильтрационном течении расплава.

Позволяет получить распределение дефектов в объёме отливки

Пример усадочного расчёта

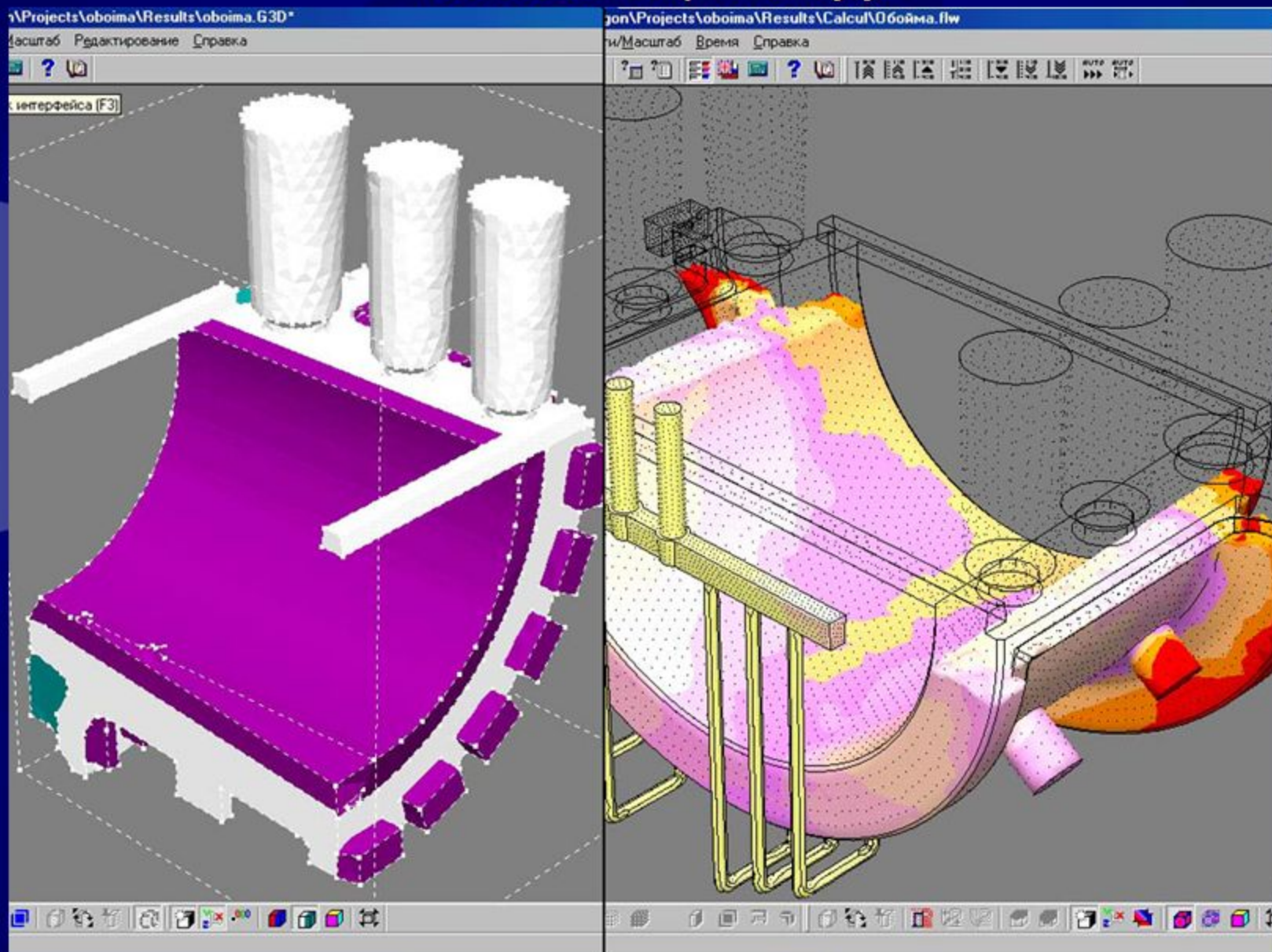


Области отливки с пористостью 2%, 20%, 75%

Расчет по критериям

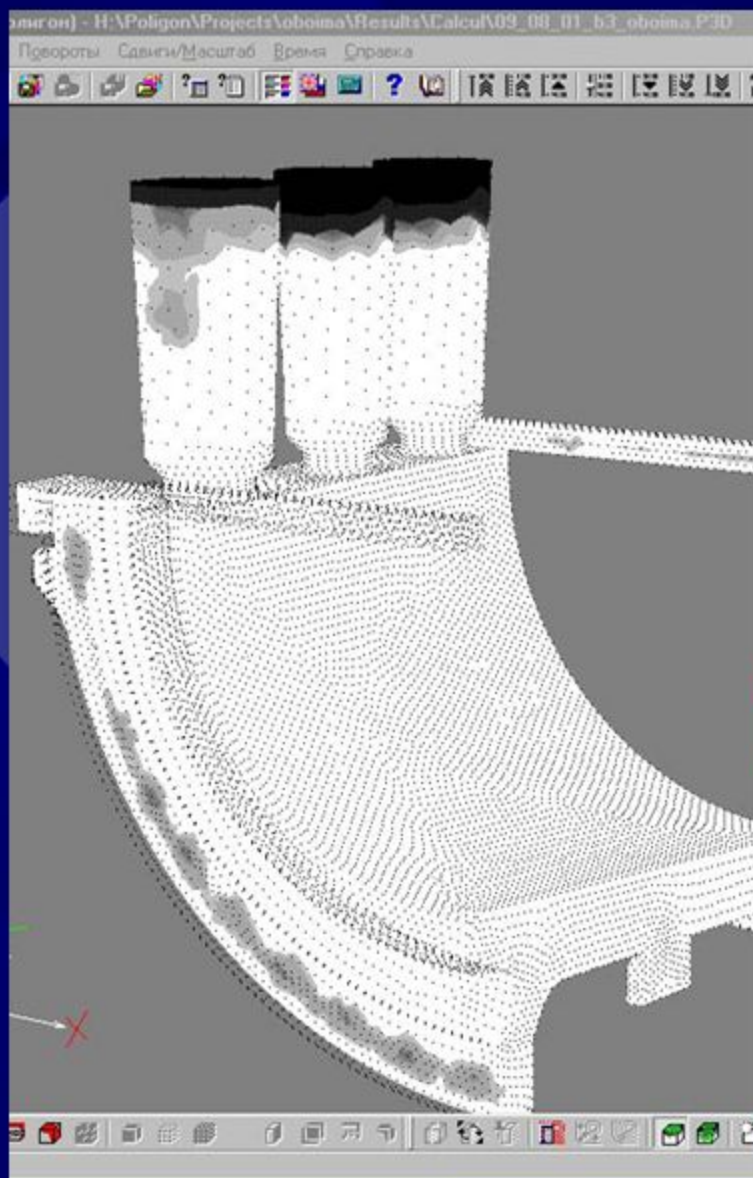
- ✿ Позволяет проанализировать расчётные поля, полученные в результате работы ПОЛИГОНа и получить сведения о прочности, твёрдости, структуре в различных частях отливки, сделать вывод о вероятности размыва формы и проч.
- ✿ Пользователь пользуется библиотекой критериев, может их беспрепятственно править и составлять новые

Отливка: «Обойма»
Технология: Литье в ПГС-форму
Сплав: Высокопрочный чугун

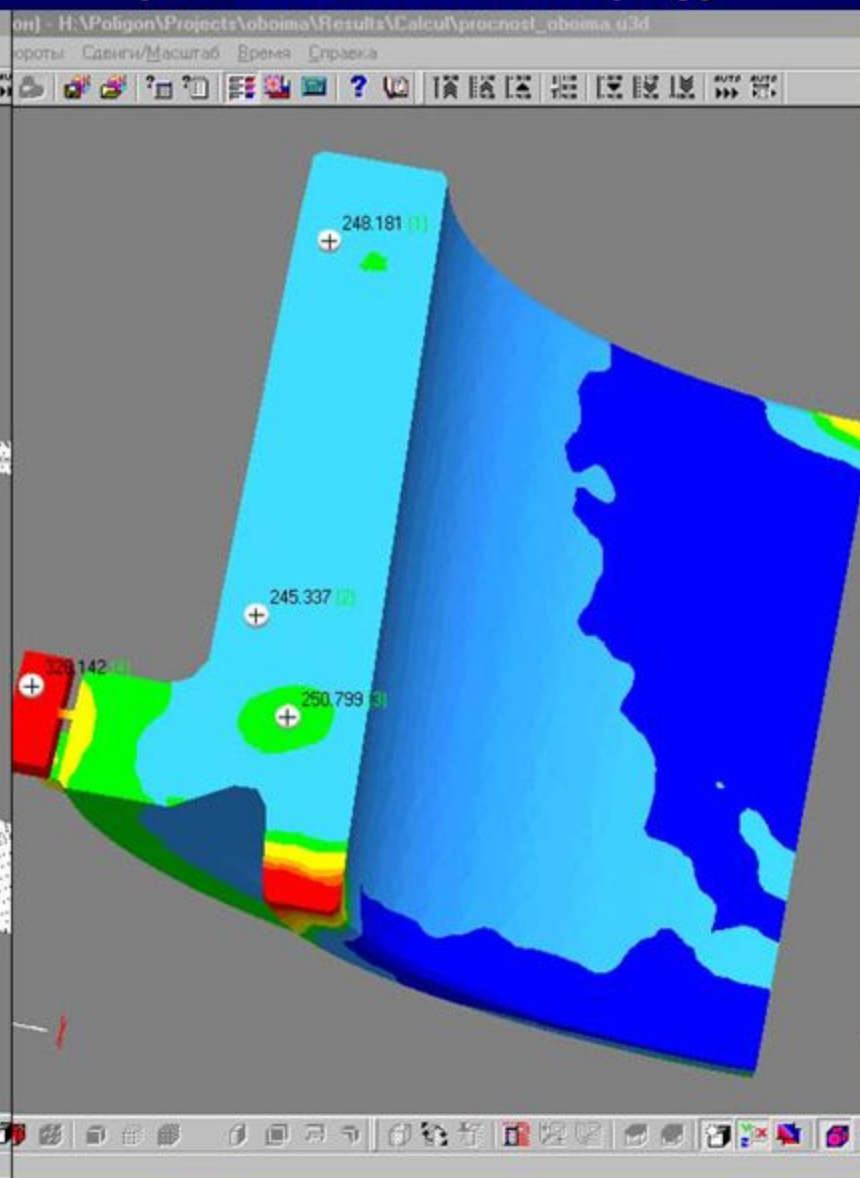


Технология: литье в ПГС-форму Сплав: высокопрочный чугун

Пористость в теле отливки

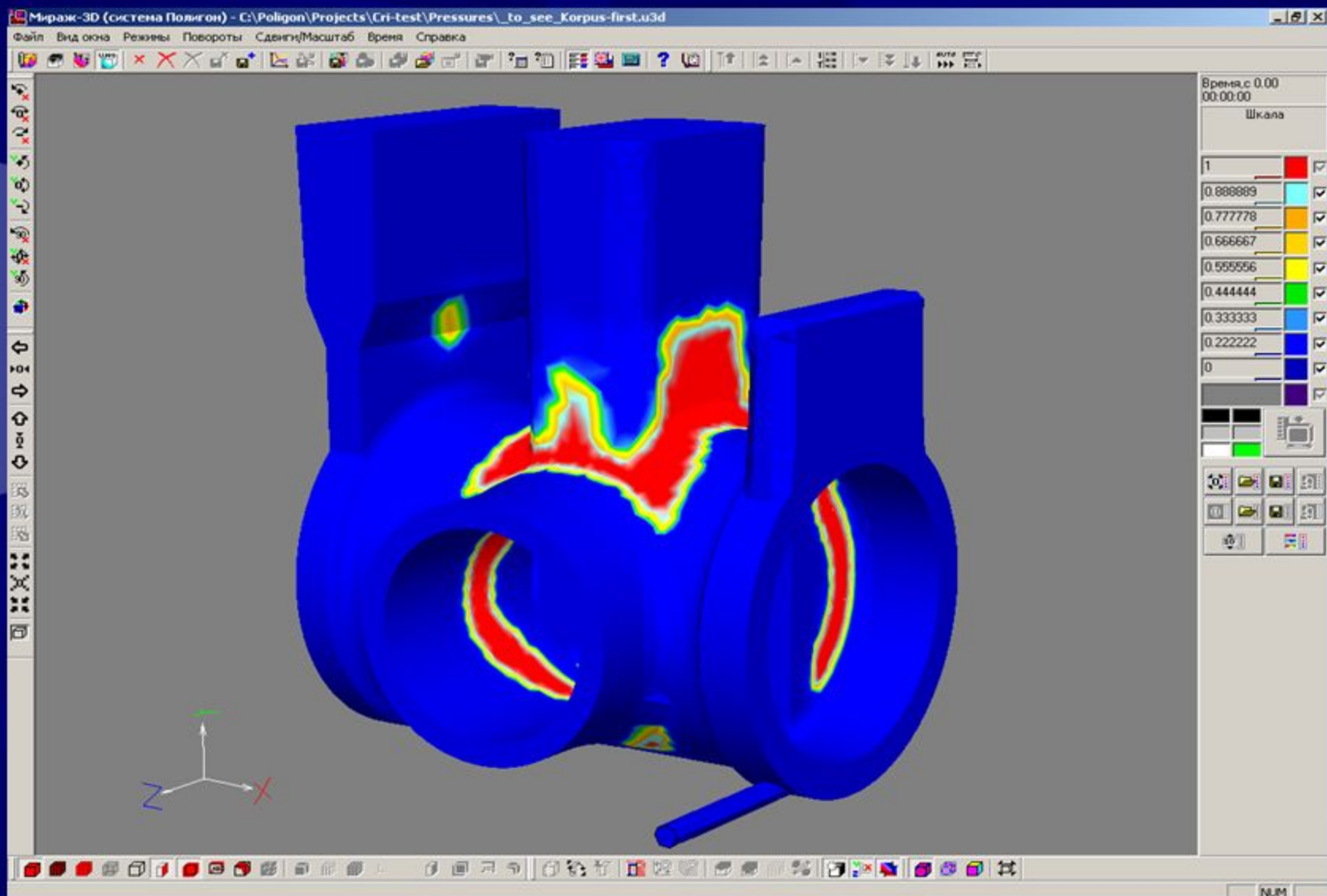


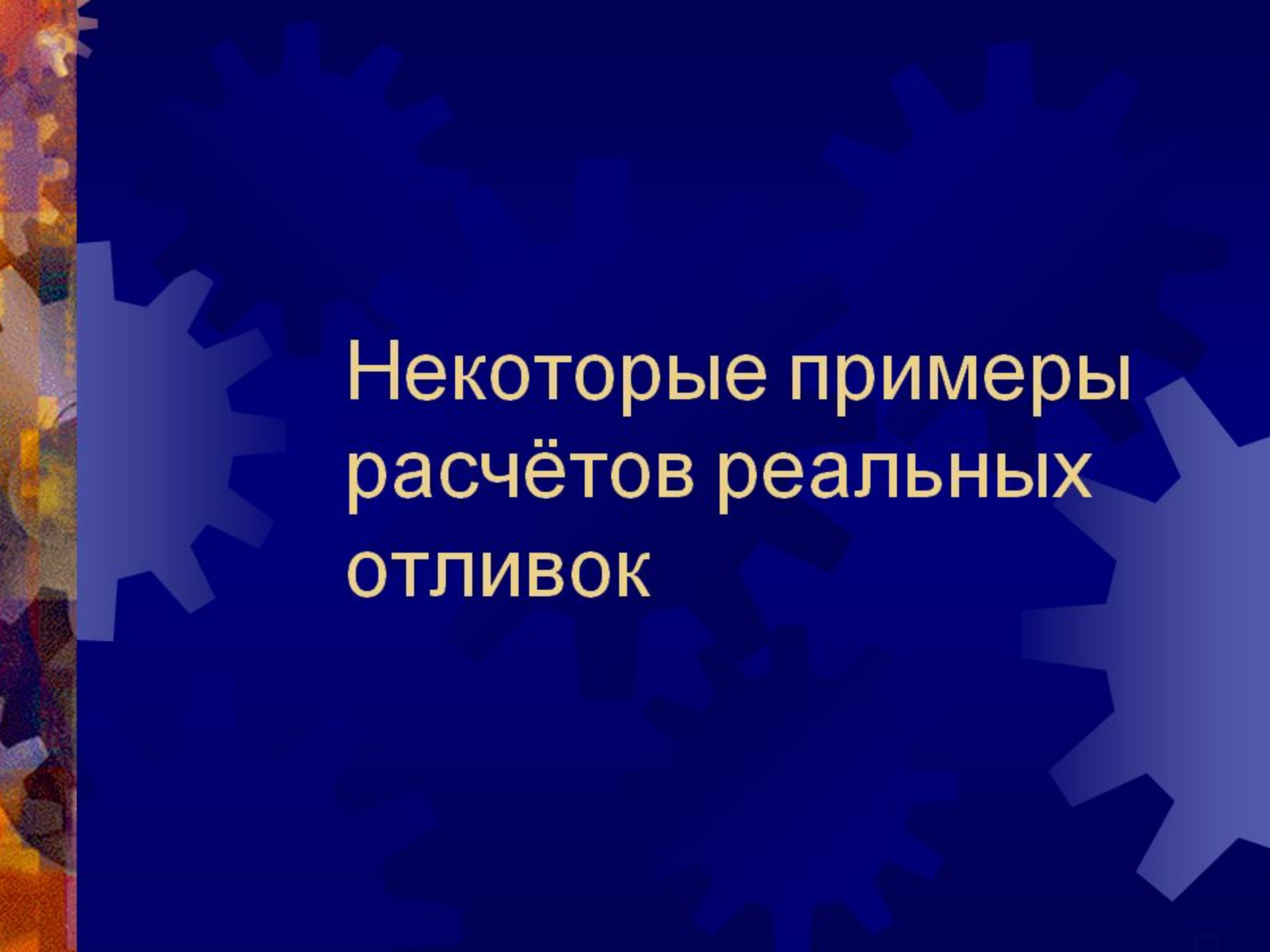
Поля твёрдости – критериальная обработка расчётных полей температур



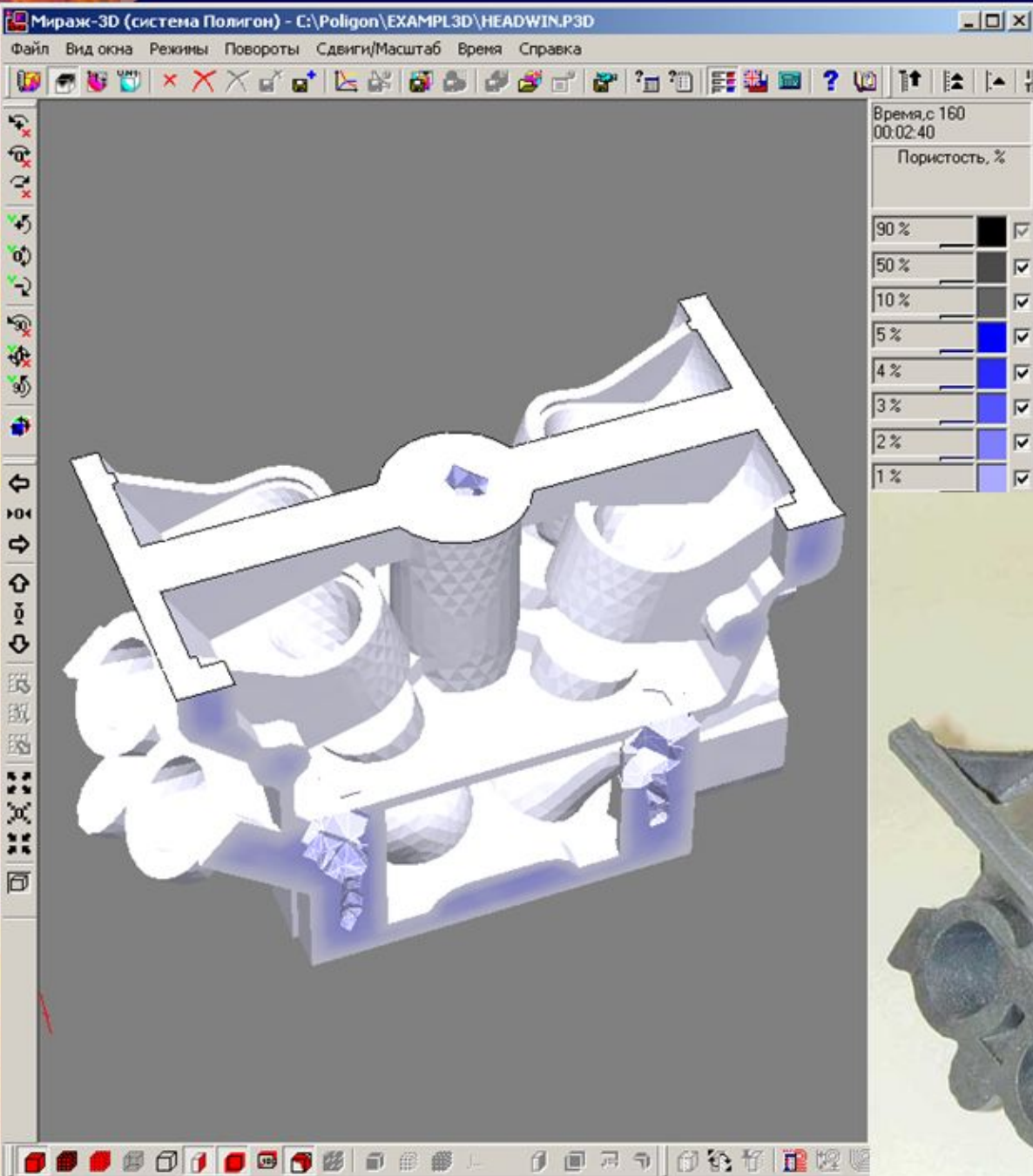
Технология: литьё в ПГС-форму Сплав: сталь 20Л

Места на поверхности отливки, в которых существует опасность появления пригара – критериальная обработка расчётного поля давлений





Некоторые примеры расчётов реальных ОТЛИВОК

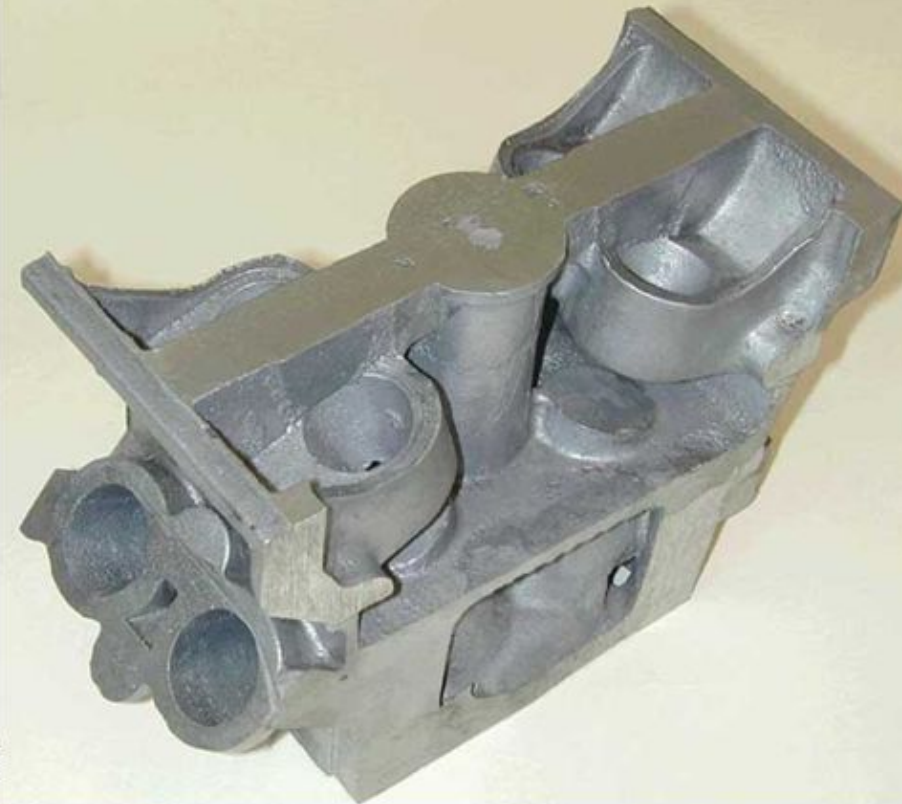


Отливка: «Головка блока цилиндров»
Технология: литьё в кокиль
Сплав: Al-сплав

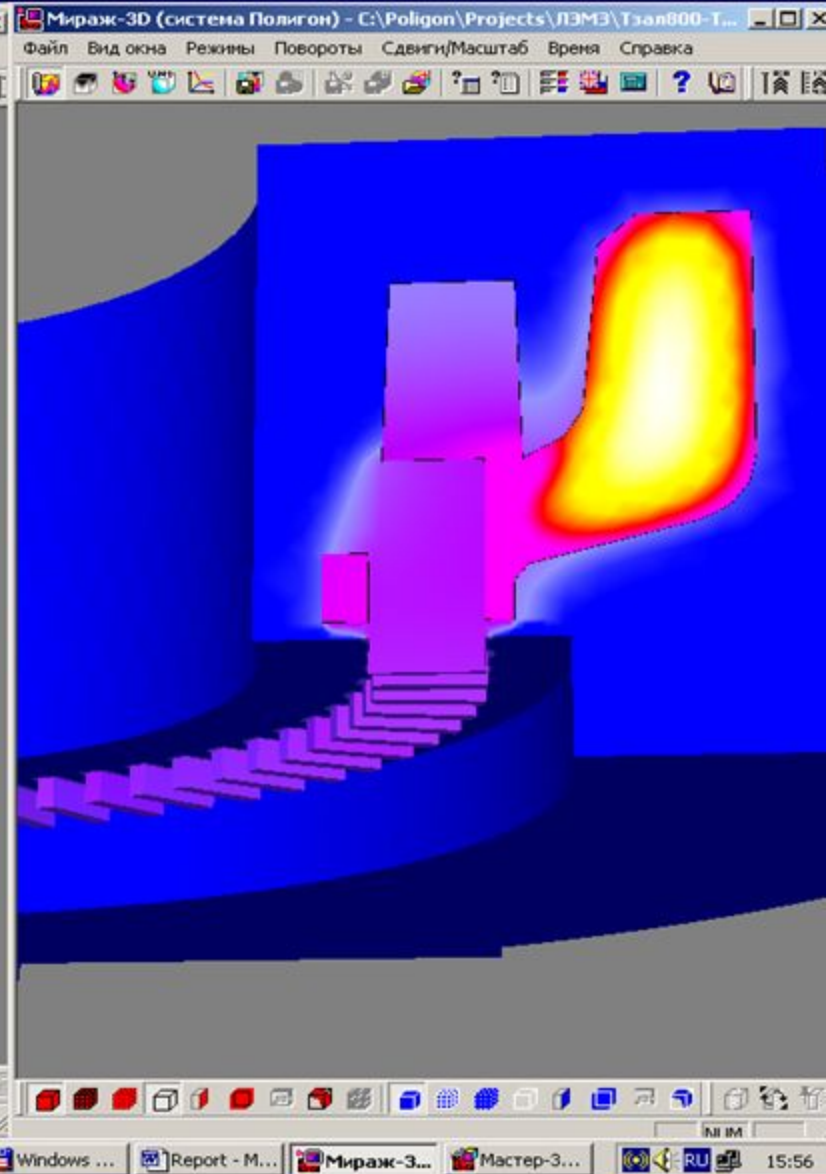
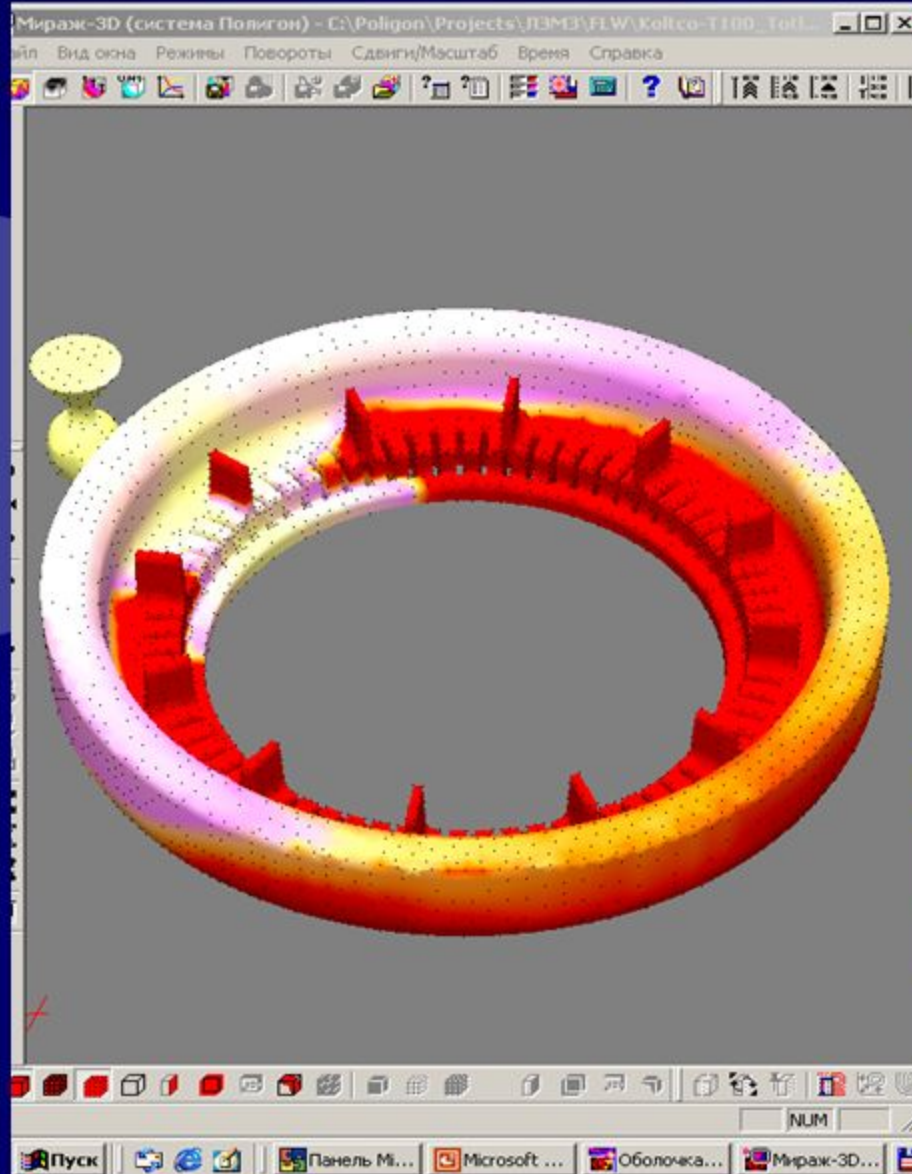
Рассчитанные в ПОЛИГОНе
дефекты в отливке

и

пористость в реальной отливке



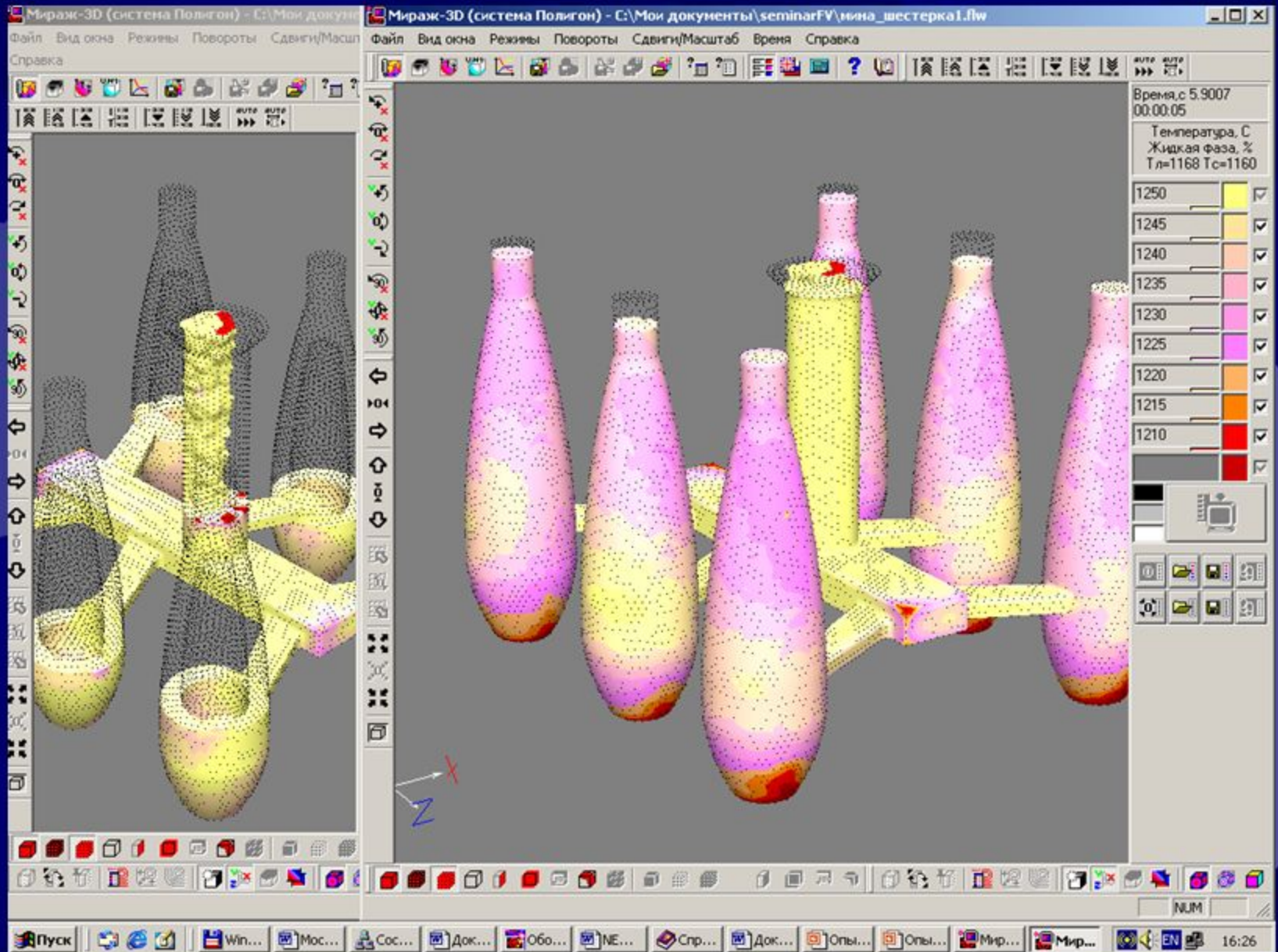
Отливка «Кольцо короткозамкнутого ротора»
Технология: литье в кокиль
Сплав: электротехнический алюминий



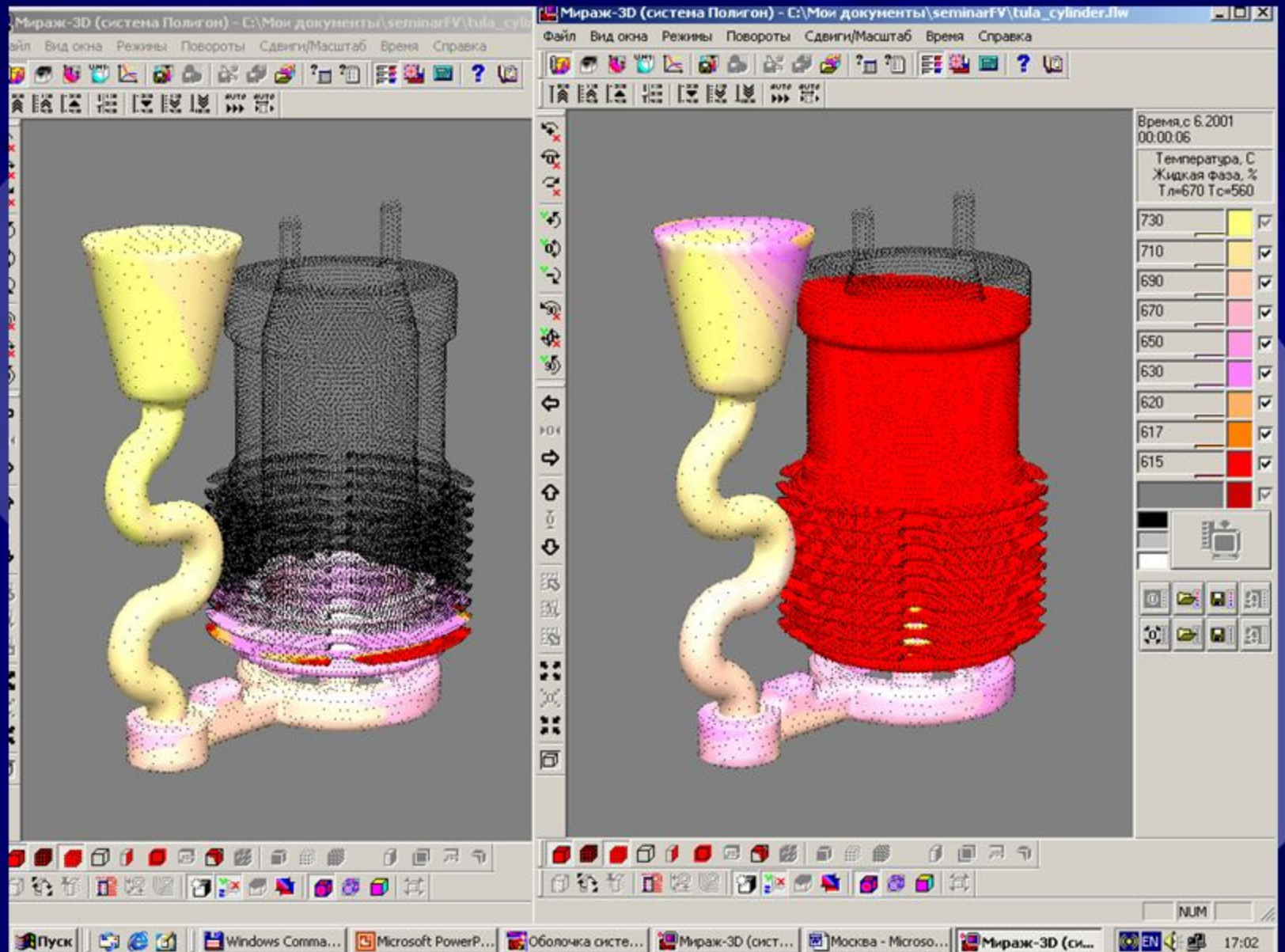
Отливка: «Хвостовик»

Технология: литье в вакуум-плёночную форму

Сплав: серый чугун



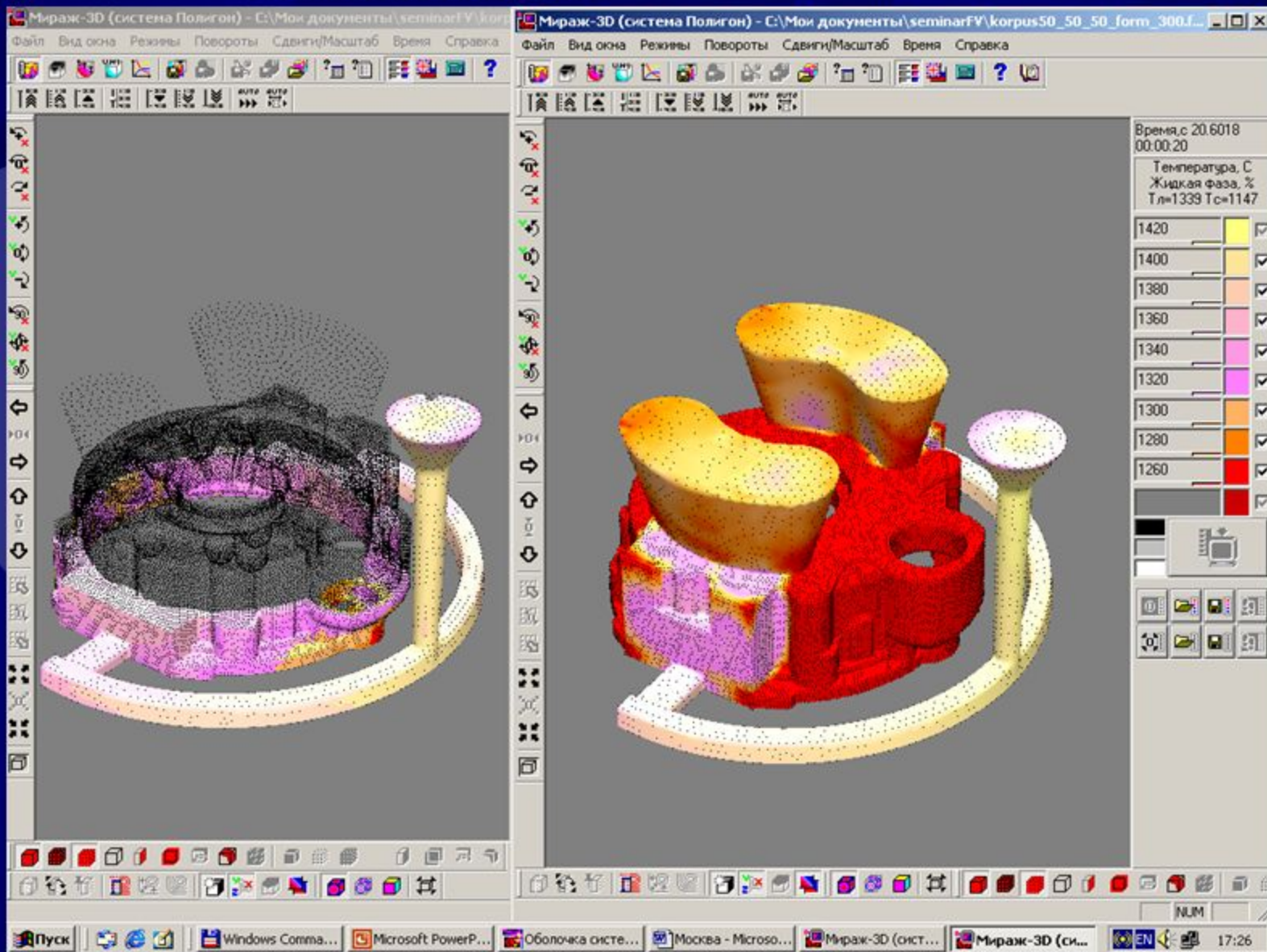
Отливка: «Цилиндр»
Технология: литье в кокиль
Сплав: Al - сплав



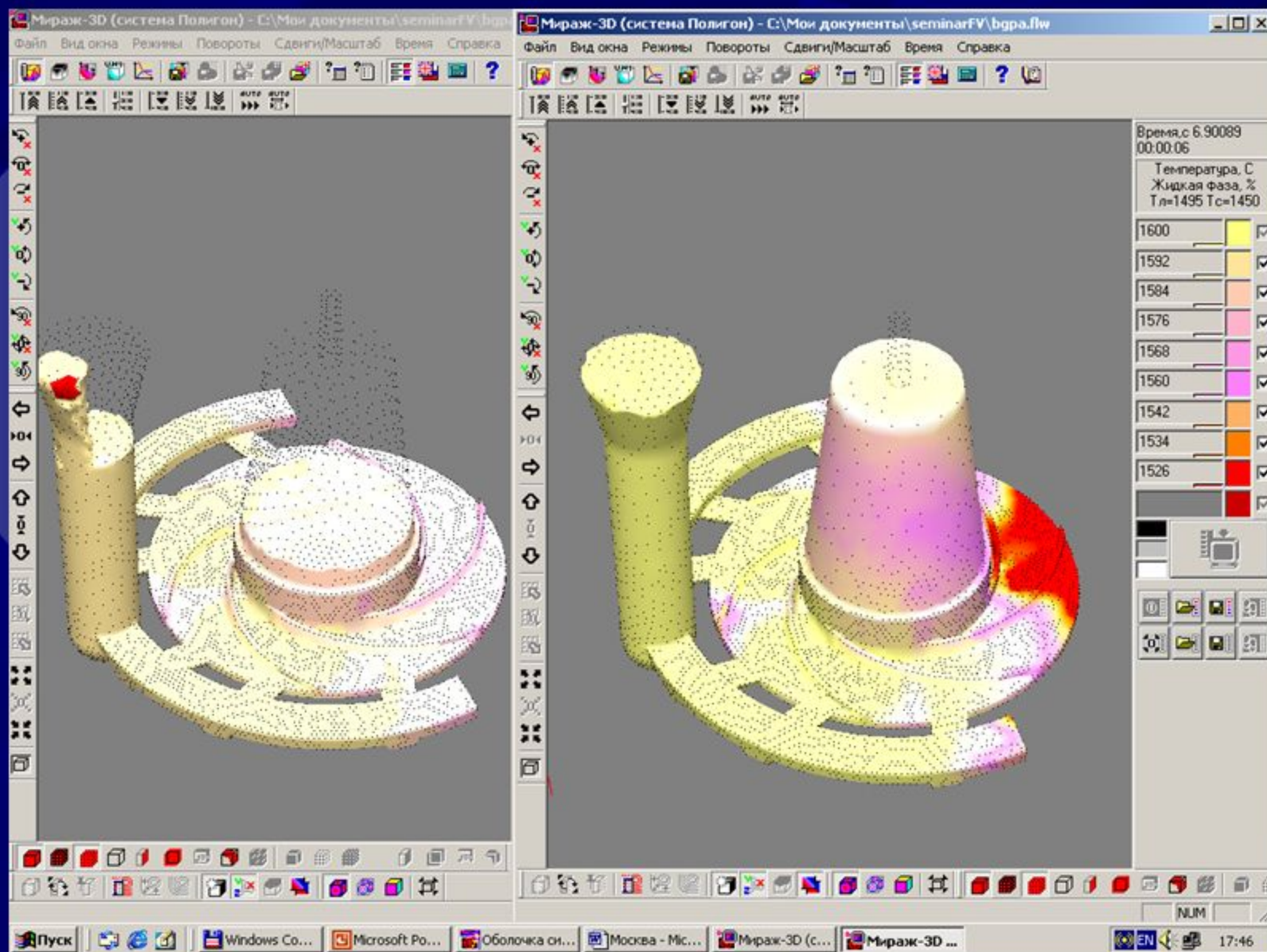
Отливка: «Корпус коробки передач»

Технология: литье в ПГС-форму

Сплав: ковкий чугун



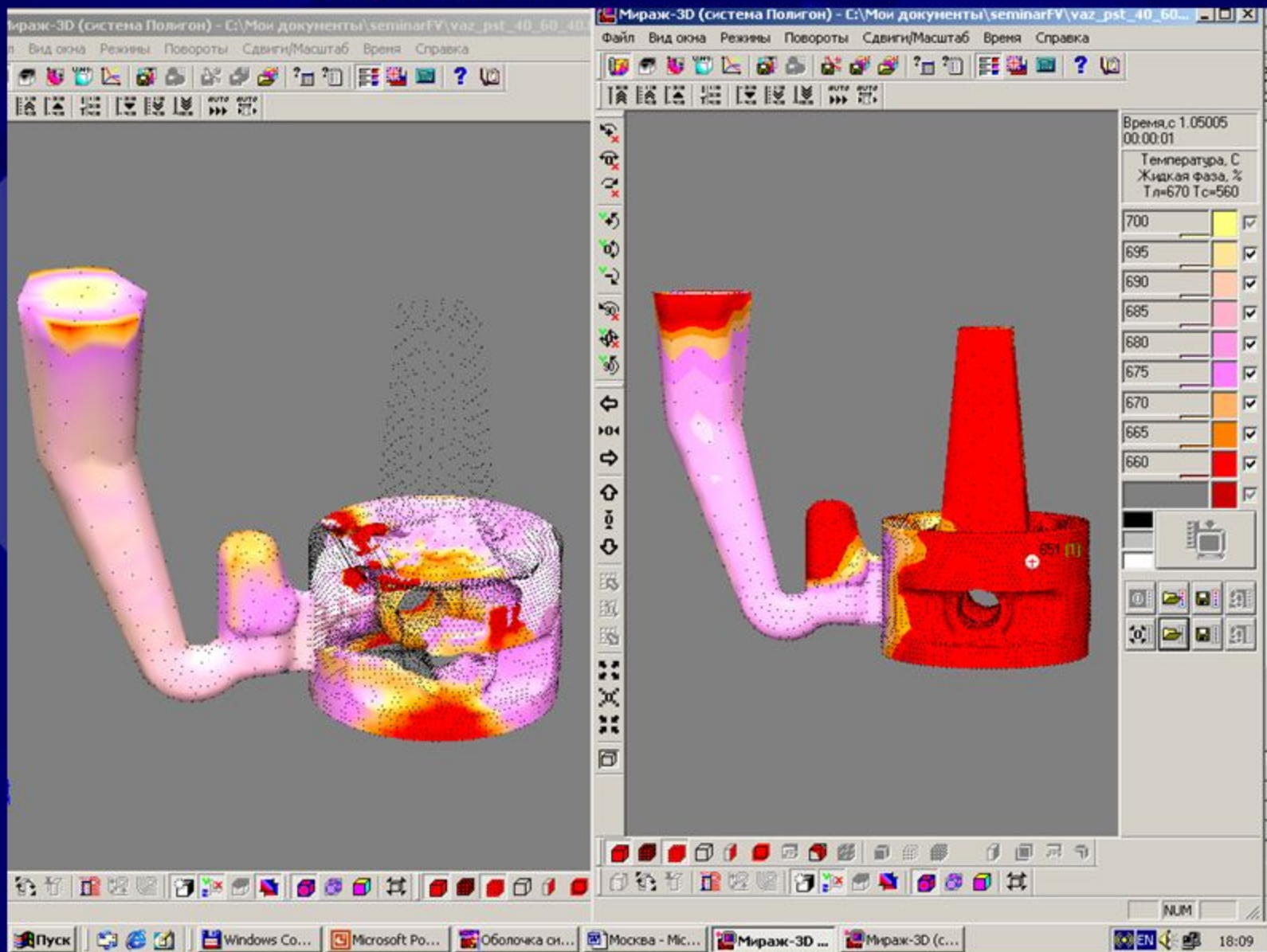
Отливка: «Колесо»
Технология: литье по выплавляемым моделям
Сплав: сталь



Отливка: «Поршень»

Технология: литье в кокиль

Сплав: Al - сплав



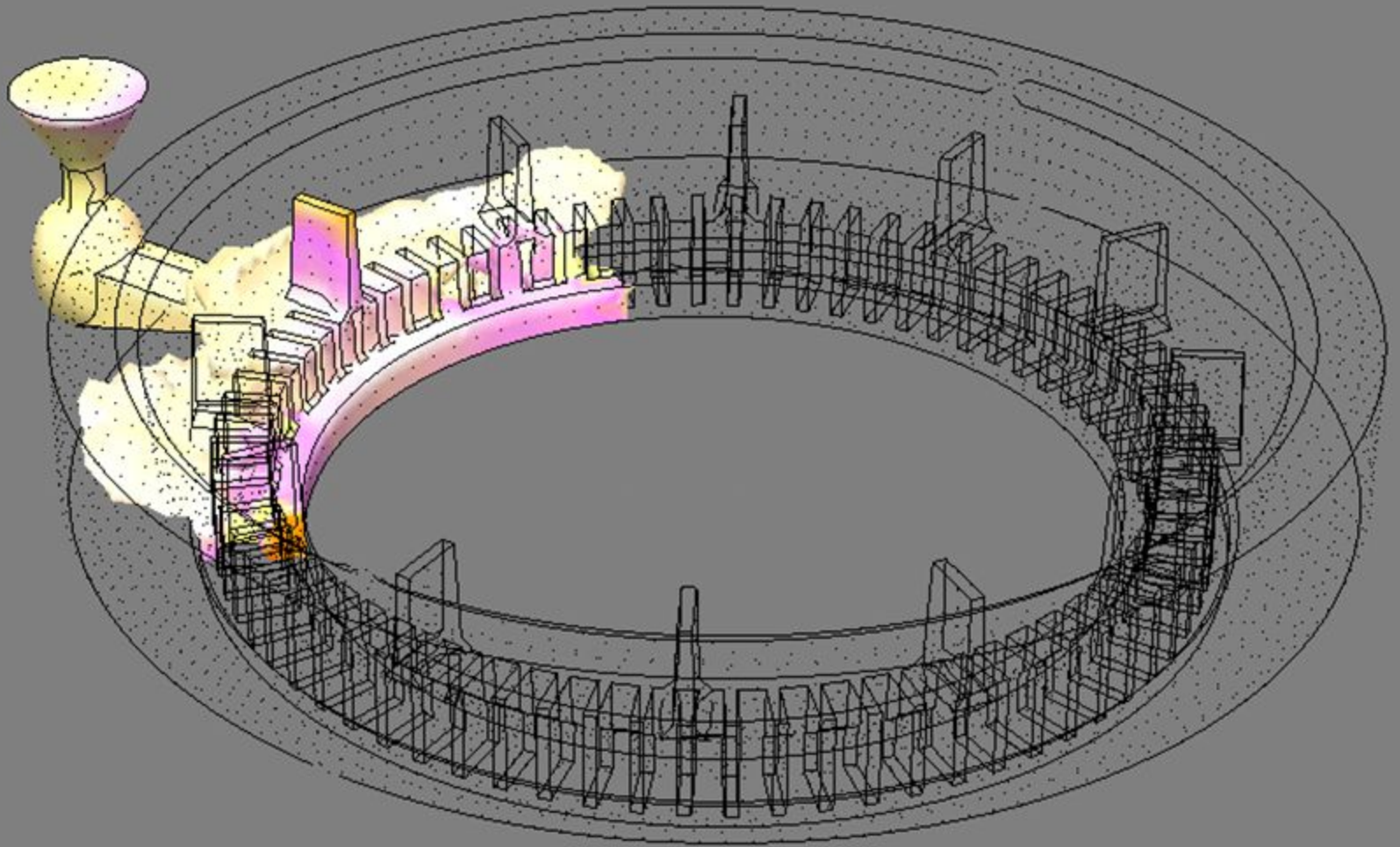
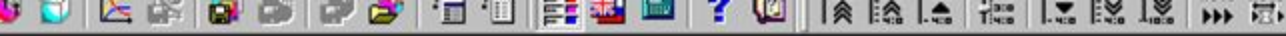


Основные результаты
работы с
СКМ ЛП ПОЛИГОН



Гидродинамический расчёт заполнения формы металлом

Выполняется модулем
Эйлер-3D



Время, с
00:00:00

Температура
Жидкая фаза
Тл=66

720

712

704

696

688

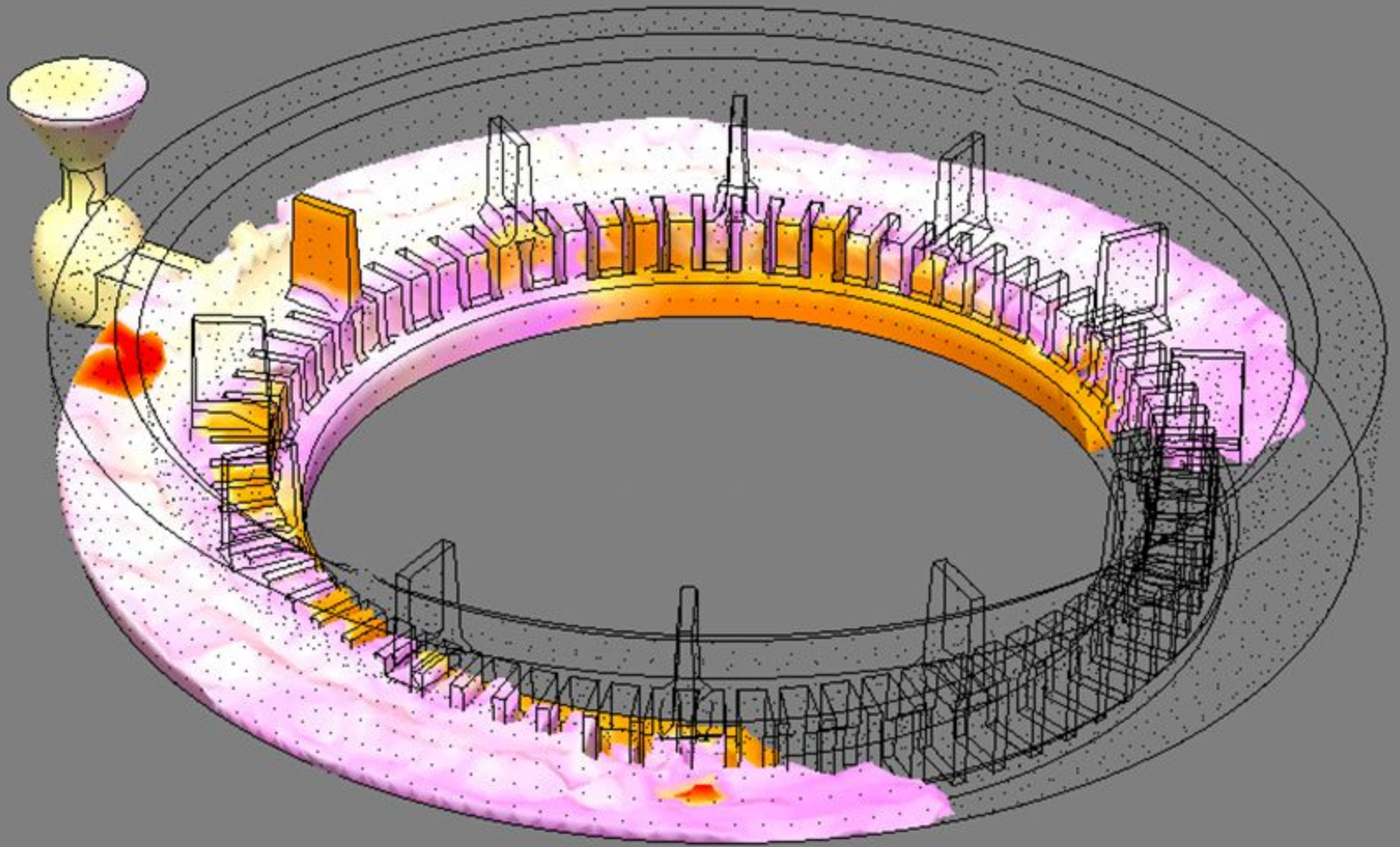
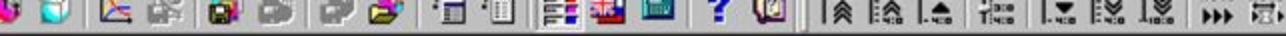
680

672

664

656





Время, с
00:00:01

Температура
Жидкая фаза
Тл=660

720

712

704

696

688

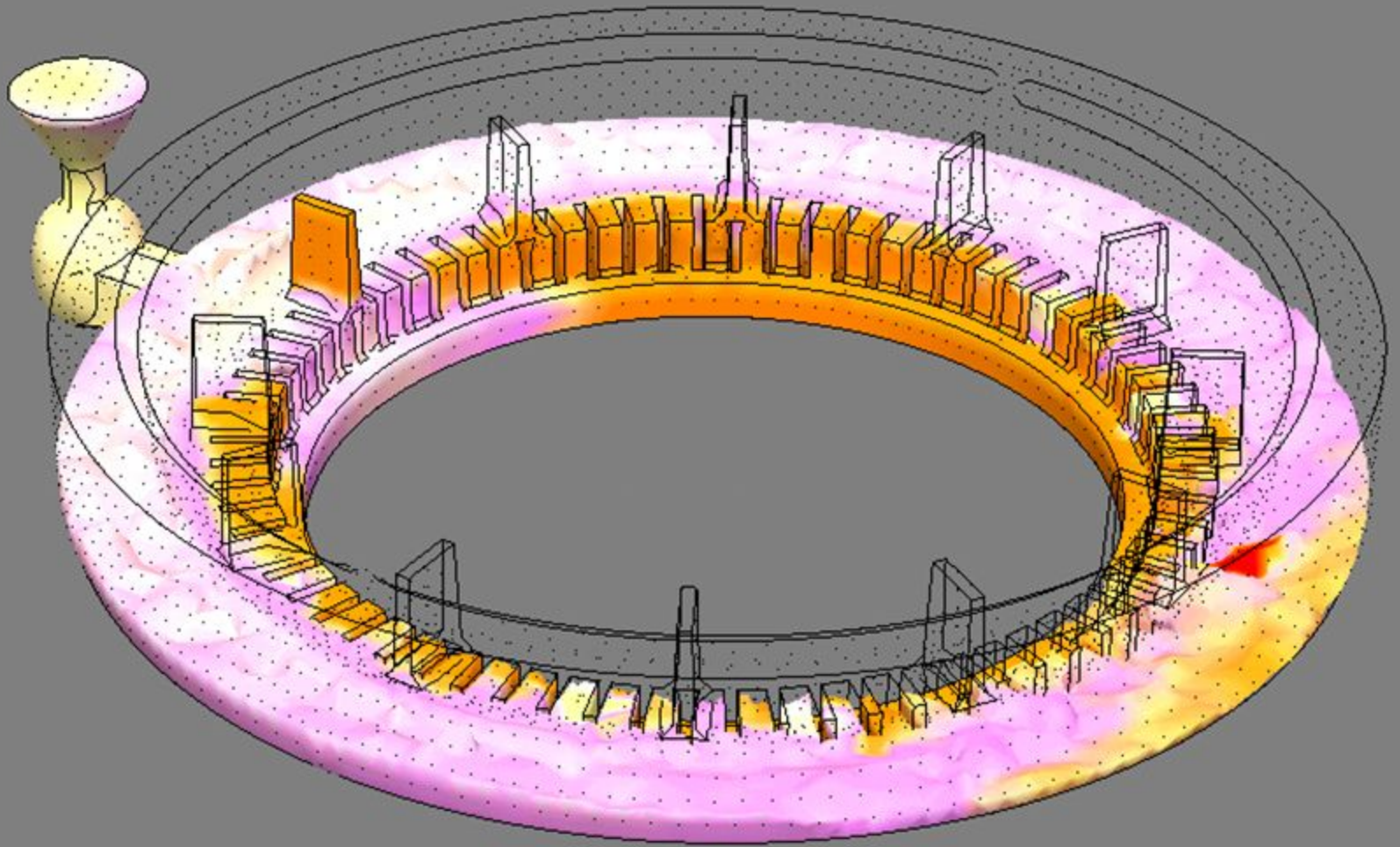
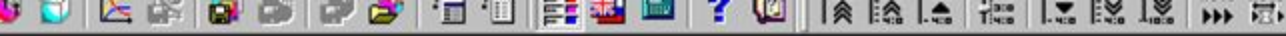
680

672

664

656





Время, с 2
00:00:02

Темпер
Жидка
Тл=66

720

712

704

696

688

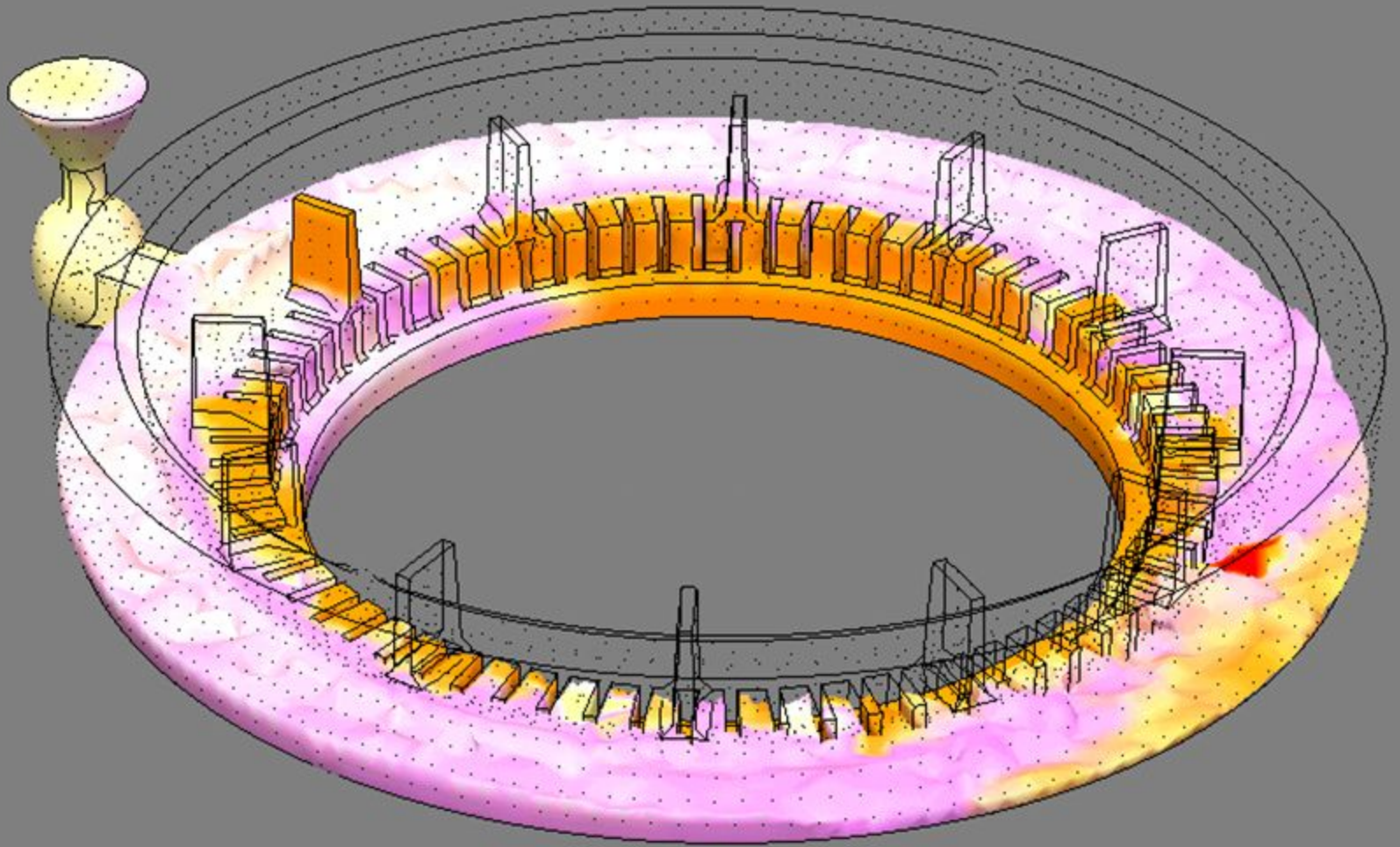
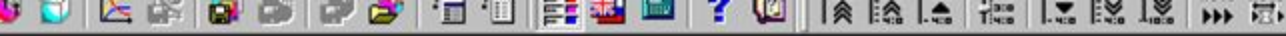
680

672

664

656





Время, с 2
00:00:02

Темпер
Жидкая
Тл=66

720

712

704

696

688

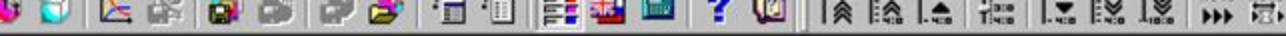
680

672

664

656



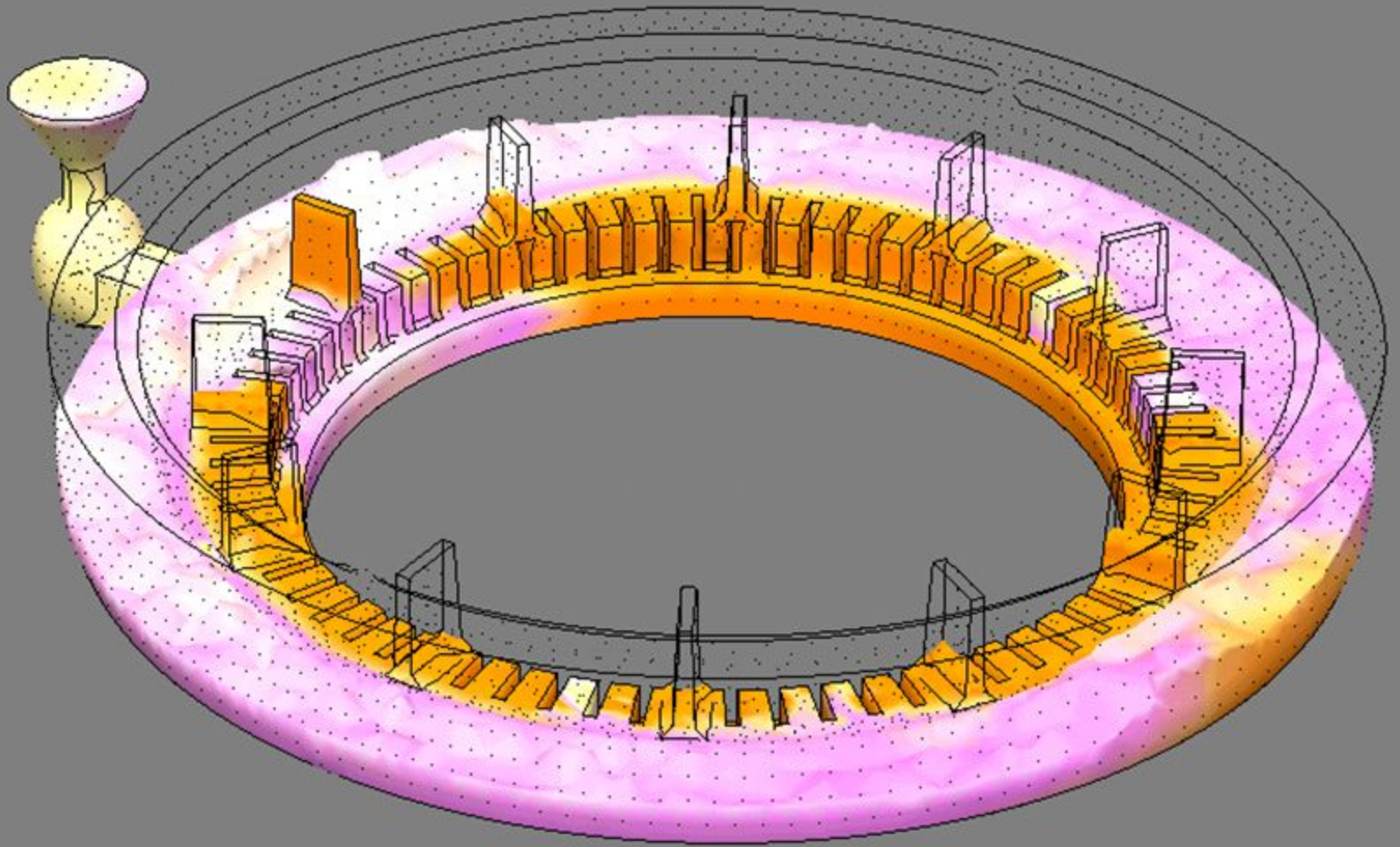


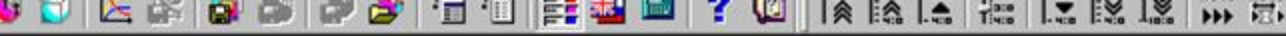
Время, с 2
00:00:02

Темпер
Жидка
Тл=66

- 720
- 712
- 704
- 696
- 688
- 680
- 672
- 664
- 656

A vertical panel of CAD software controls including a 3D view icon, a 2D view icon, a zoom in icon, and a zoom out icon.



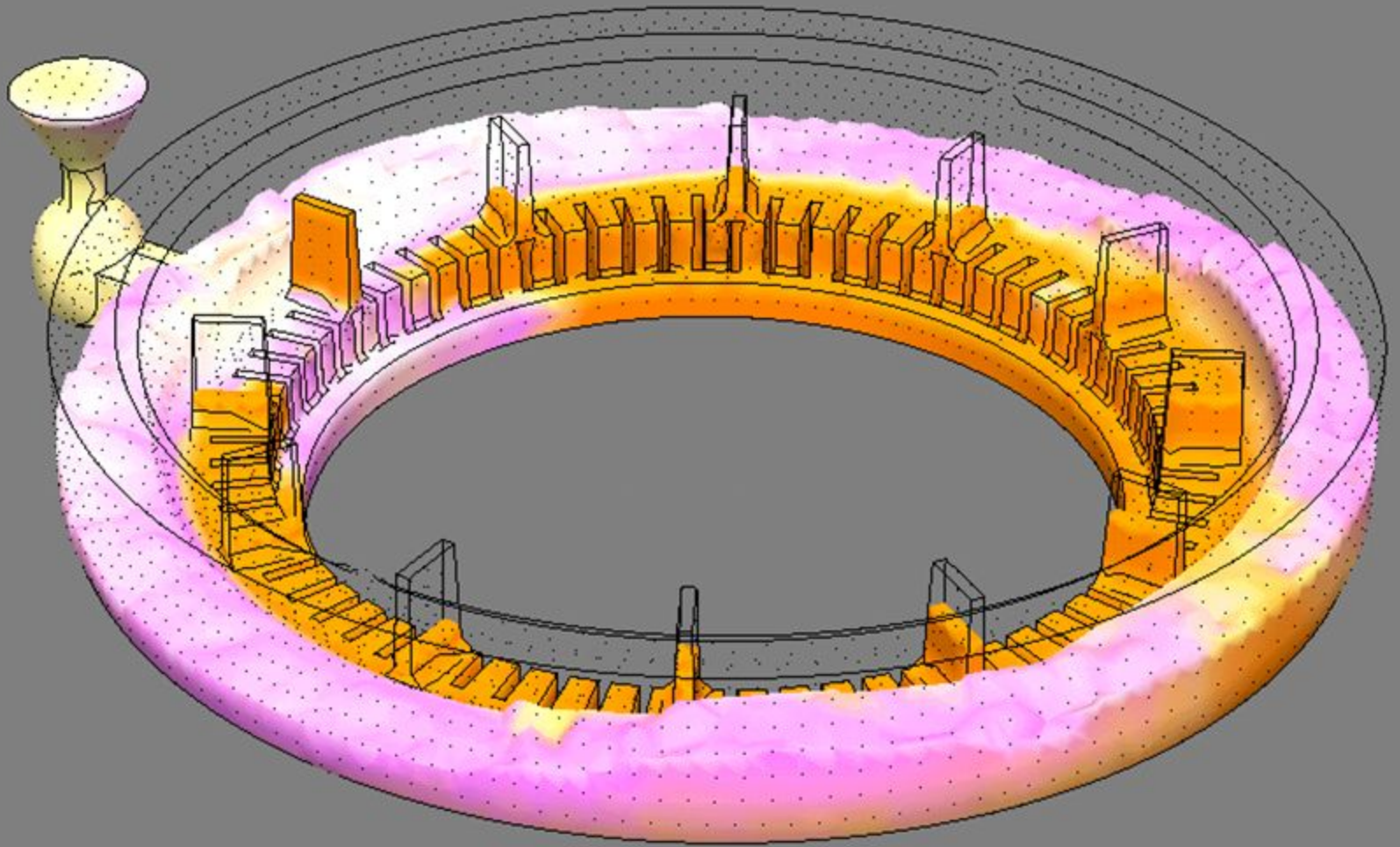


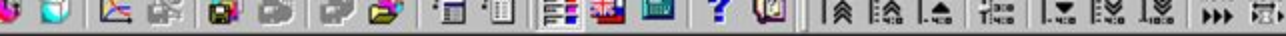
Время, с
00:00:03

Темпер
Жидка
Тл=66

- 720
- 712
- 704
- 696
- 688
- 680
- 672
- 664
- 656

A vertical panel of CAD software controls including a 3D view icon, a 2D view icon, a zoom in icon, and a zoom out icon.



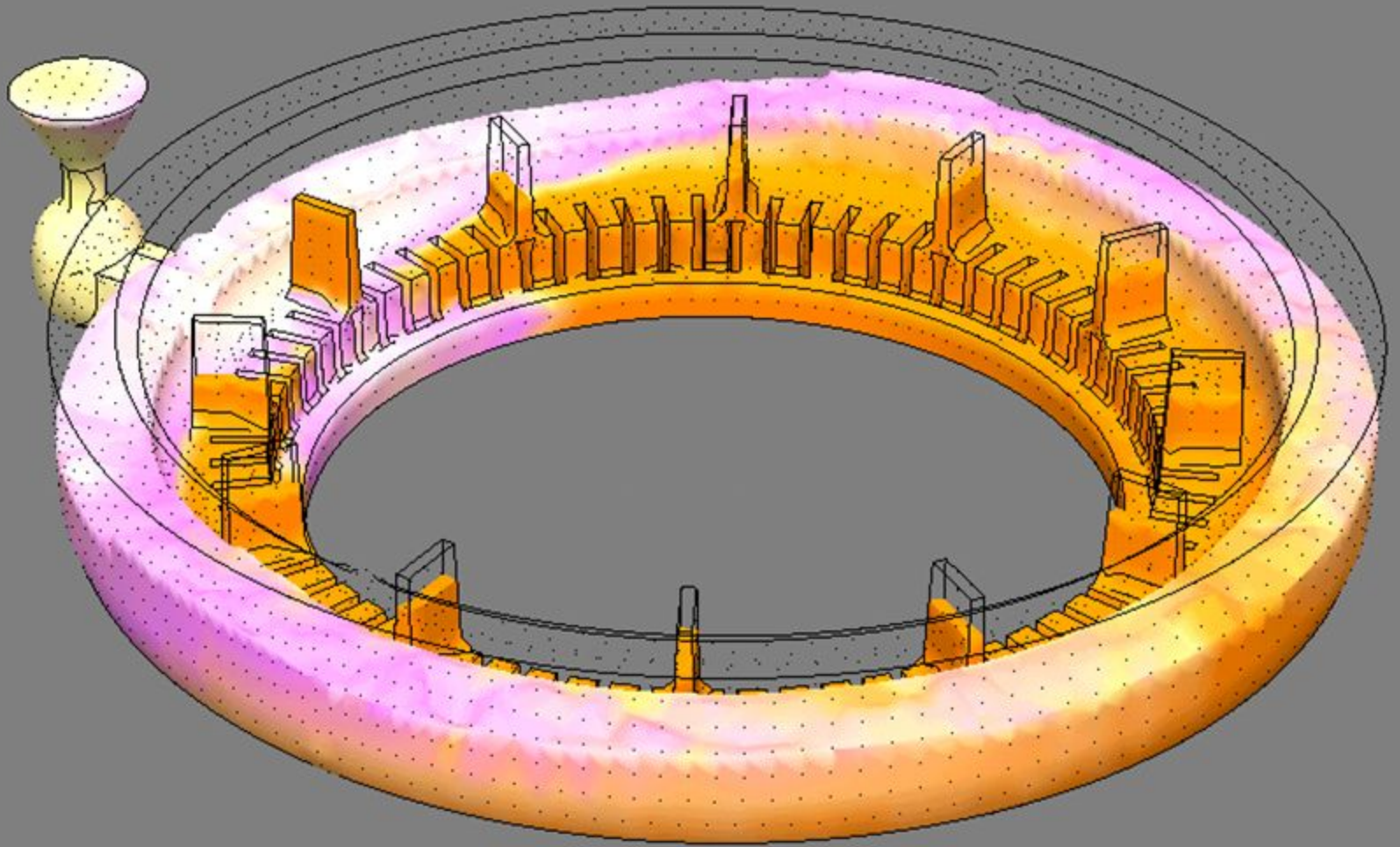


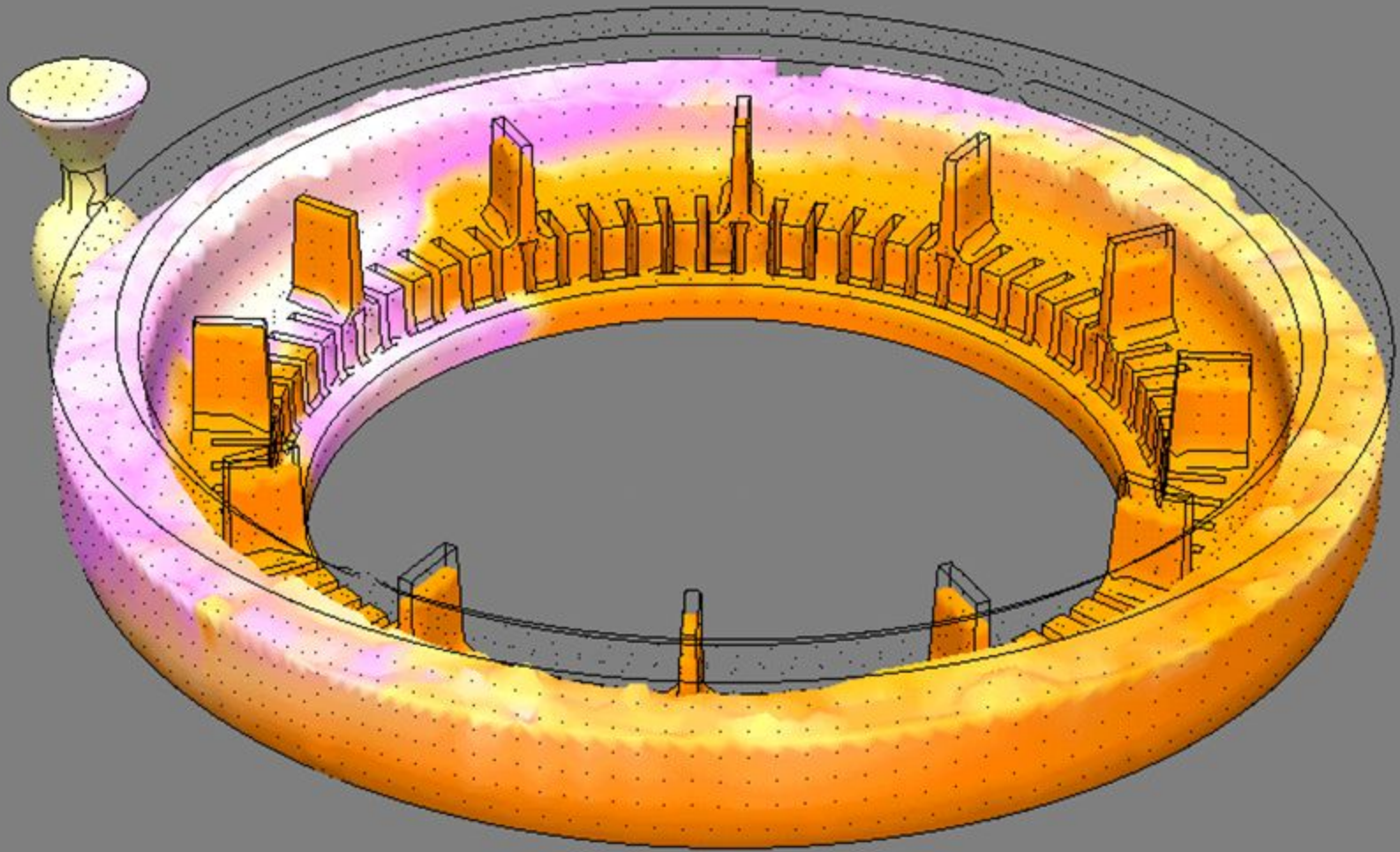
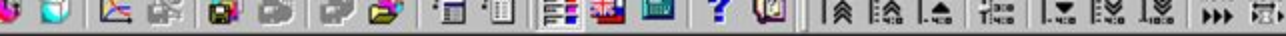
Время, с
00:00:03

Темпер
Жидка
Тл=66

- 720
- 712
- 704
- 696
- 688
- 680
- 672
- 664
- 656

A vertical panel of CAD software controls including a 3D view icon, a 2D view icon, a zoom in icon, and a zoom out icon.





Время, с 4
00:00:04

Темпер
Жидка
Тл=66

720

712

704

696

688

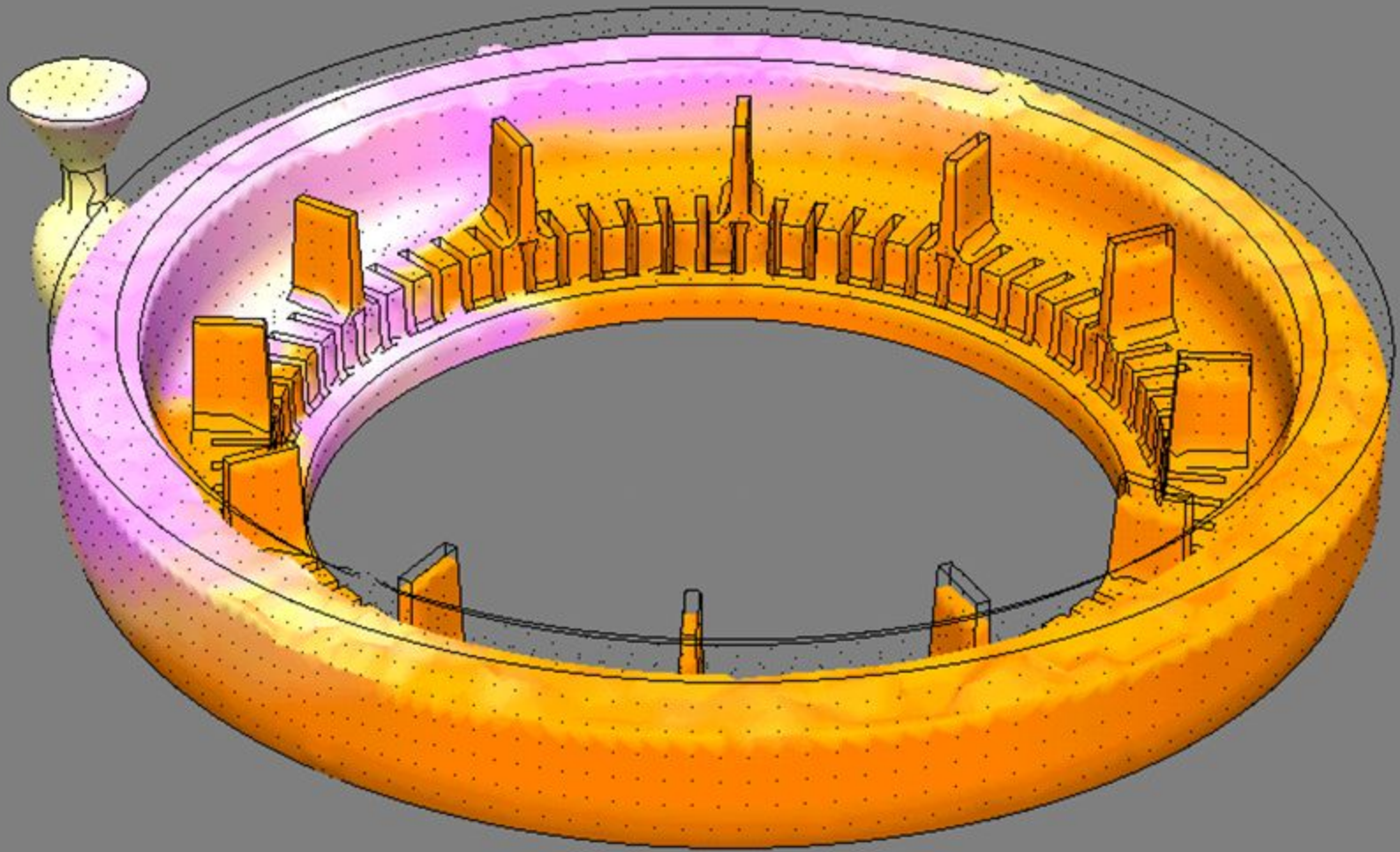
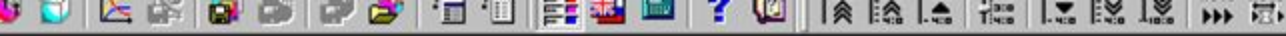
680

672

664

656





Время, с 4
00:00:04

Темпер
Жидка
Тл=66

720

712

704

696

688

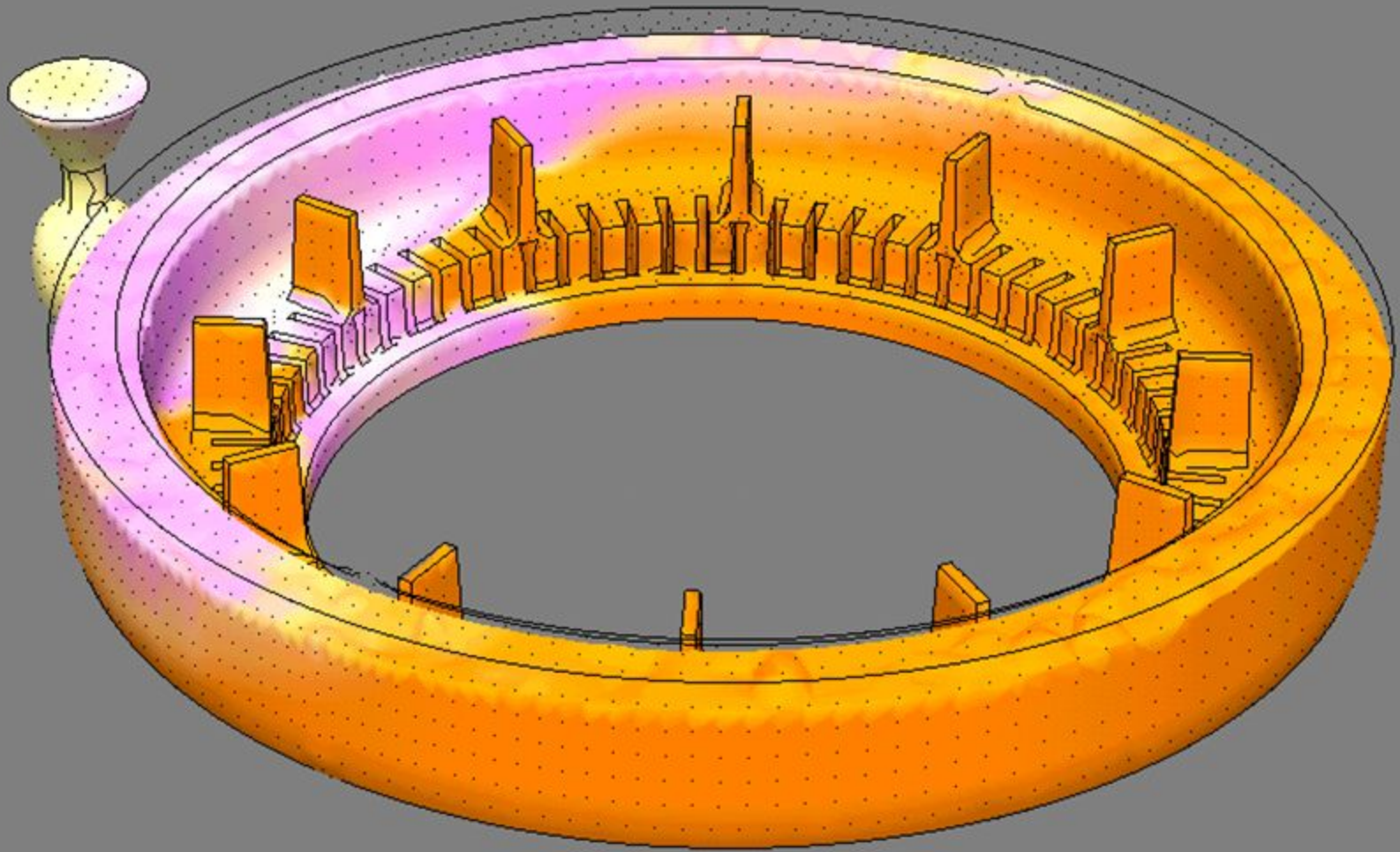
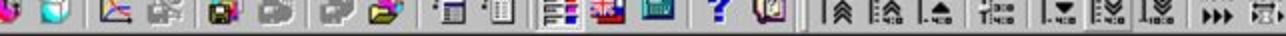
680

672

664

656





Время, с 5
00:00:05

Темпер
Жидка
Тл=66

720

712

704

696

688

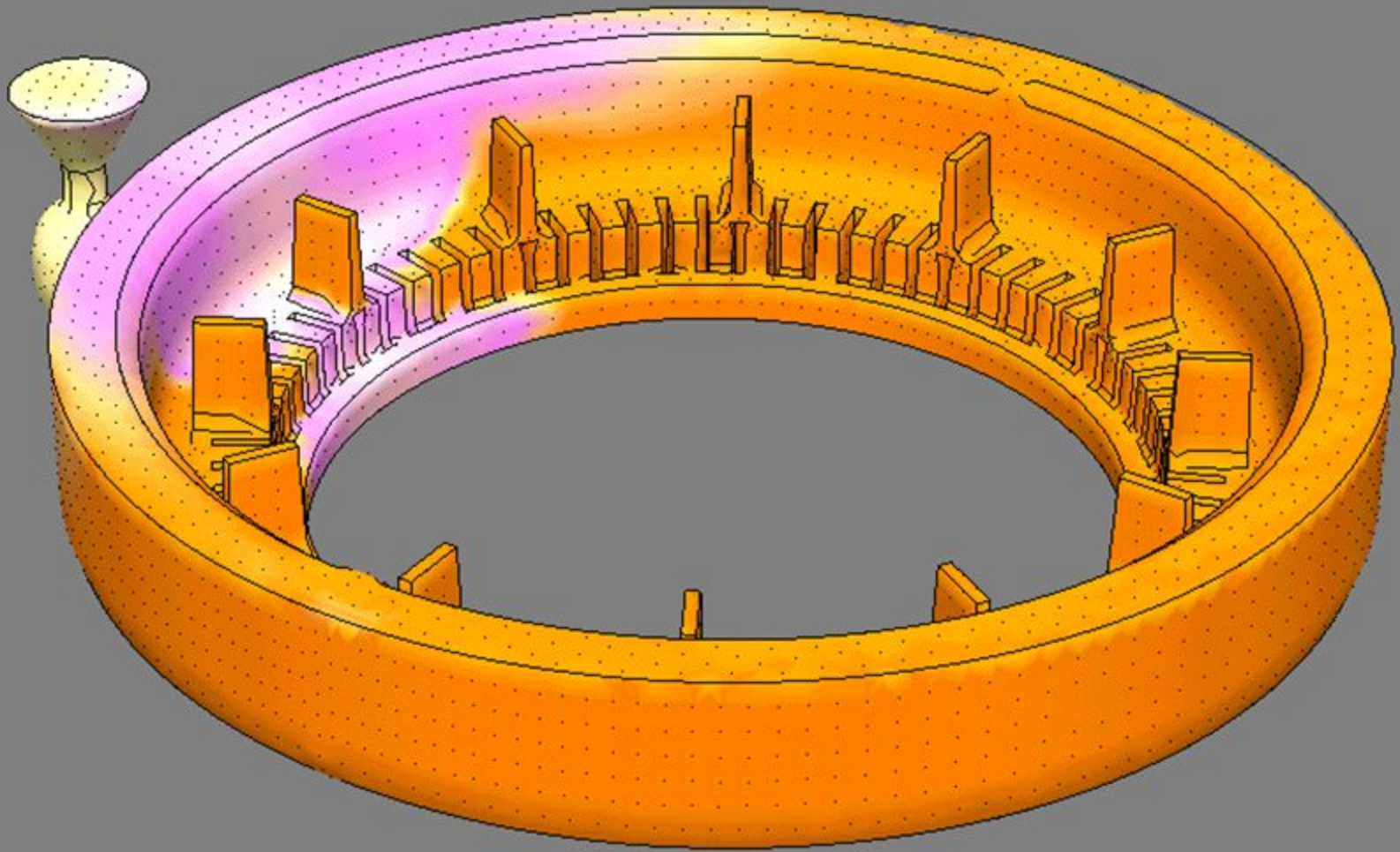
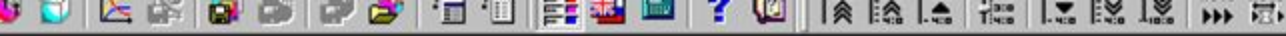
680

672

664

656





Время, с 00:00:06

Температура
Жидкая
Тл=66

720

712

704

696

688

680

672

664

656

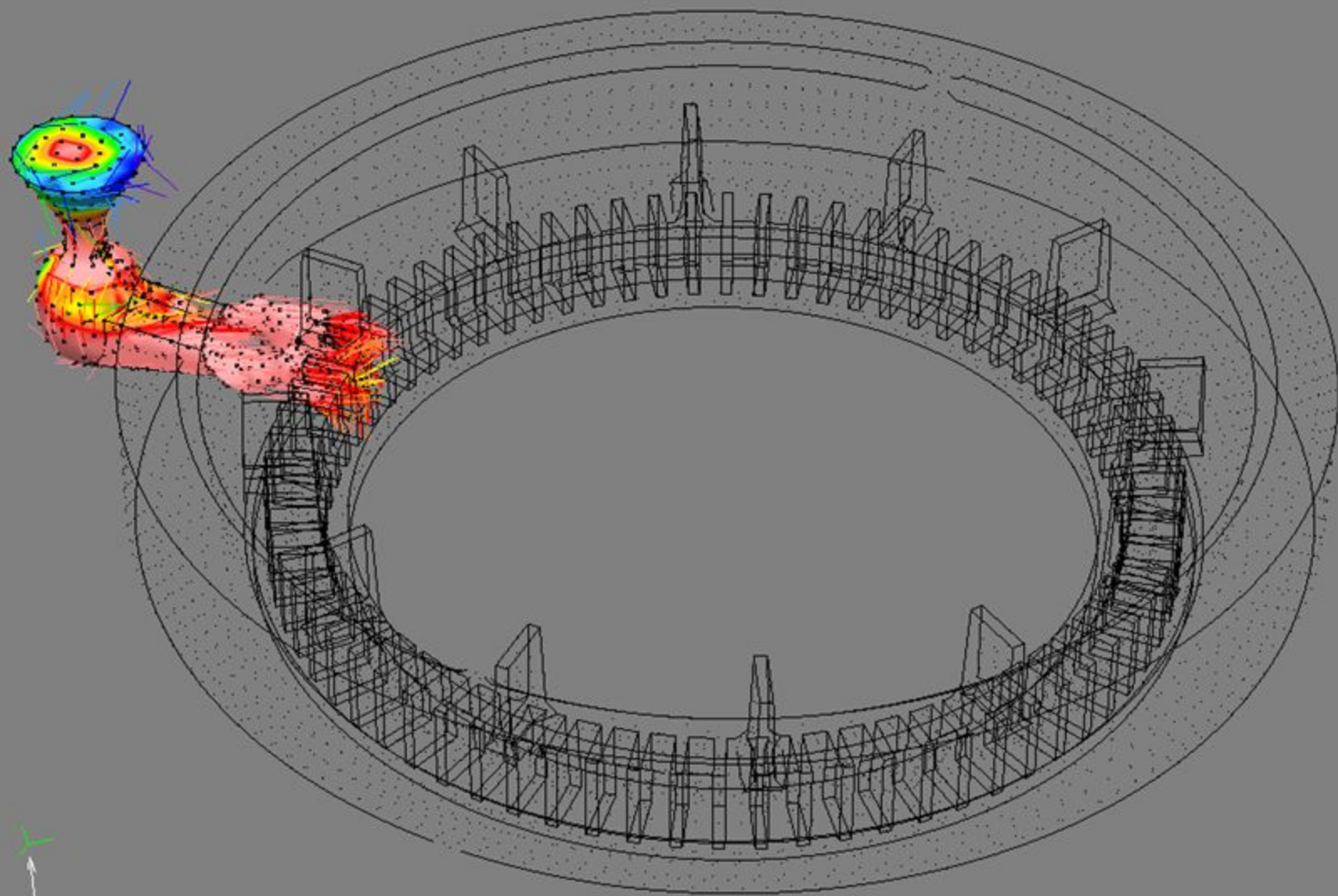
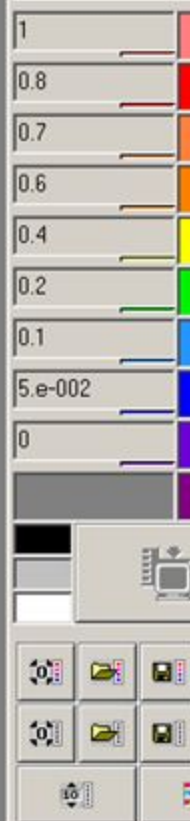




Визуализация полей скоростей потока металла

00:00:00

Скорость, м

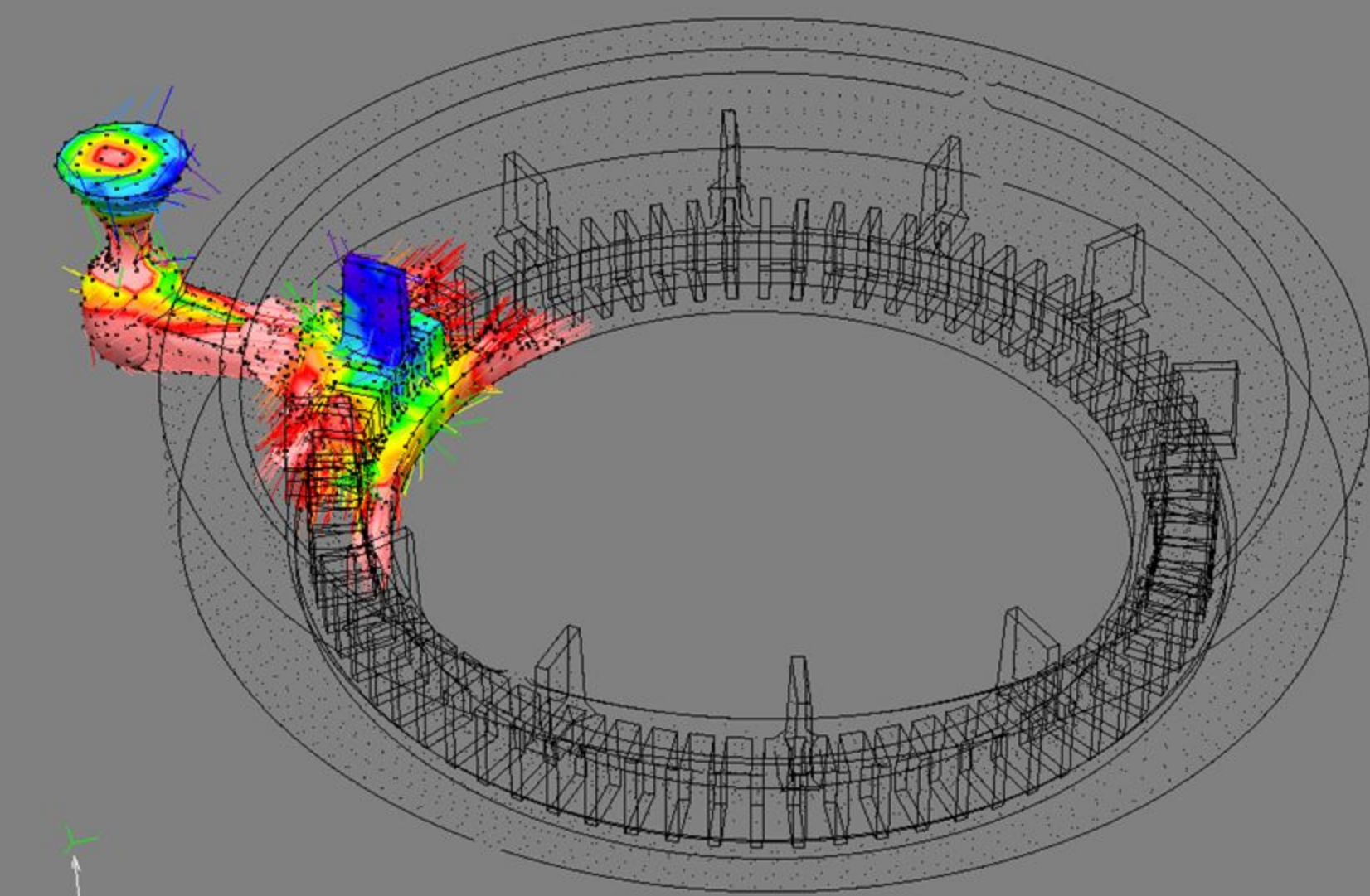


00:00:00

Скорость, м



A control panel for the simulation software, featuring several icons for navigation and visualization. The icons include a camera view, a wireframe view, a hidden view, a zoom in/out icon, and a refresh icon.

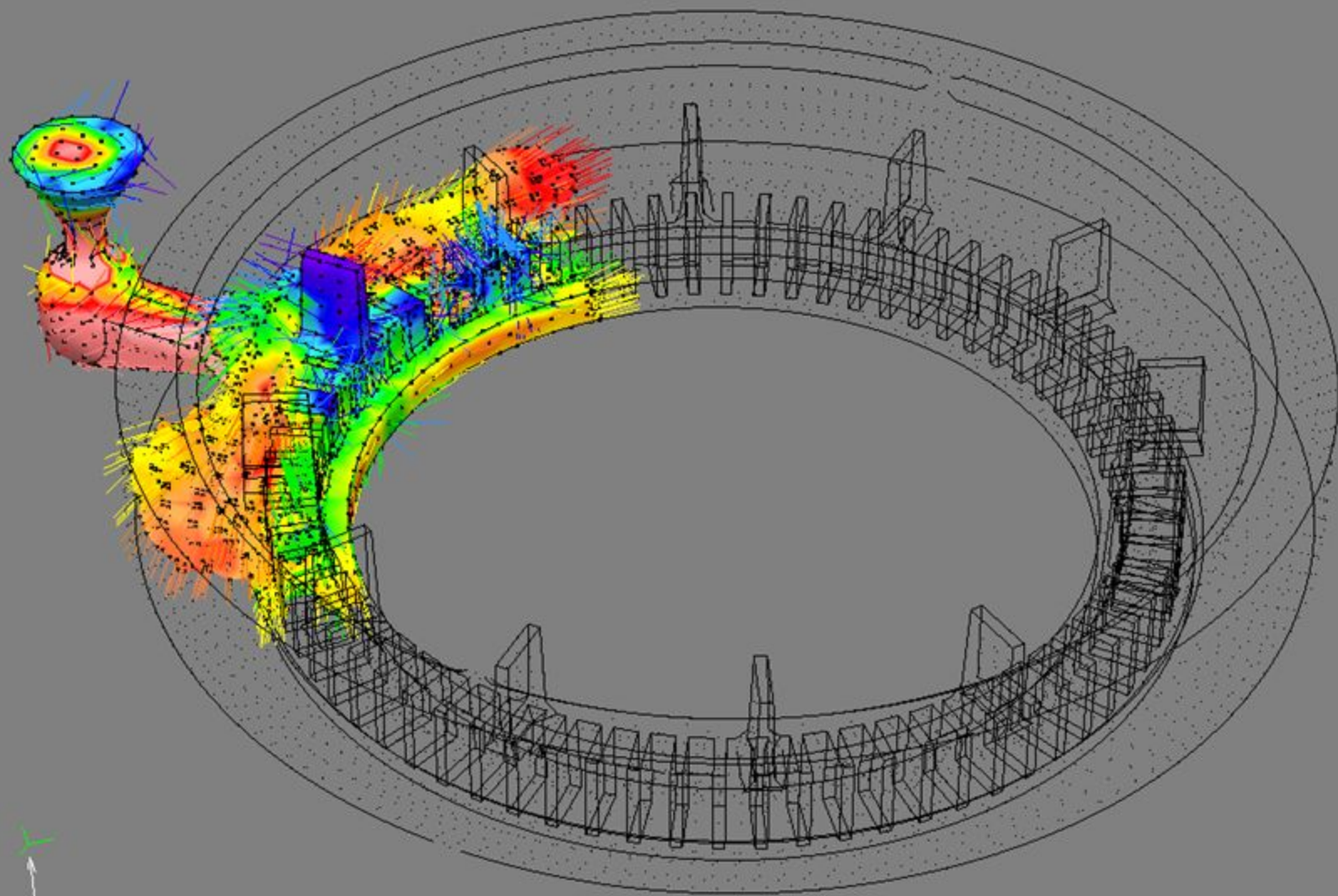


00:00:00

Скорость, м

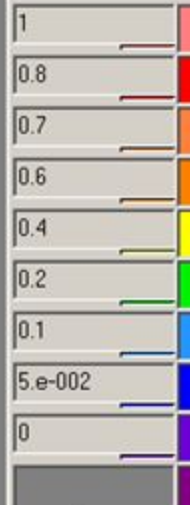


A set of software interface controls including a 'RELEASE' button with a downward arrow, a grid of six icons for different simulation views (e.g., wireframe, shaded, hidden), and a zoom control icon with a double-headed arrow.

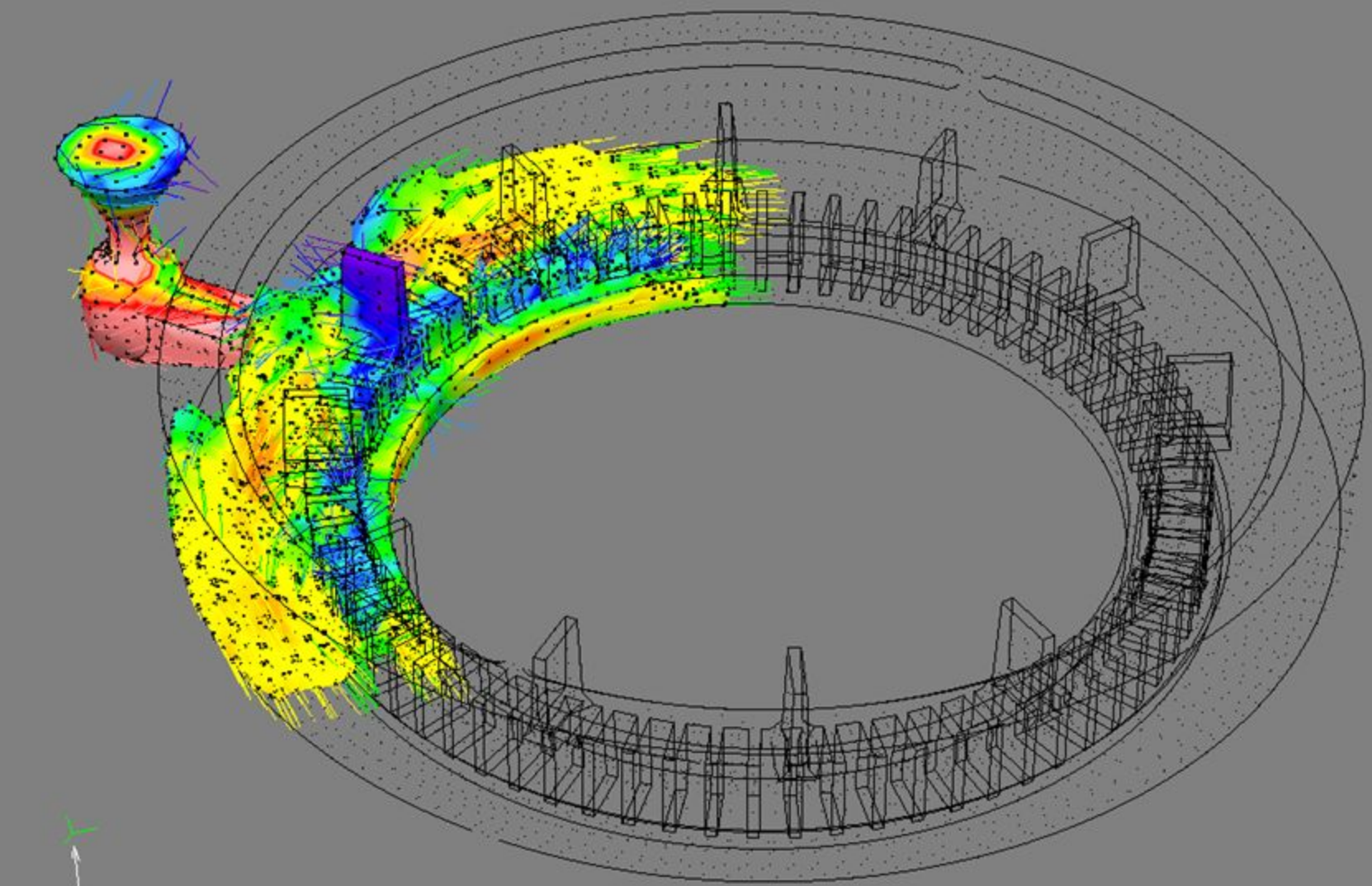


00:00:01

Скорость, м



A control panel for the simulation software, featuring a 'RELEASE' button with a downward arrow, a grid of icons for various simulation settings, and a zoom-in icon at the bottom.

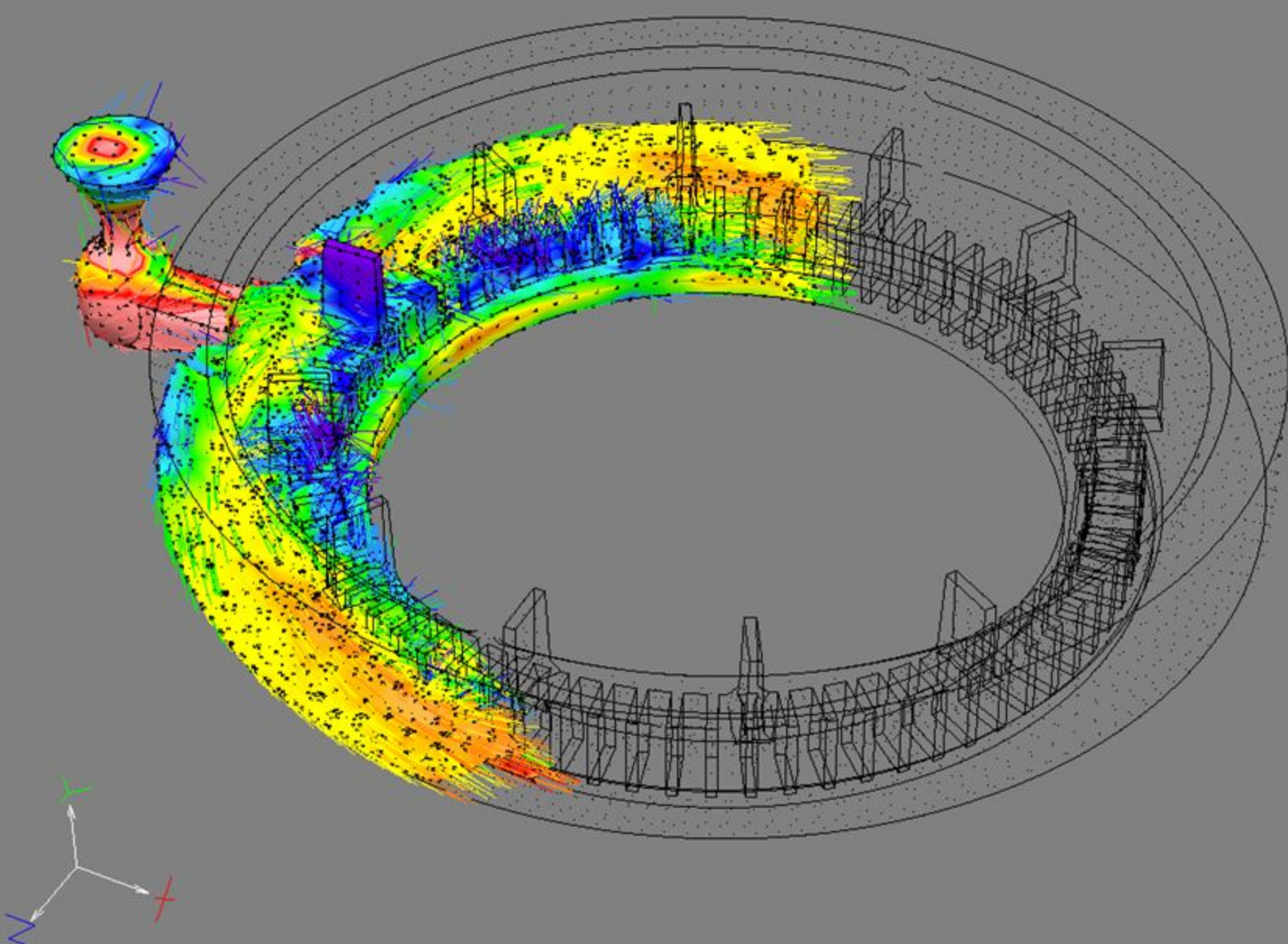


00:00:01

Скорость, м

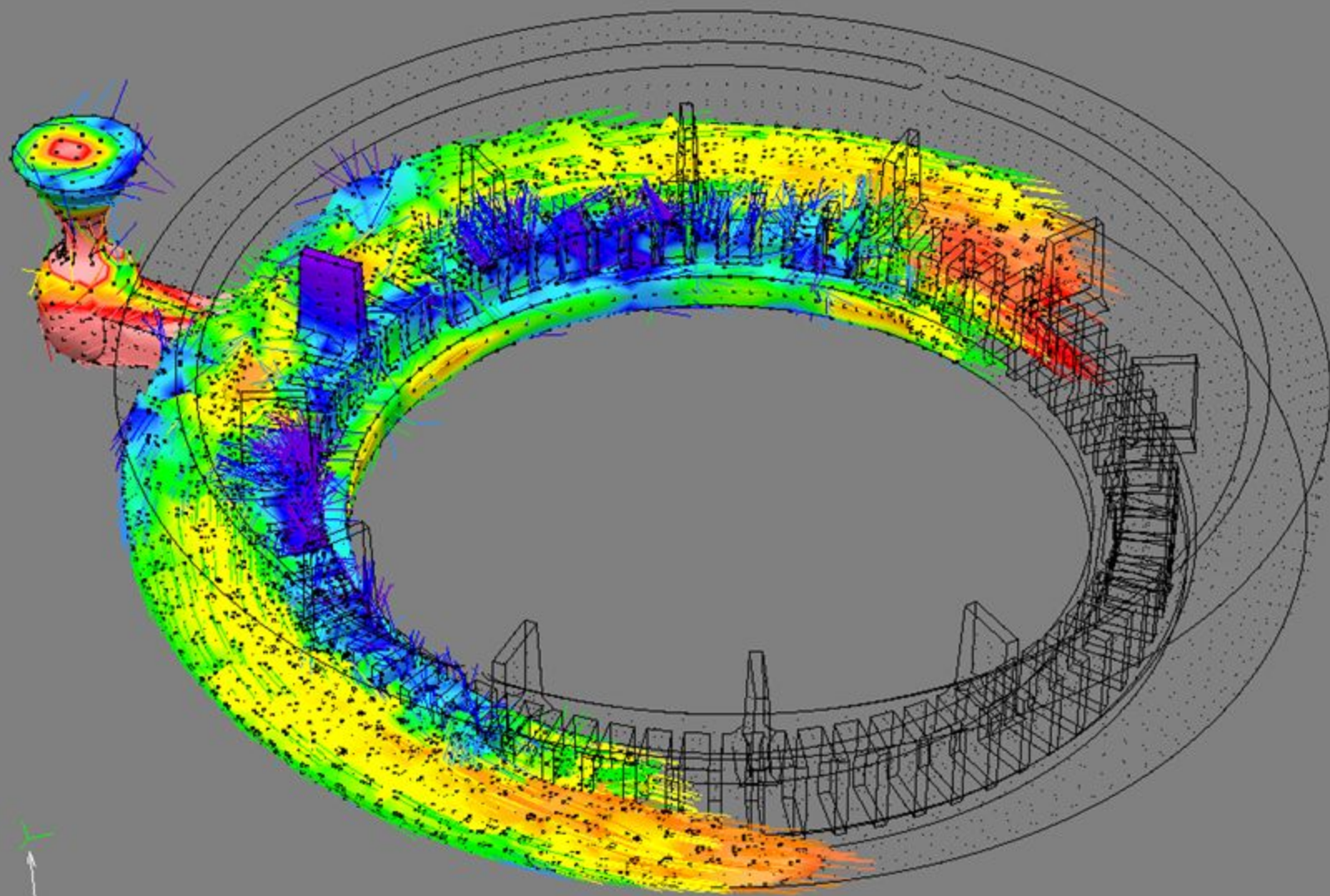
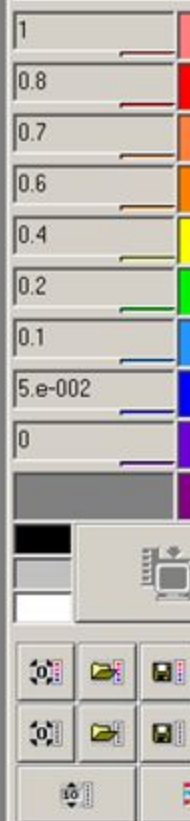


A set of control icons for the simulation, including a 'RELEASE' button with a downward arrow, a 'STOP' button with a square, a 'PAUSE' button with two vertical bars, and a 'RESET' button with a circular arrow.



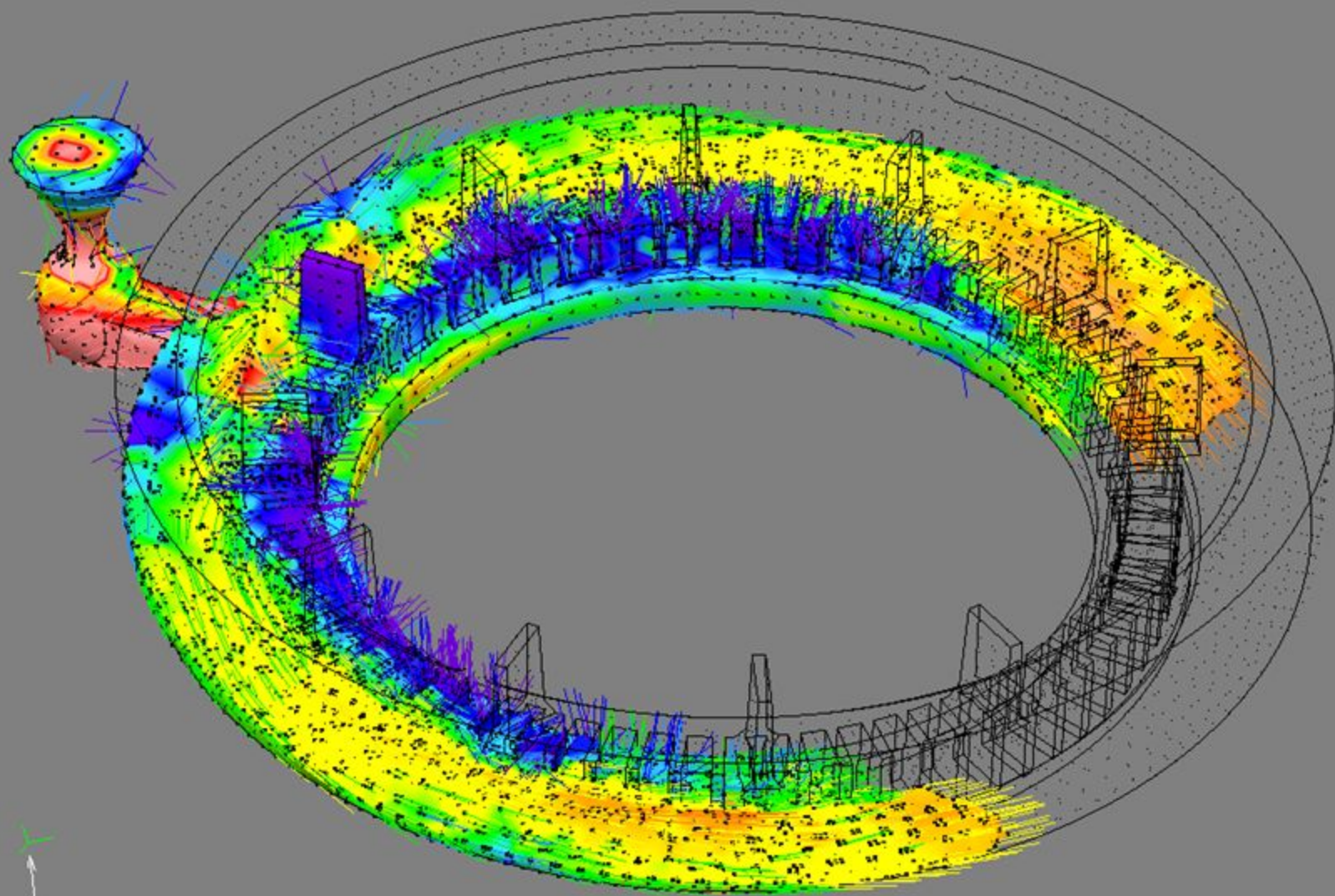
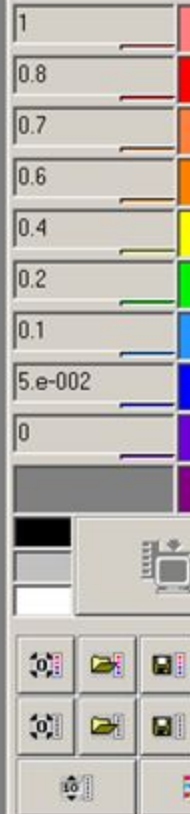
00:00:01

Скорость, м



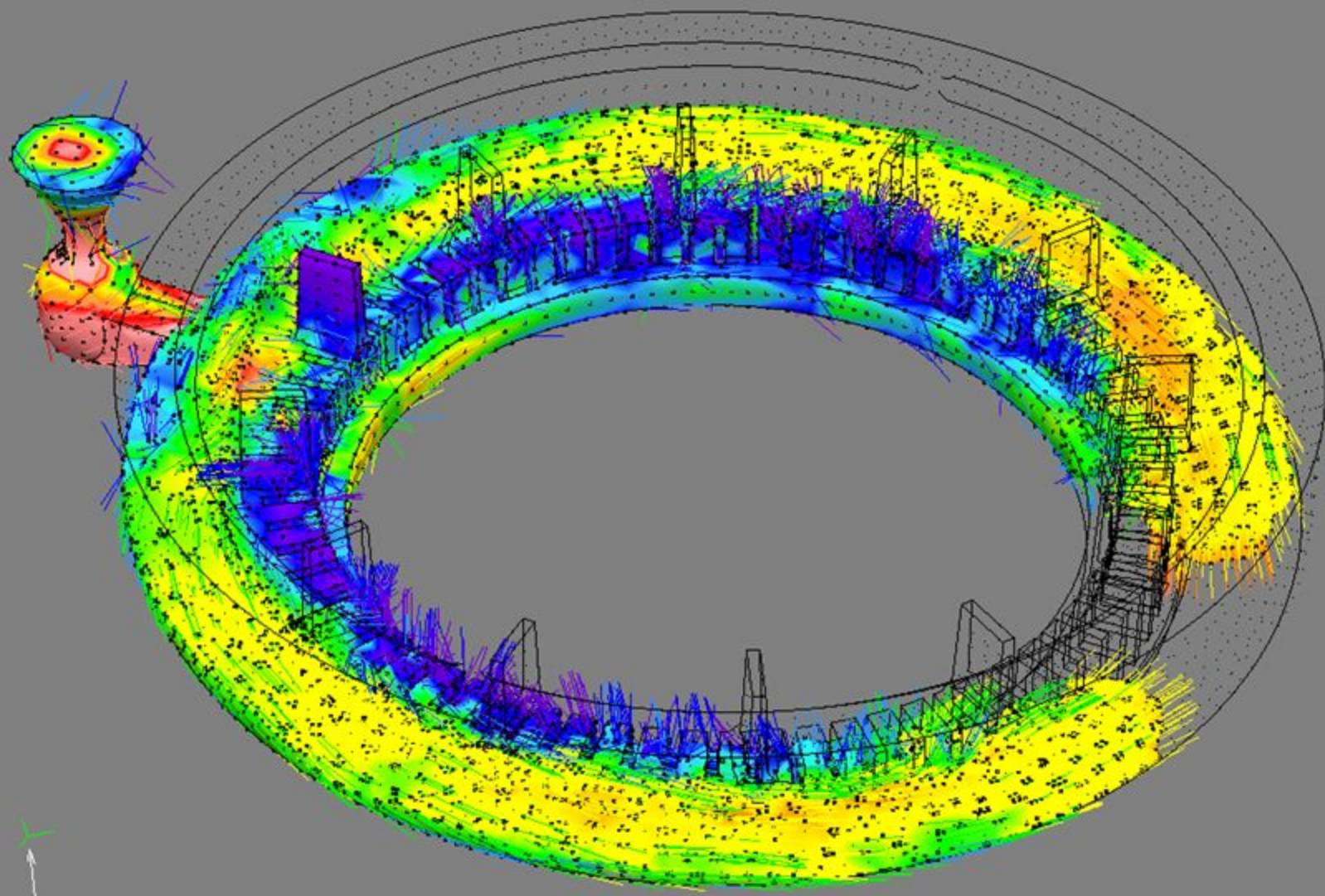
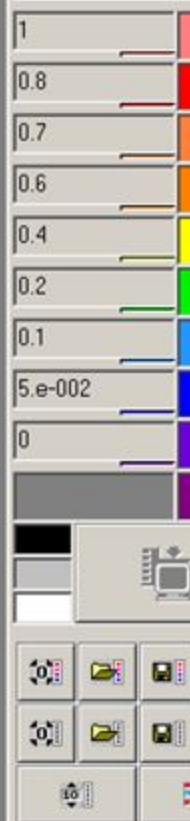
00:00:01

Скорость, м



00:00:02

Скорость, м



00:00.02

Скорость, м

1

0.8

0.7

0.6

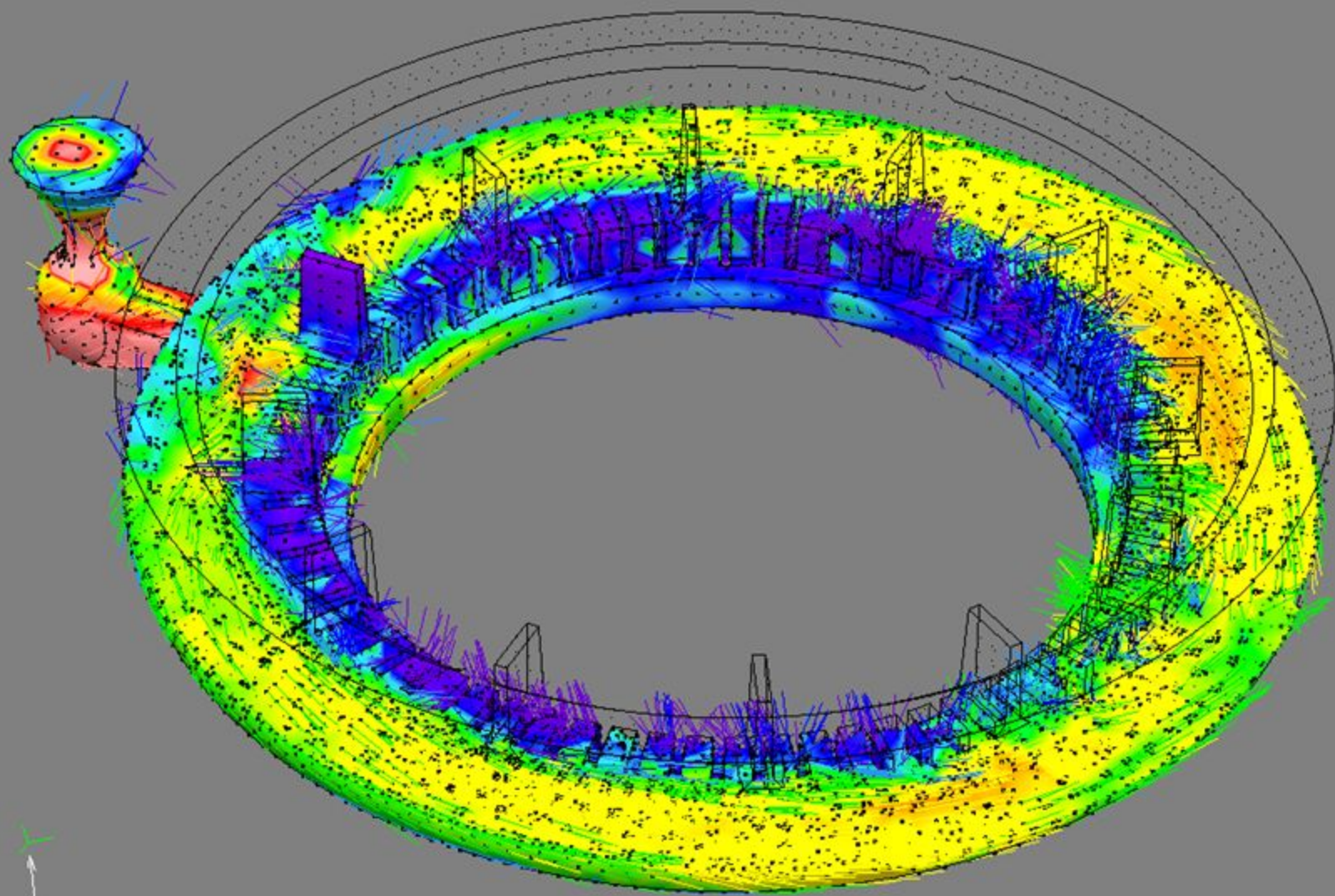
0.4

0.2

0.1

5e-002

0

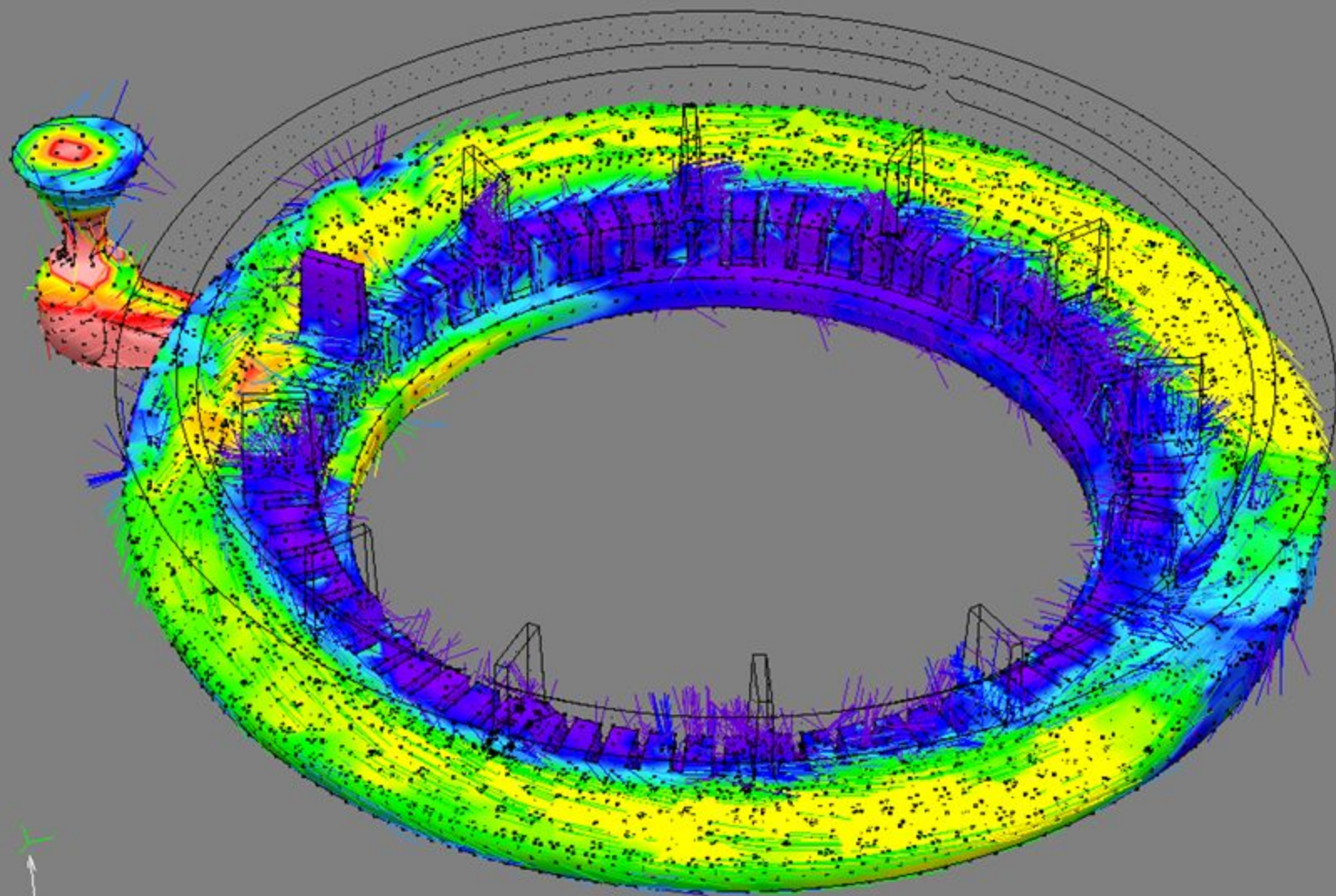


00:00:02

Скорость, м

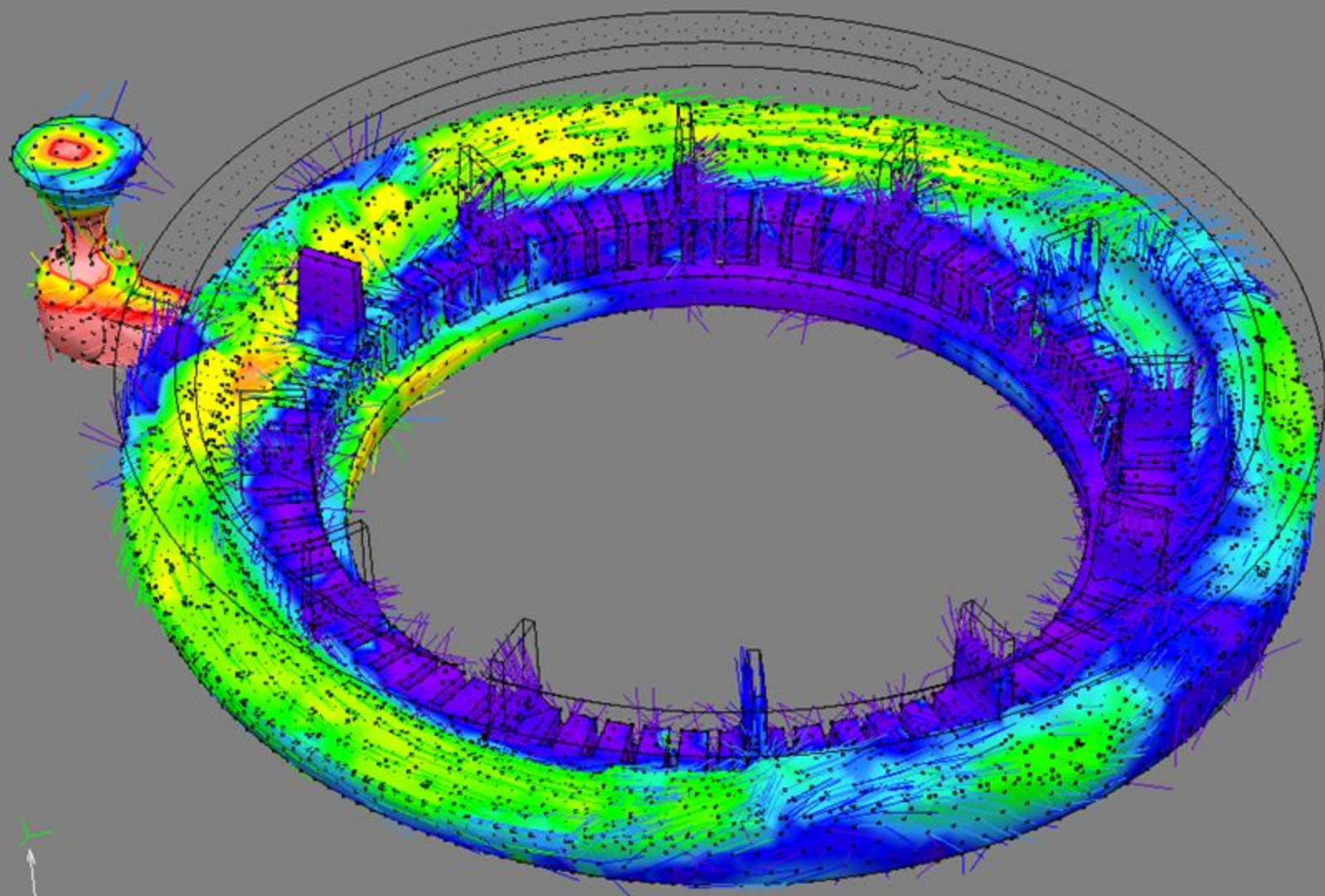


A set of software interface controls including a 'RELEASE' button with a downward arrow, a grid of six view mode icons (isometric, perspective, top, bottom, front, back), and a zoom in/out icon.



00:00:03

Скорость, м

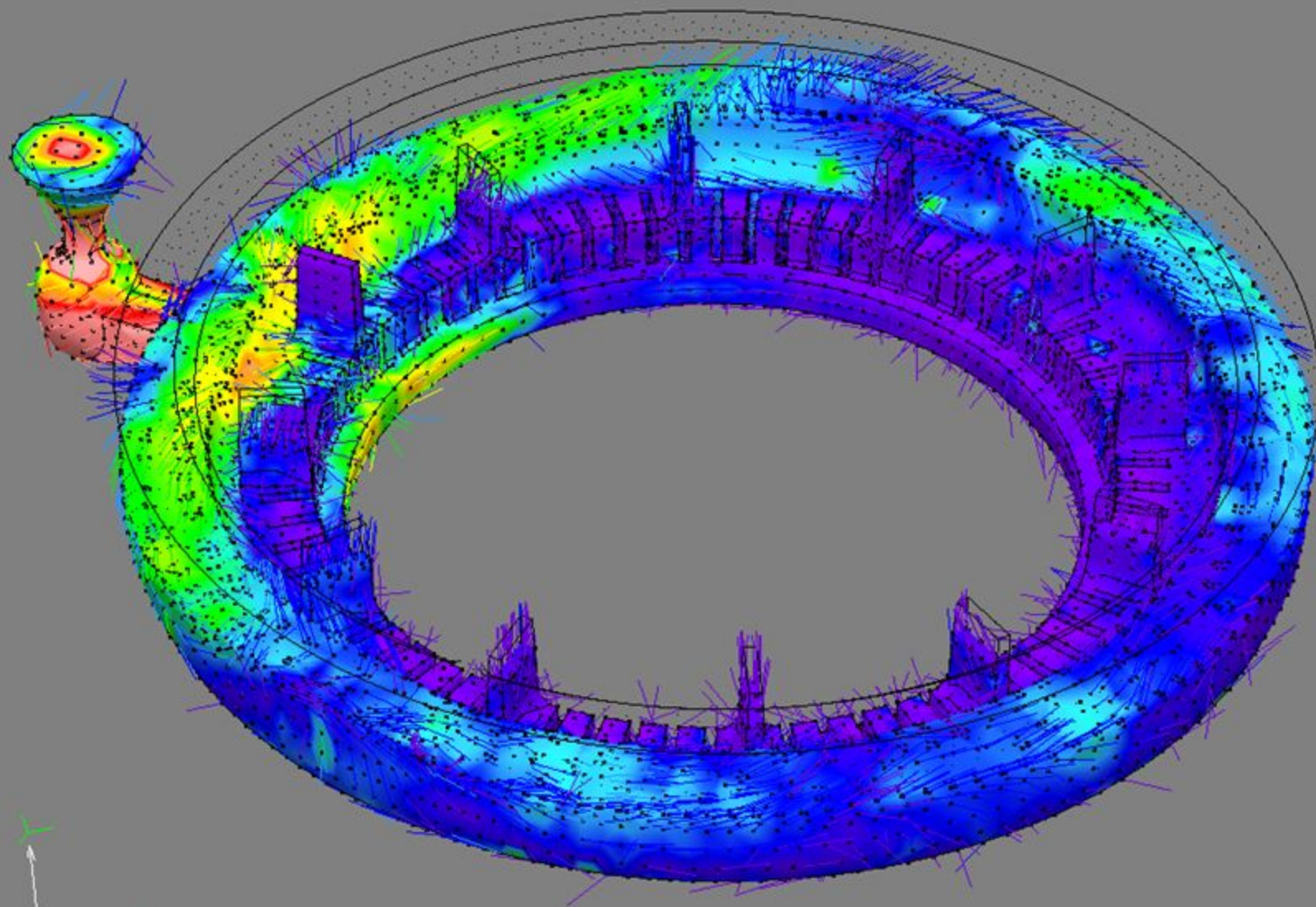


00:00.03

Скорость, м



A set of control icons for the simulation. It includes a 'RELEASE' button with a downward arrow, a 'PAUSE' button with a square icon, a 'STOP' button with a square icon, a 'RESTART' button with a circular arrow icon, and a 'VIEW' button with a camera icon.

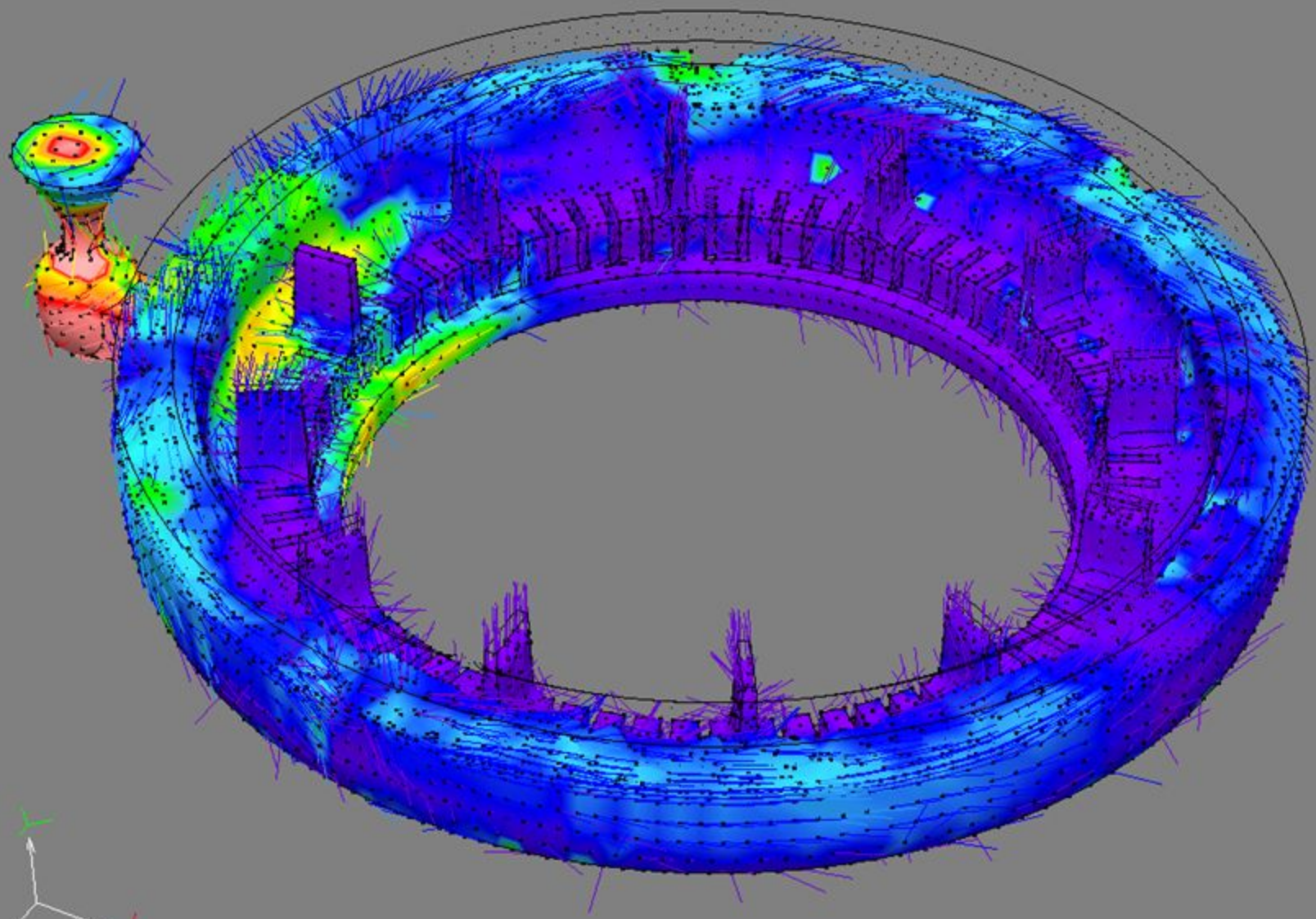


00:00:04

Скорость, м

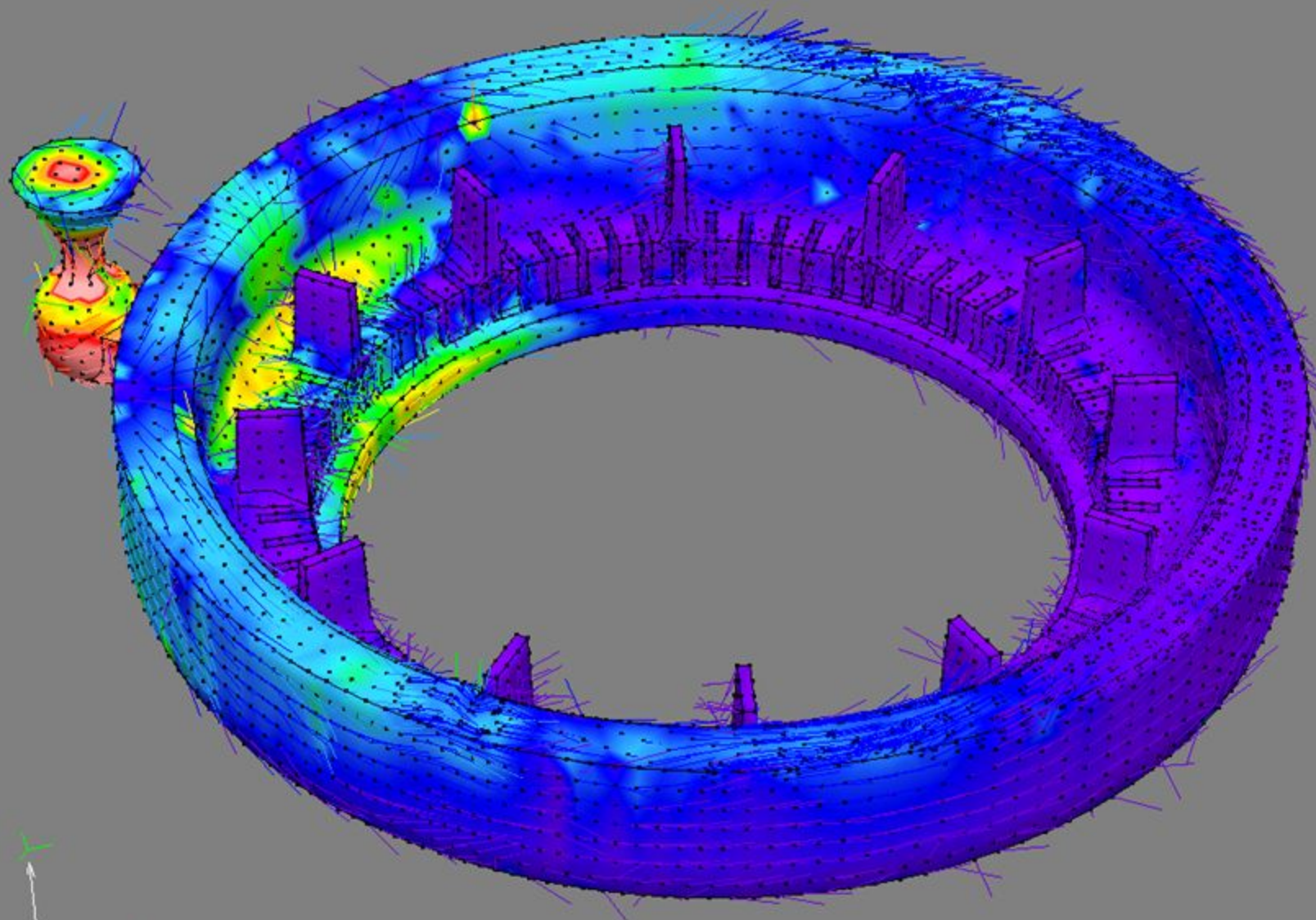
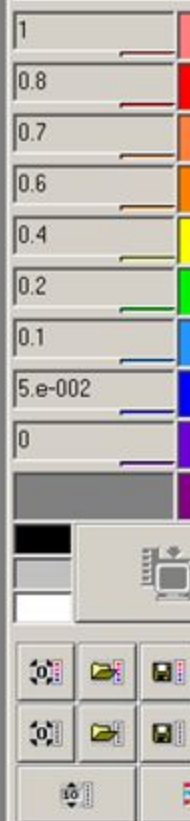


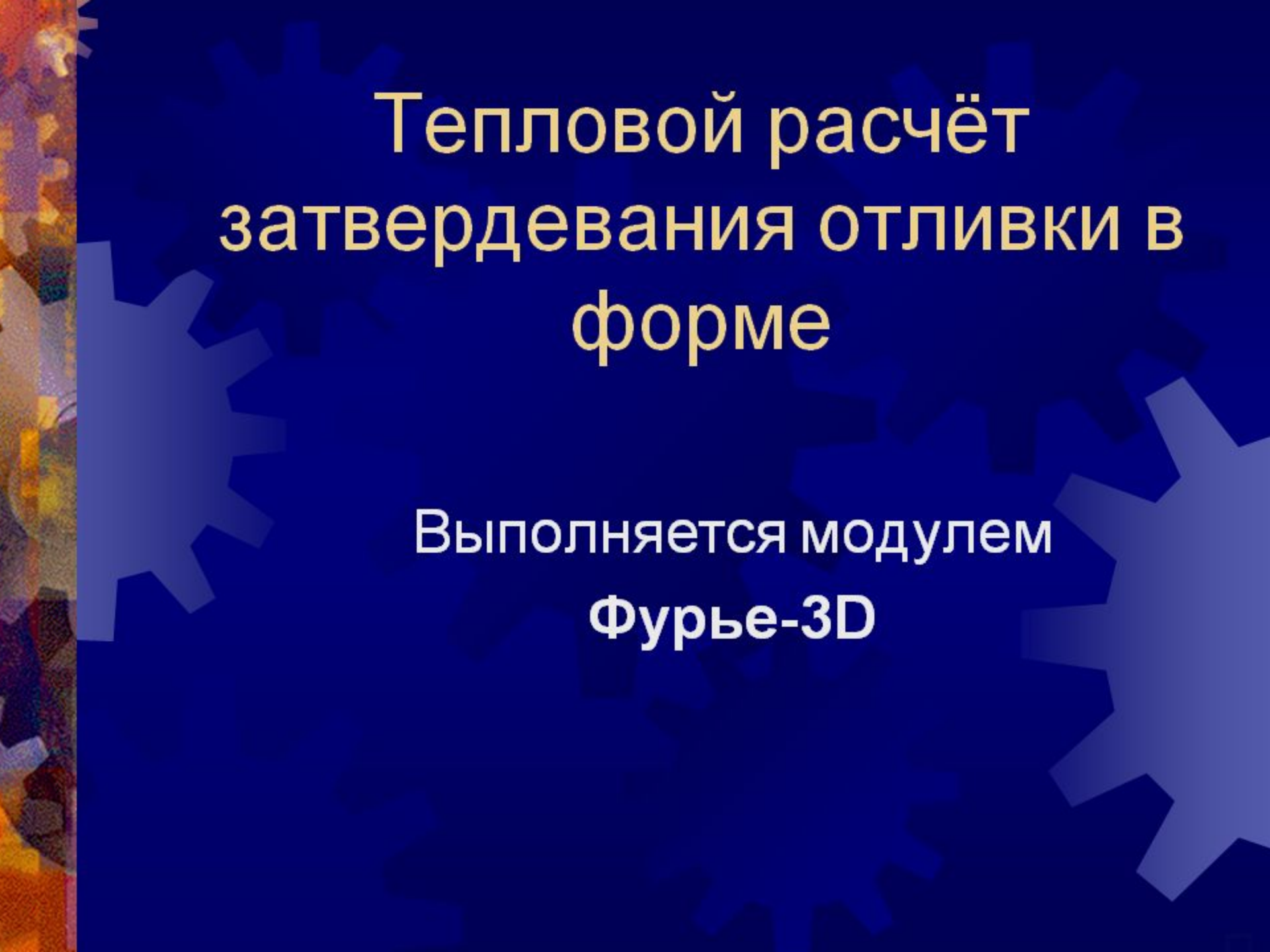
A control panel for the simulation software, featuring a 'RELEASE' button with a downward arrow, a 'VIEW' button with a camera icon, and several other icons for simulation management.



00:00:06

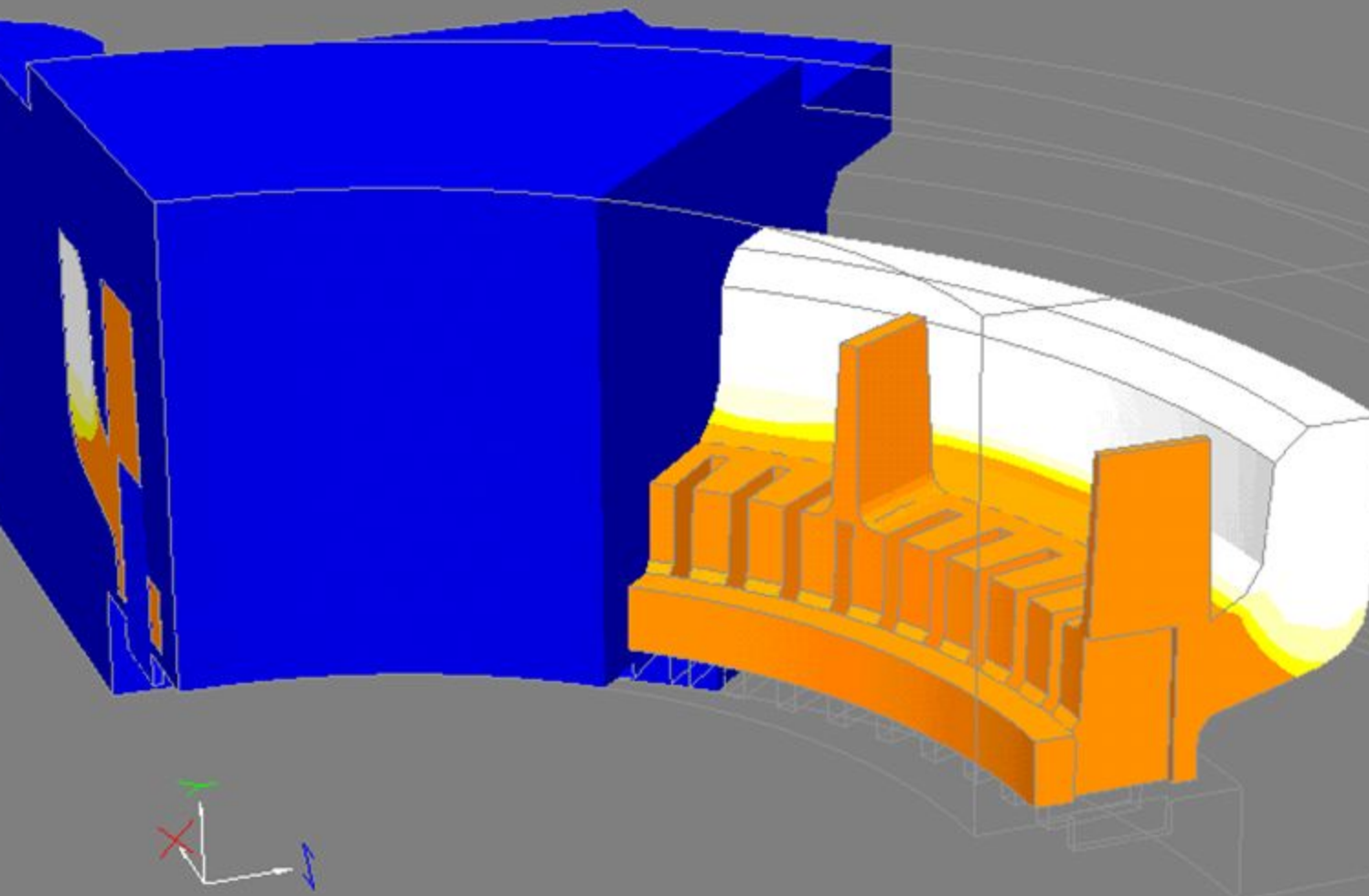
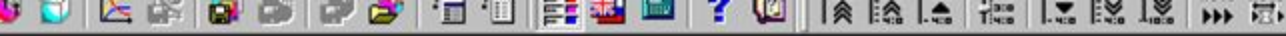
Скорость, м





Тепловой расчёт затвердевания отливки в форме

Выполняется модулем
Фурье-3D

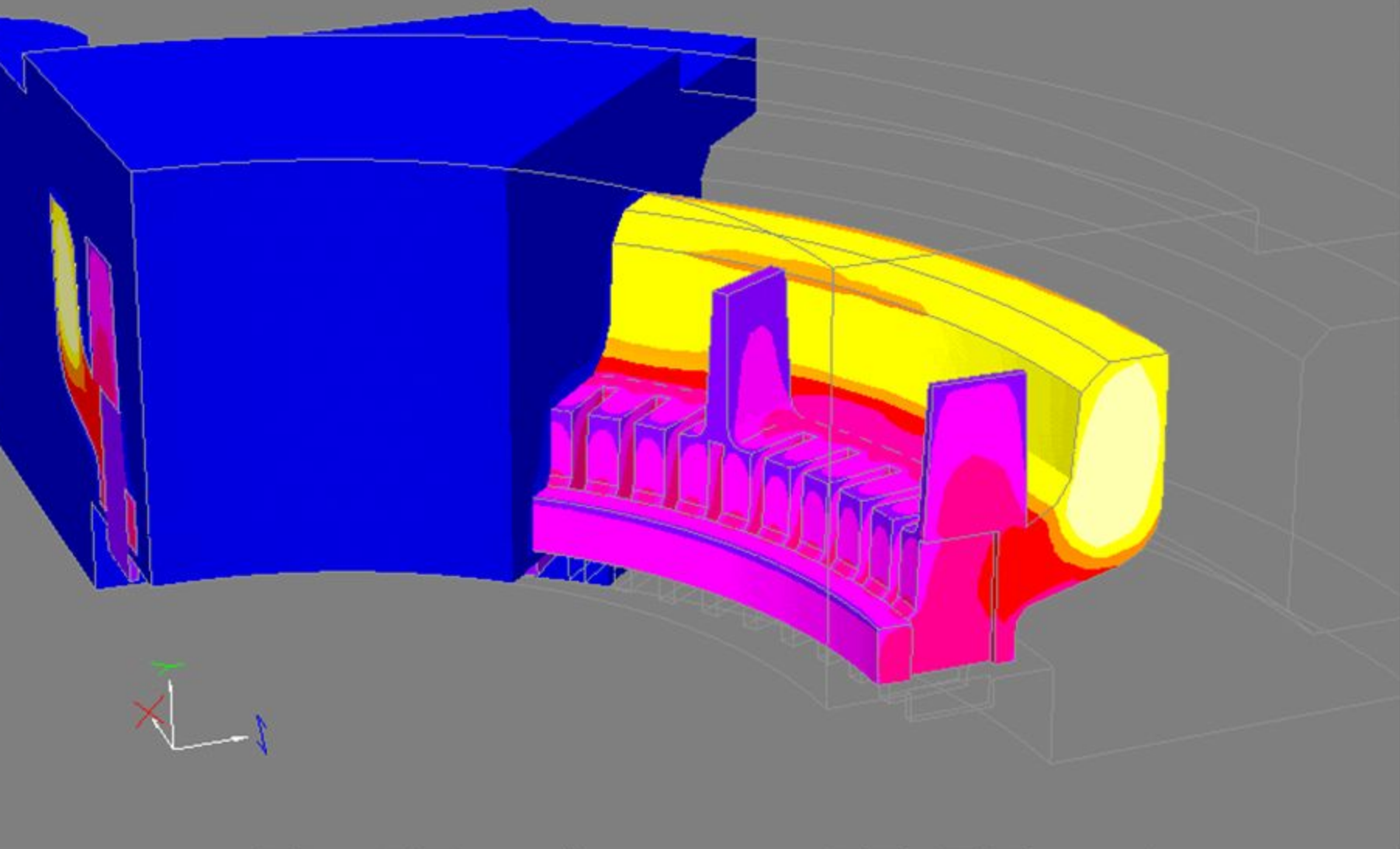
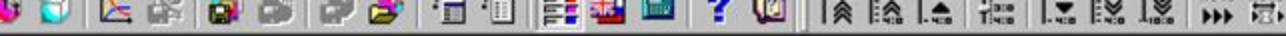


Время, с
00:00:00

Температура
Жидкая фаза
T л = 660

- 100 %
- 85 %
- 70 %
- 50 %
- 30 %
- 15 %
- 0 %
- 500 C
- 200 C



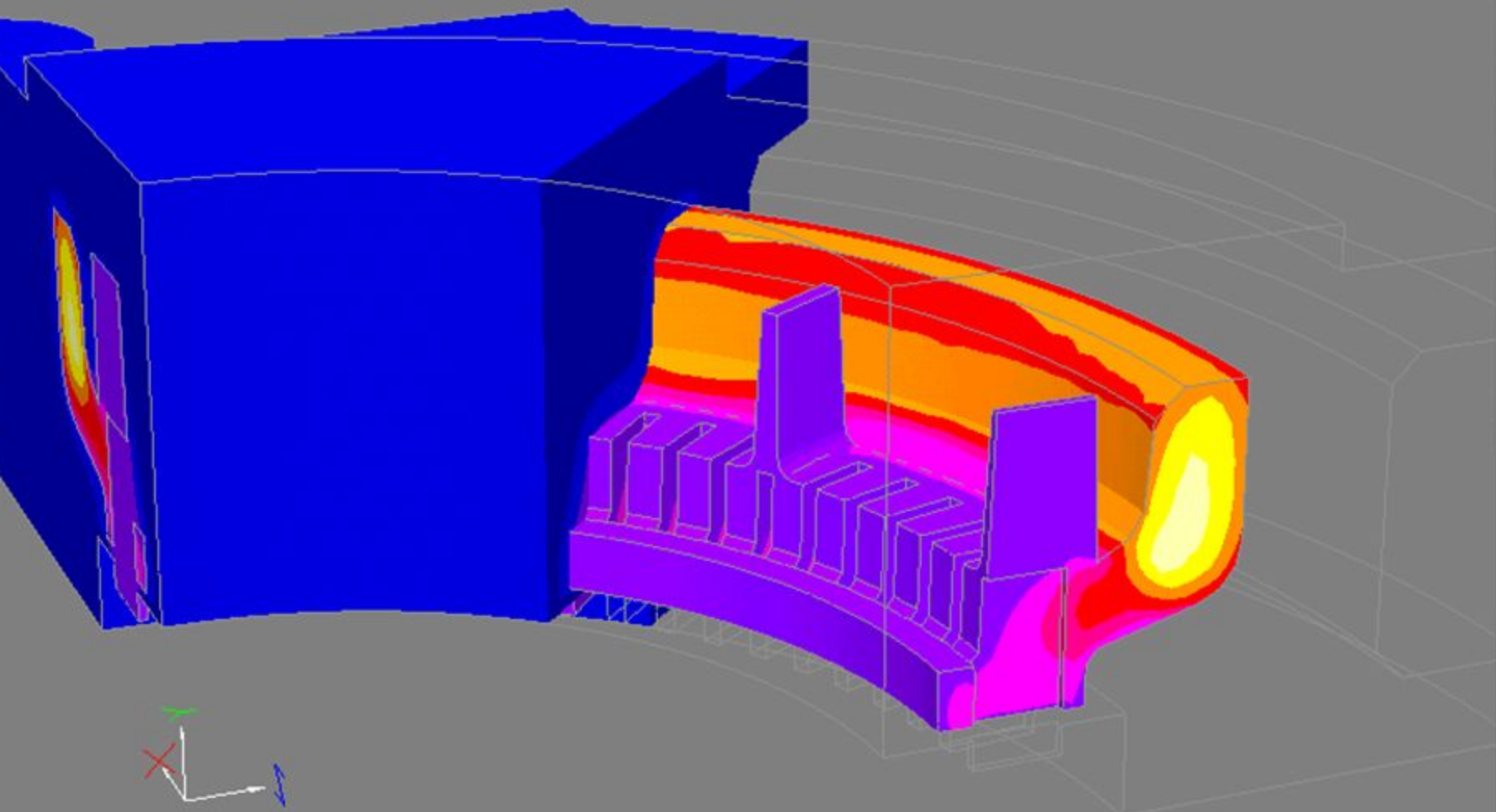
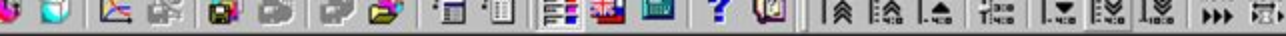


Время, с 5
00:00:05

Темпер
Жидка:
Тл=66

100 %
85 %
70 %
50 %
30 %
15 %
0 %
300 C
200 C

A vertical control panel on the right side of the software interface. It contains several icons for navigation and analysis, including a home icon, a refresh icon, a zoom in/out icon, and a search icon. Below these icons are several input fields and buttons for configuring the simulation parameters.



Время, с
00:00:10

Температура
Жидкая фаза
T л = 660

100 %

85 %

70 %

50 %

30 %

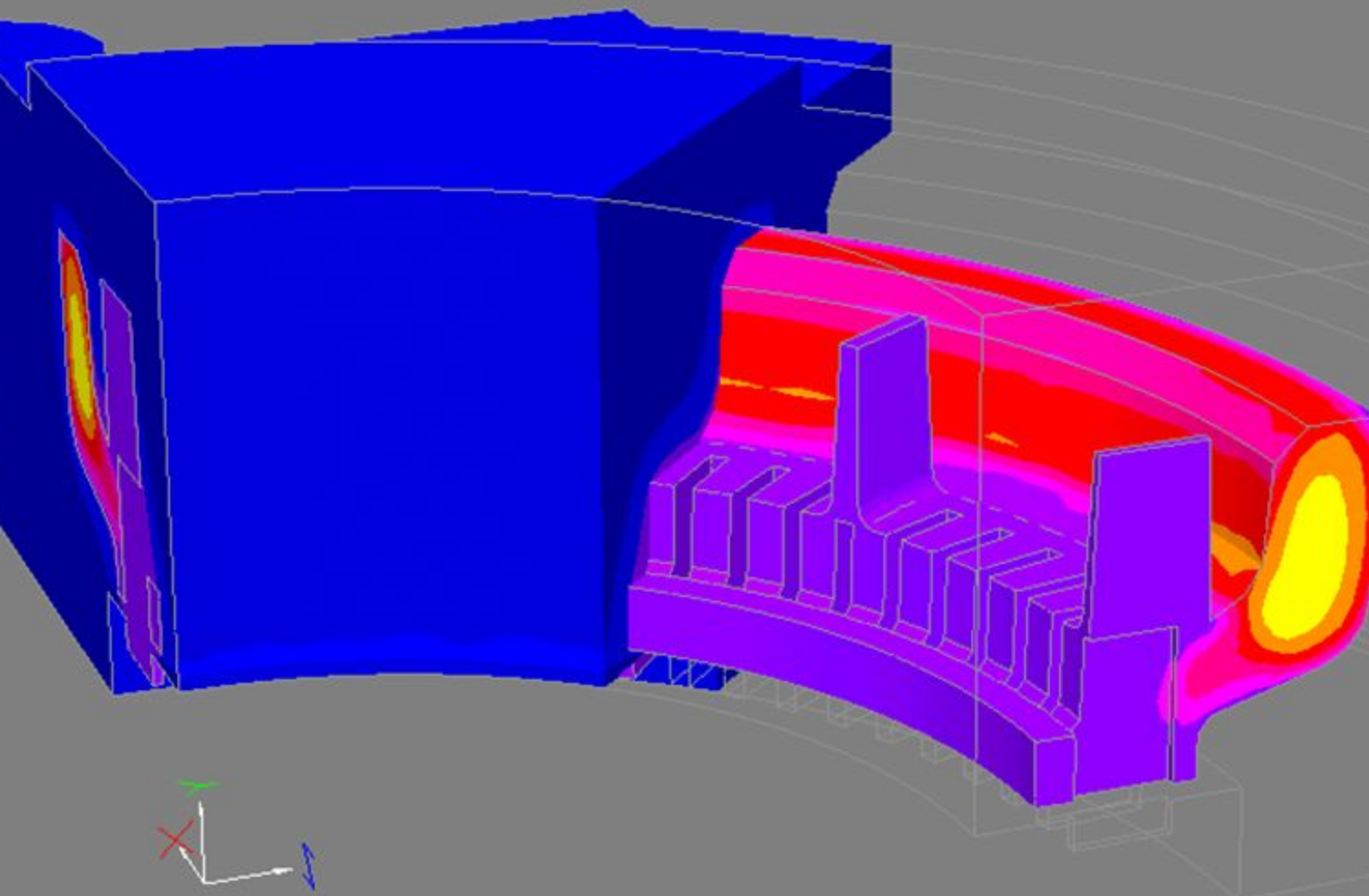
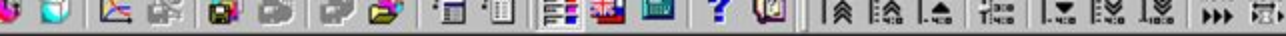
15 %

0 %

300 C

200 C





Время, с
00:00:15

Температура
Жидкая фаза
T л = 660

100 %

85 %

70 %

50 %

30 %

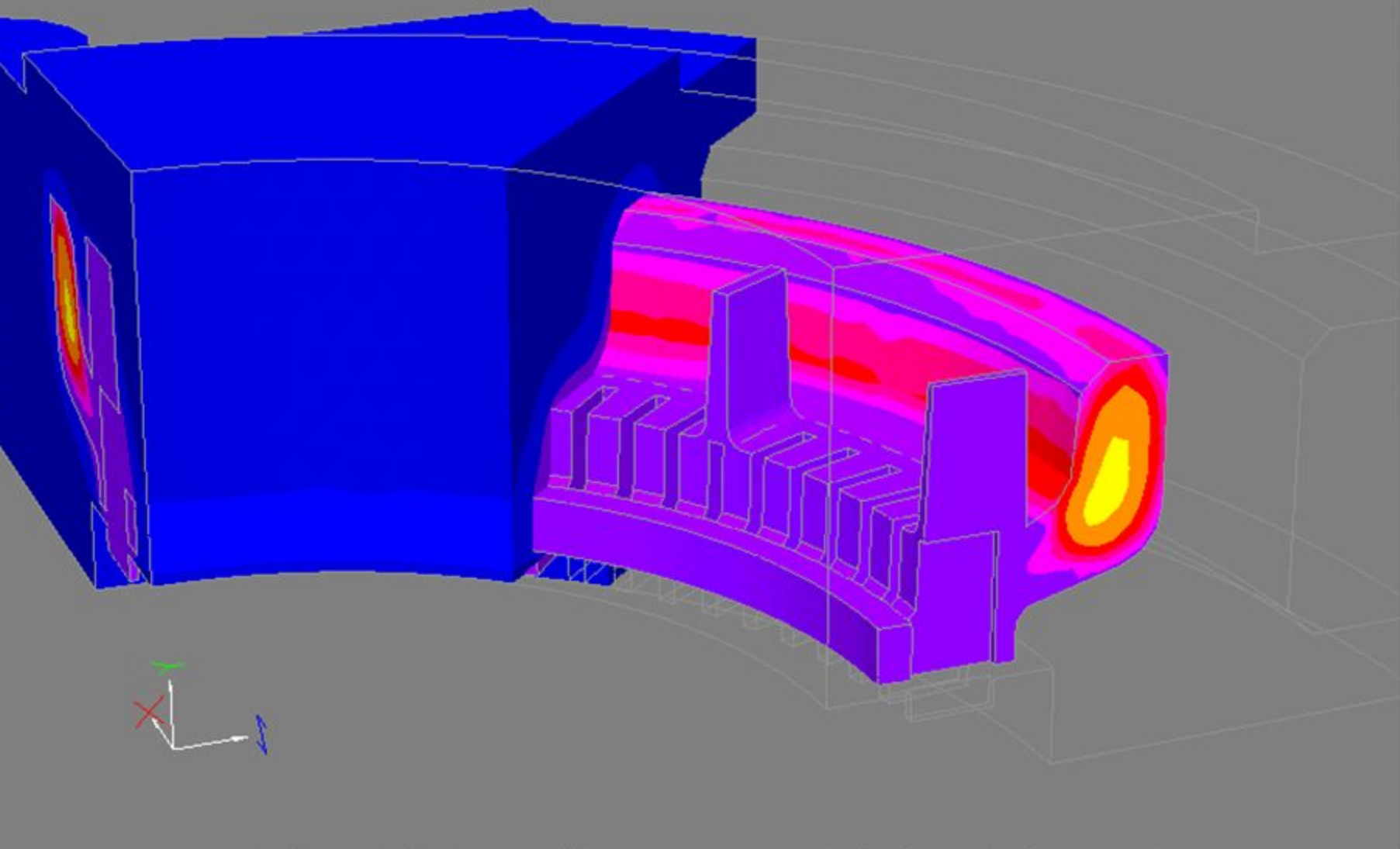
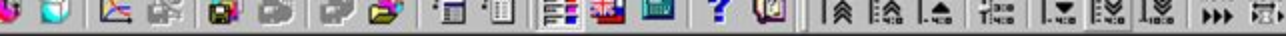
15 %

0 %

300 C

200 C





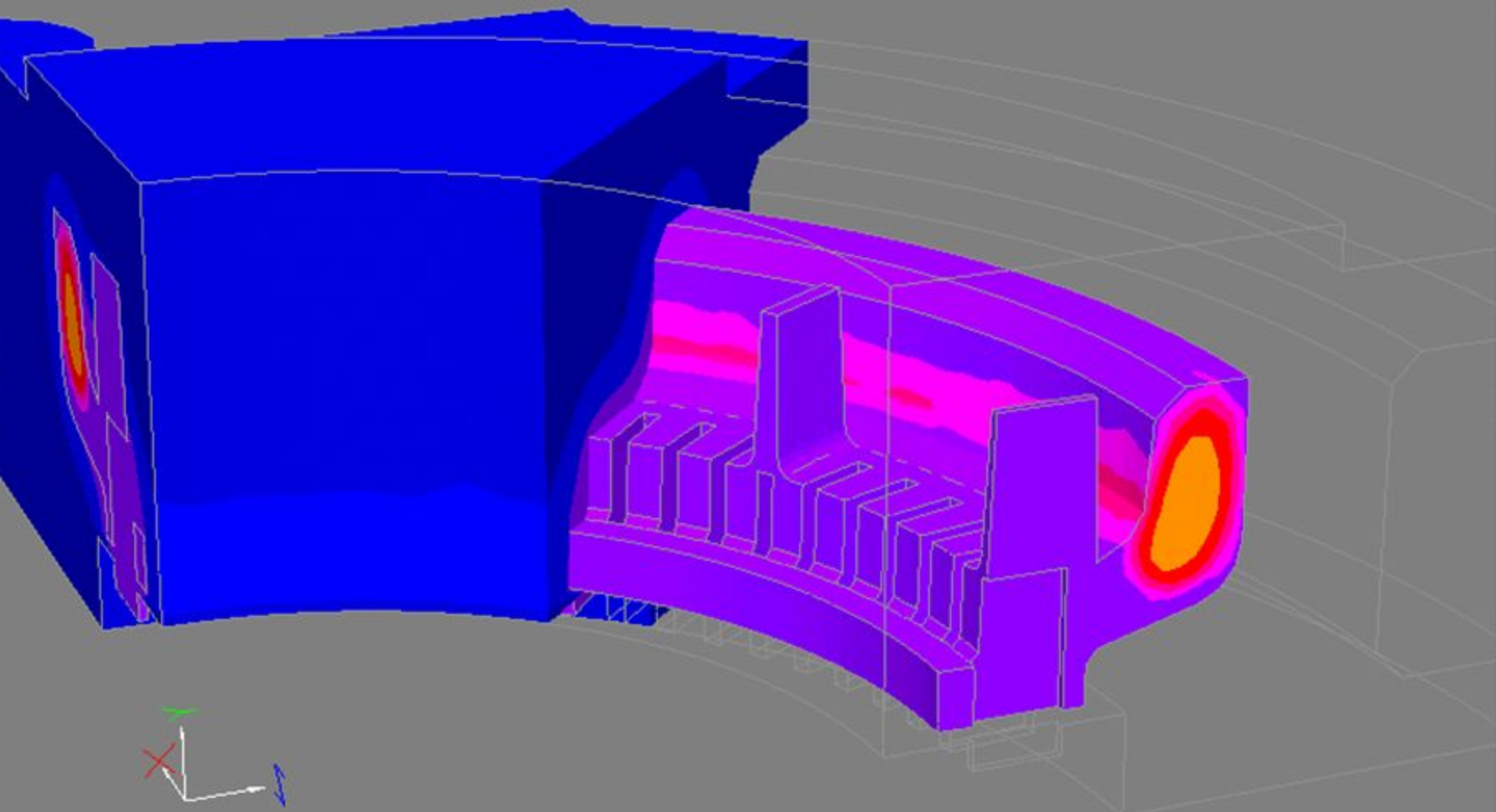
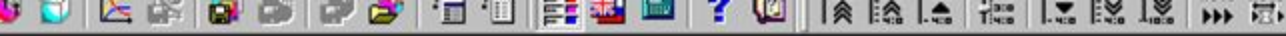
Время, с 2
00:00:20

Температура
Жидкая фаза
T л = 660

100 %
85 %
70 %
50 %
30 %
15 %
0 %
300 C
200 C

Navigation and control icons for the software interface, including a home button, a search icon, and a zoom slider.





Время, с 2
00:00:25

Температура
Жидкая фаза
T л = 660

100 %

85 %

70 %

50 %

30 %

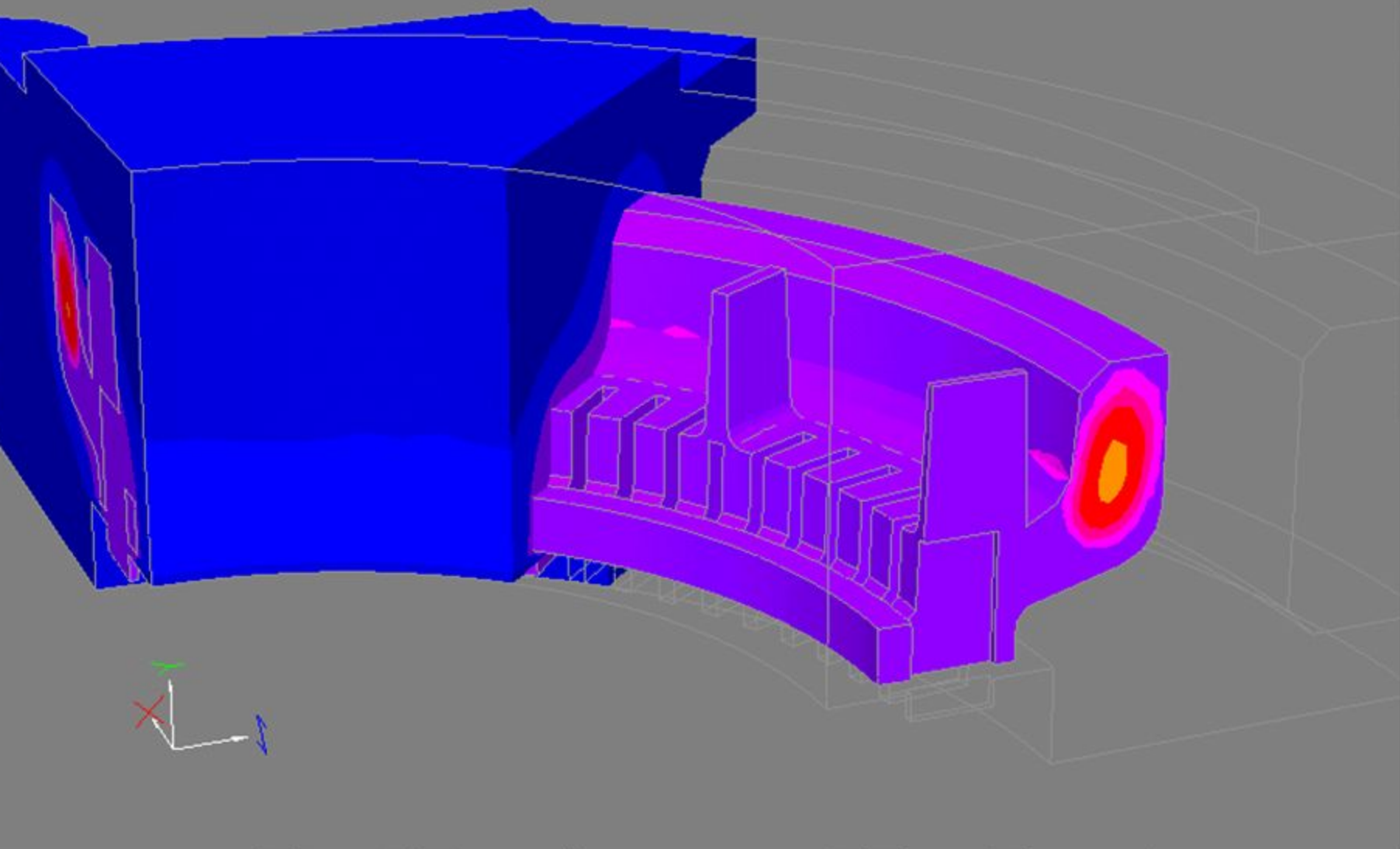
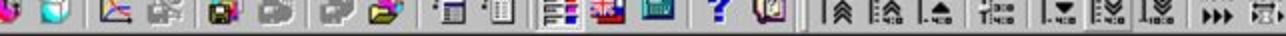
15 %

0 %

300 C

200 C



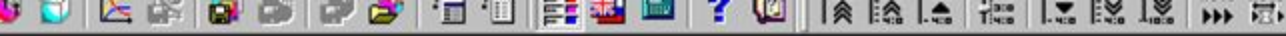


Время, с 3
00:00:30

Темпер
Жидкас
Тл=66

100 %
85 %
70 %
50 %
30 %
15 %
0 %
300 C
200 C

A vertical control panel on the right side of the software interface. It contains several icons for simulation control, including a play button, a stop button, and a refresh button. There are also numerical input fields and a zoom slider.

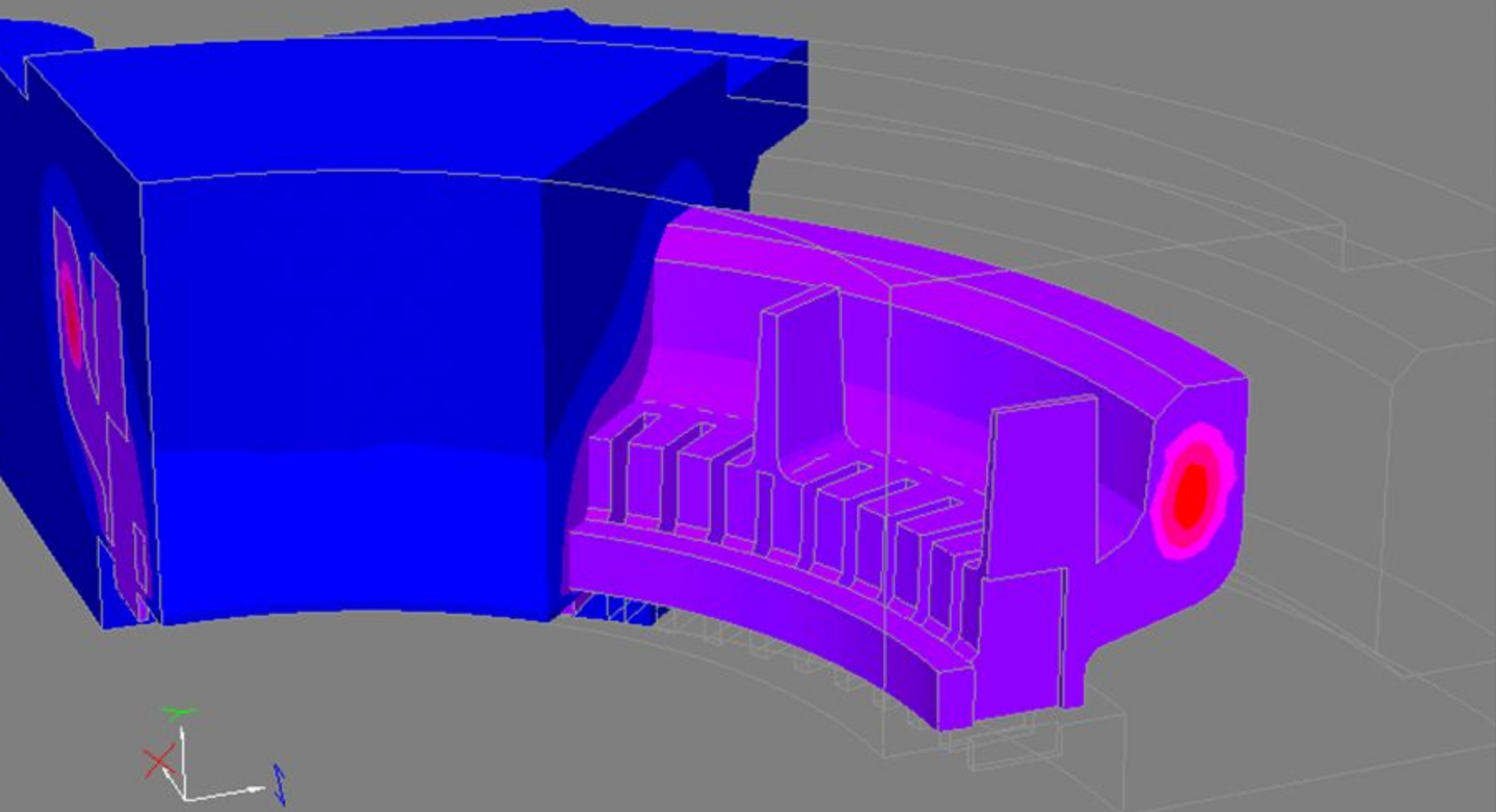


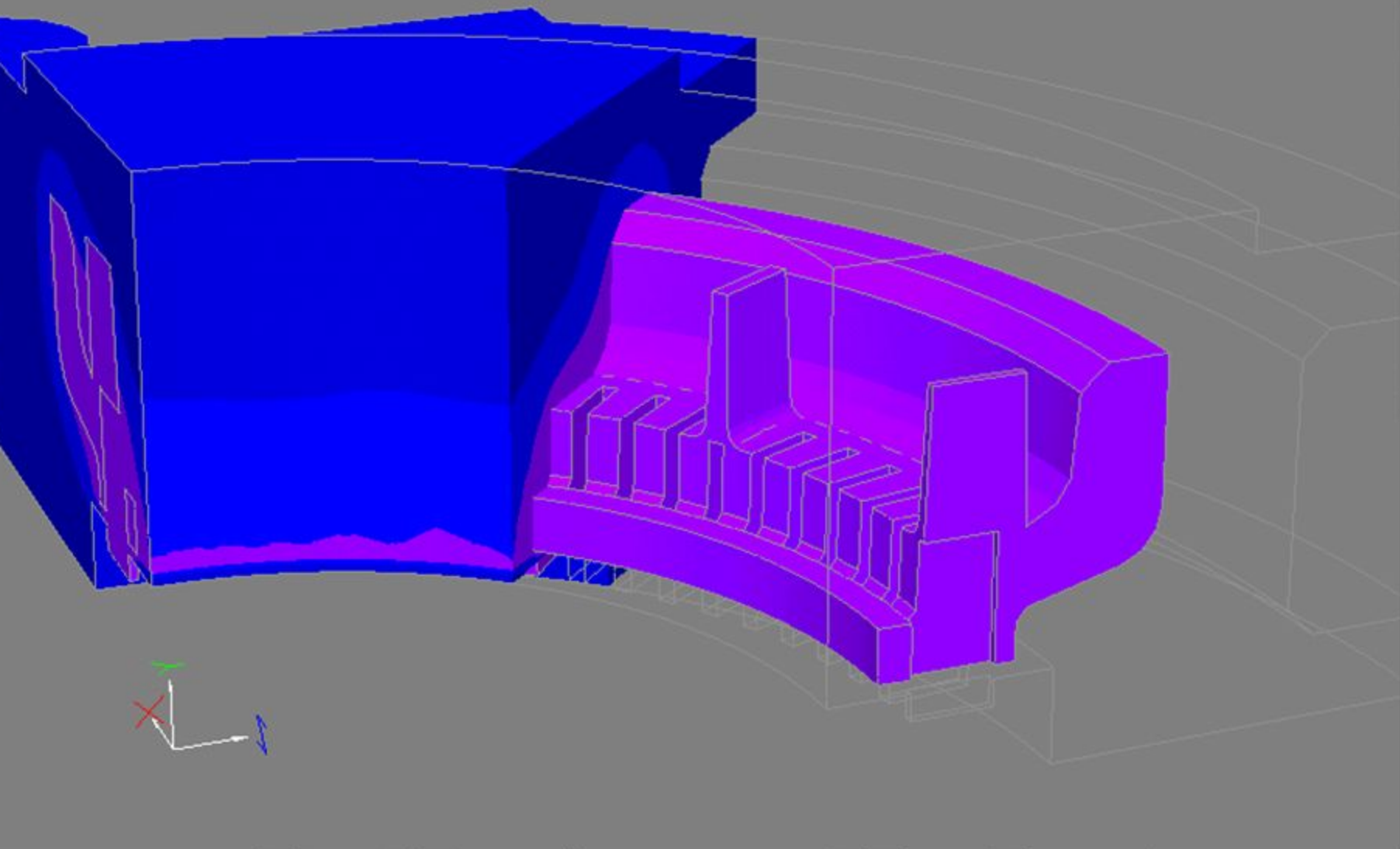
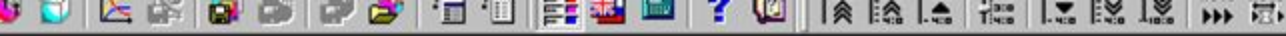
Время, с 3
00:00:35
Темпер
Жидкас
Тл=66

100 %
85 %
70 %
50 %
30 %
15 %
0 %
300 C
200 C

Legend for temperature scale: a color gradient from blue (low) to red (high) with a white center.

Navigation icons: Home, Back, Forward, Refresh, and a zoom slider.





Время, с 4
00:00:43

Темпер
Жидка:
Тл=66

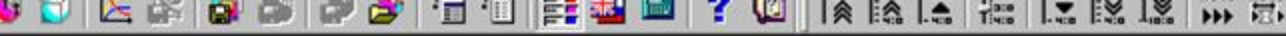
100 %
85 %
70 %
50 %
30 %
15 %
0 %
300 C
200 C

A vertical sidebar of CAD software controls. It includes a view selector with icons for top, front, and isometric views. Below it are zoom controls with a magnifying glass icon and a percentage input field. At the bottom are icons for pan, rotate, and other navigation functions.



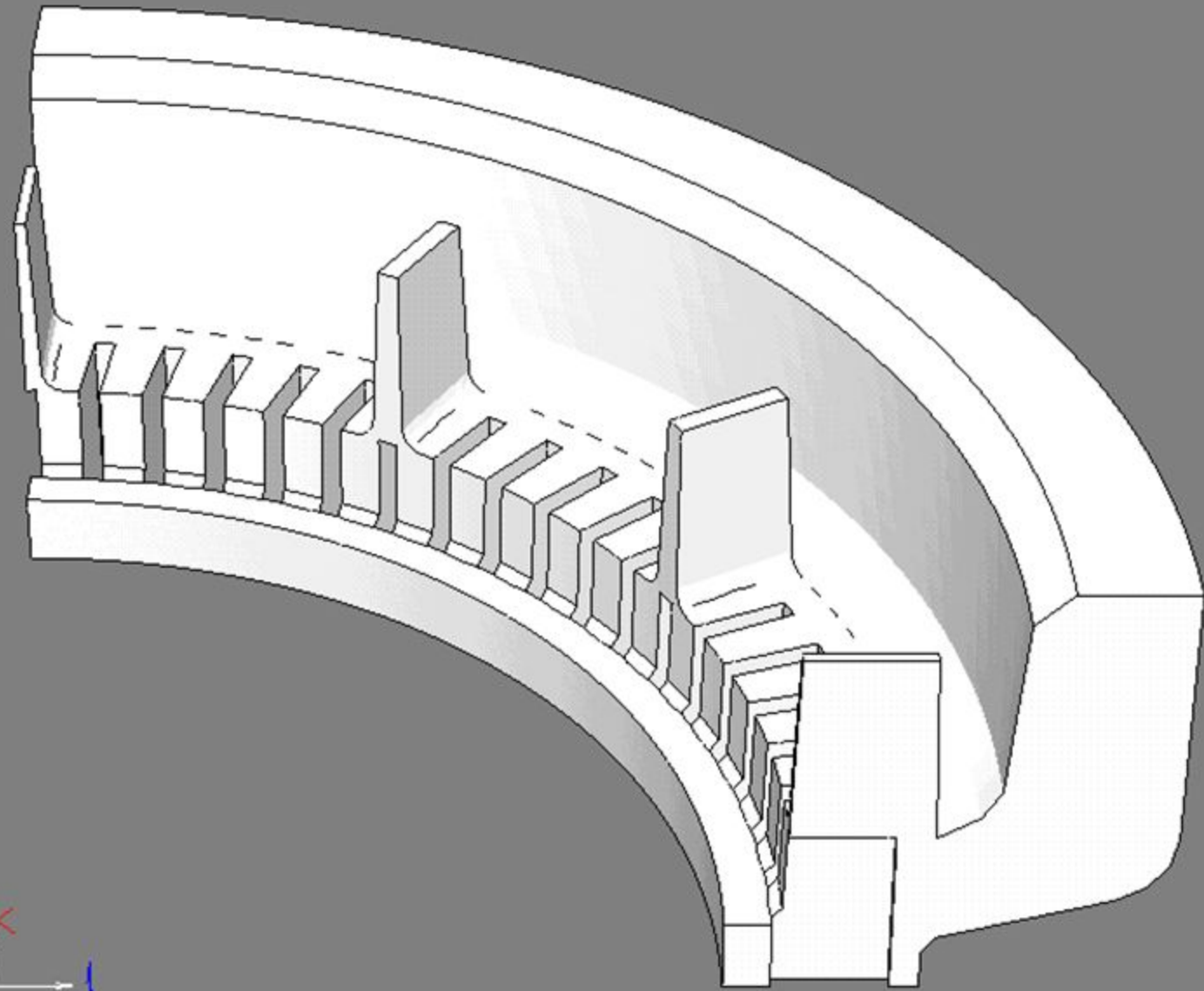
Усадочный расчёт образования макро- и микропористости

Выполняется модулем
Фурье-3D



Время, с
00:00:00

Порис



90 %

50 %

10 %

5 %

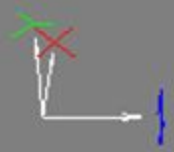
4 %

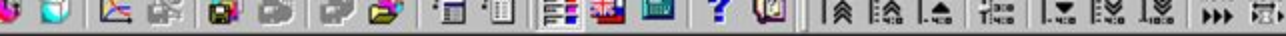
3 %

2 %

1 %

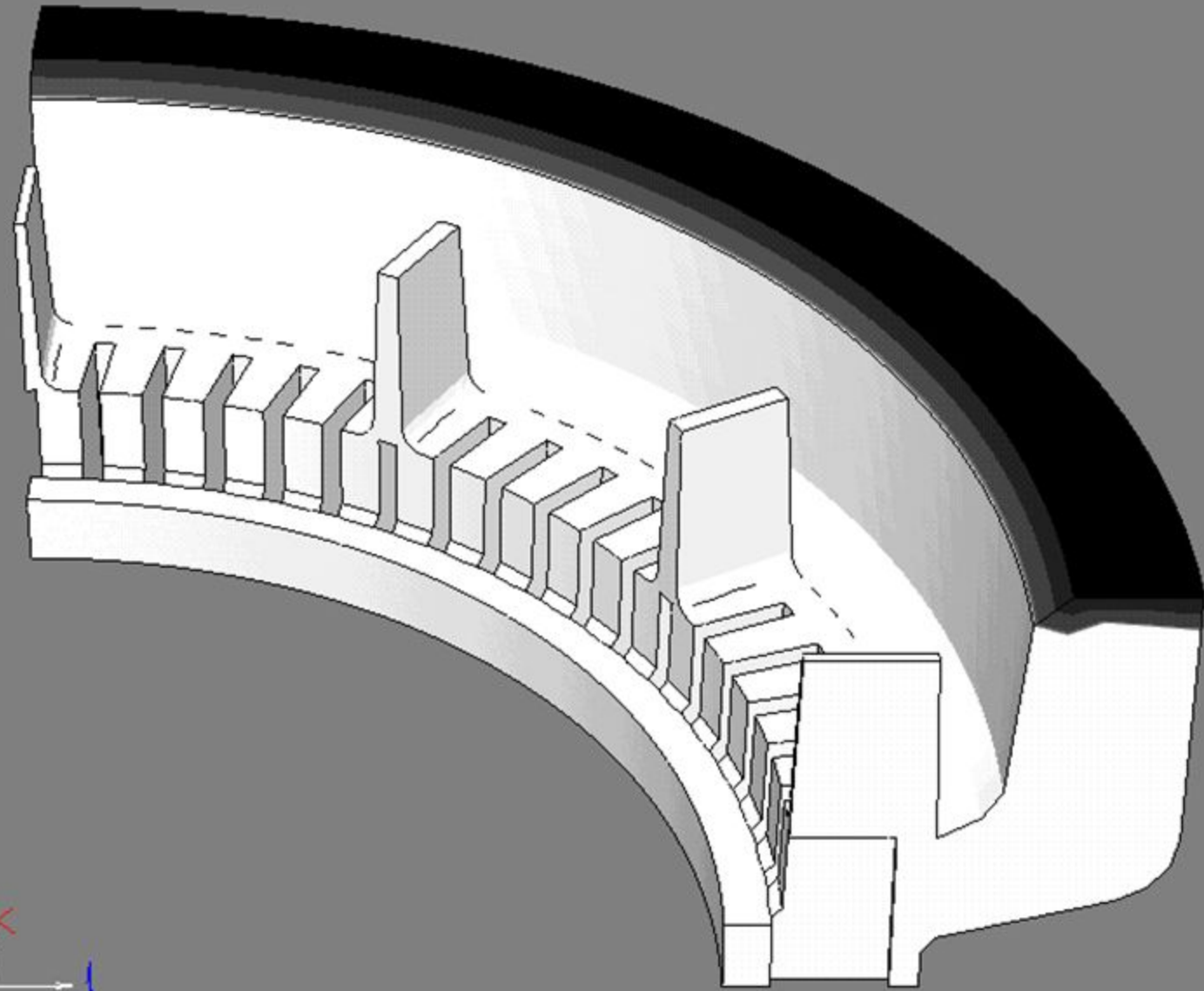
0.5 %





Время, с
00:00:01

Порис



90 %

50 %

10 %

5 %

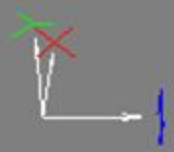
4 %

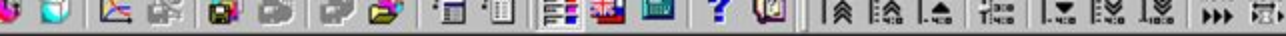
3 %

2 %

1 %

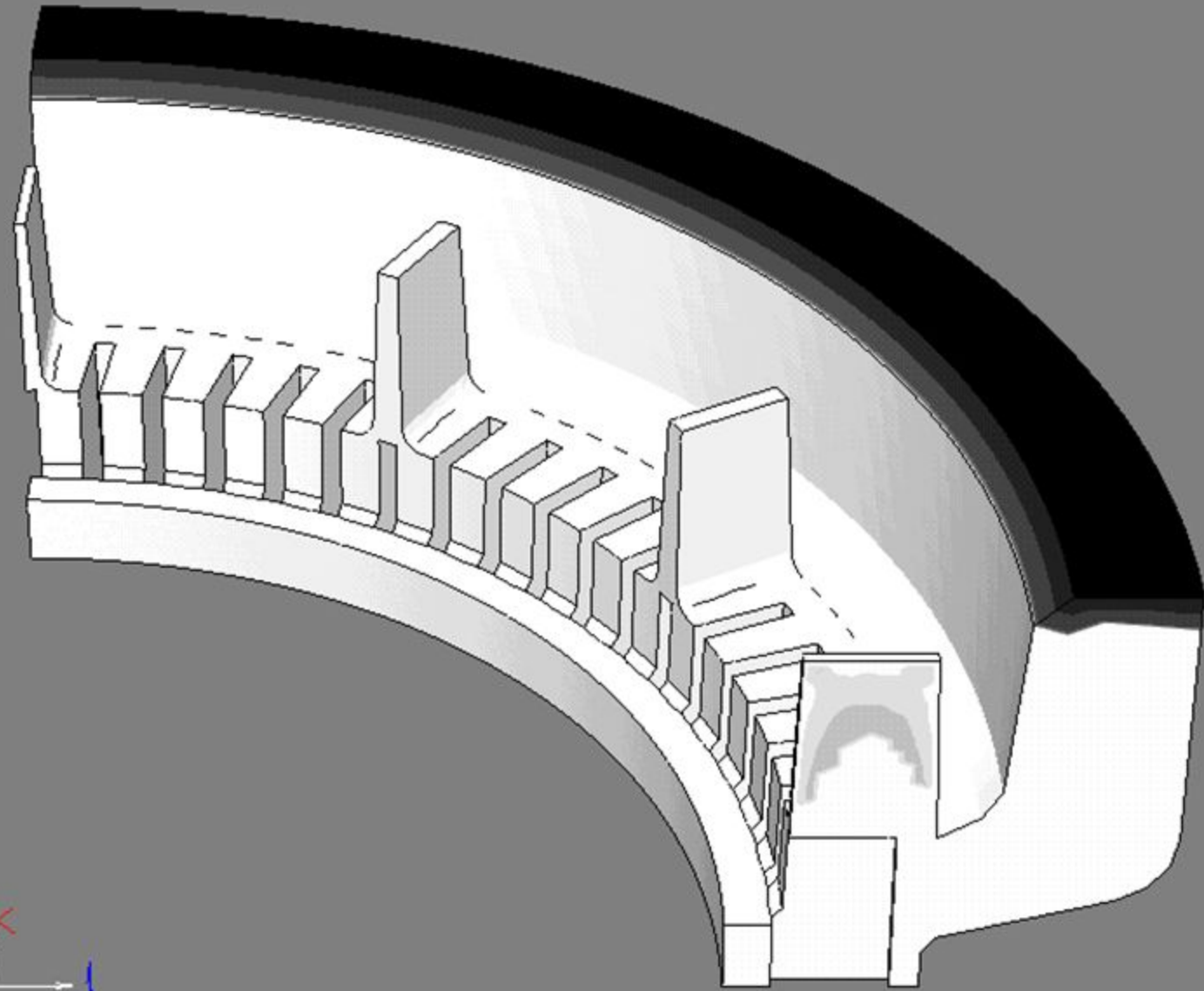
0.5 %





Время, с 3
00:00:03

Порис



90 %

50 %

10 %

5 %

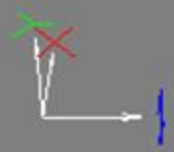
4 %

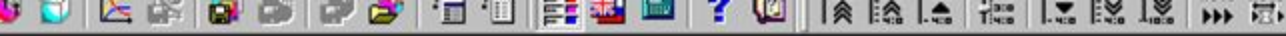
3 %

2 %

1 %

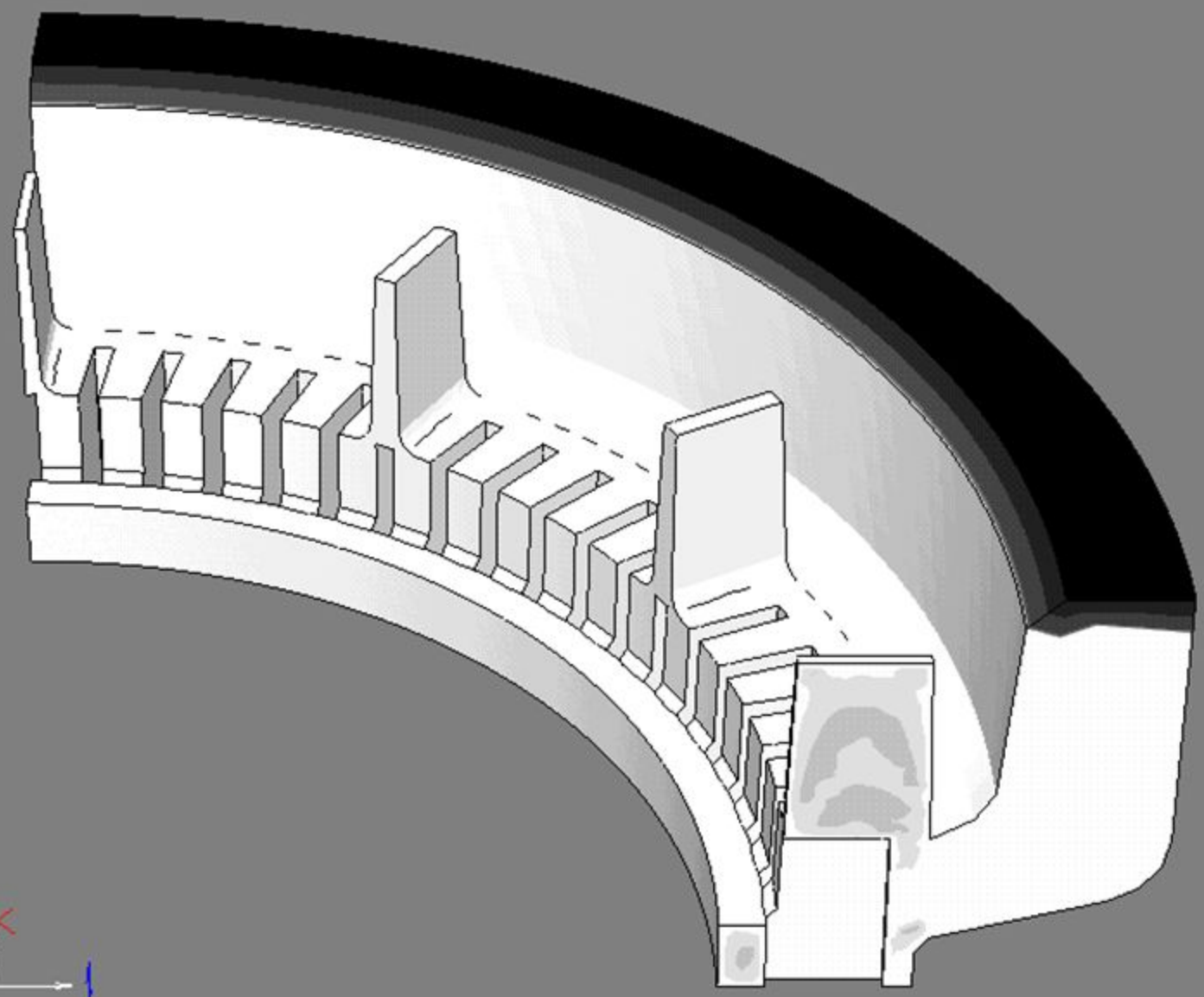
0.5 %





Время, с
00:00:10

Порис



90 %

50 %

10 %

5 %

4 %

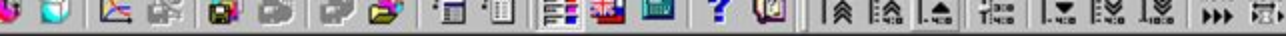
3 %

2 %

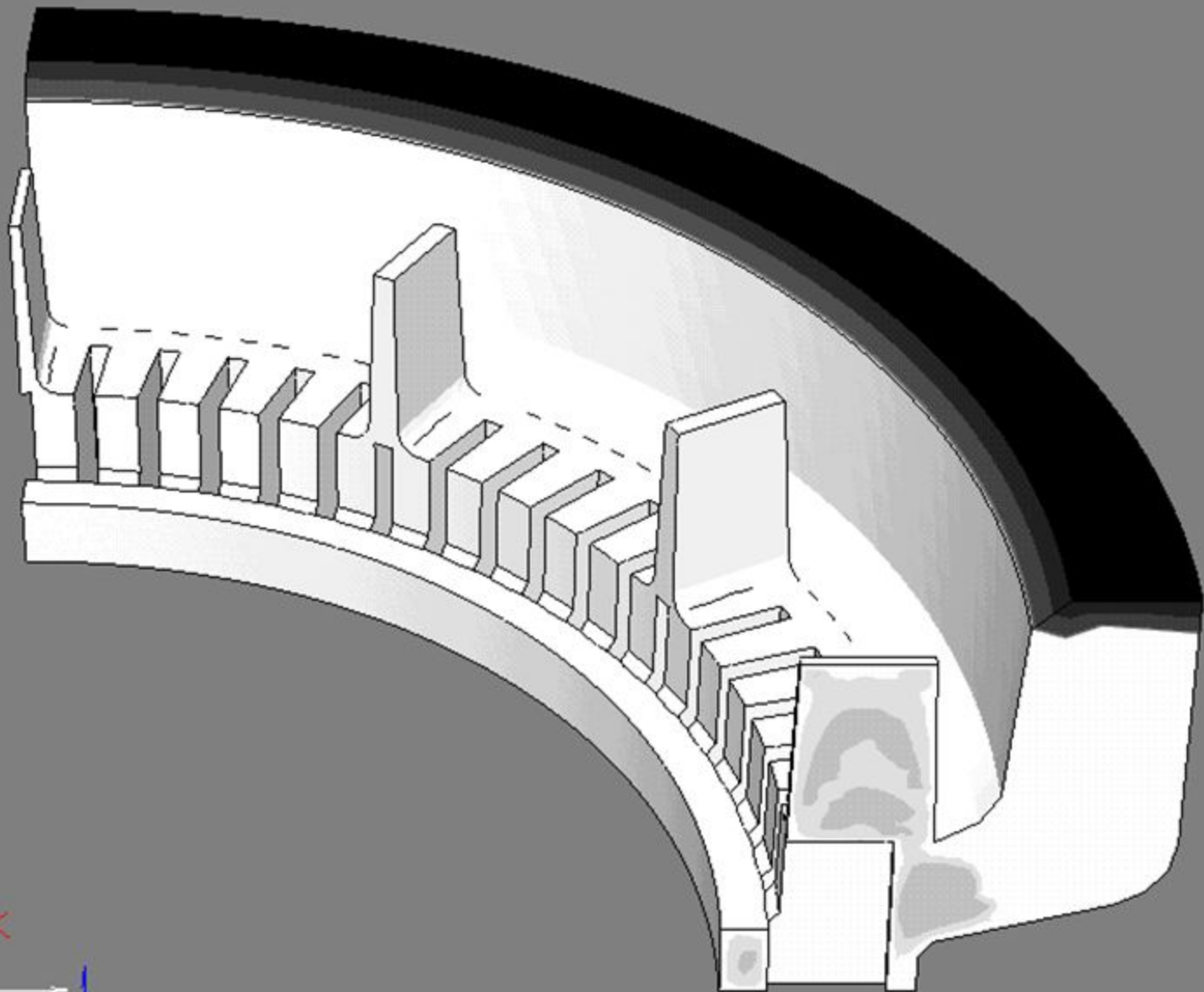
1 %

0.5 %





Предыдущий Шаг (Shift+стрелка вверх)



Время, с
00:00:15

Порис

90 %

50 %

10 %

5 %

4 %

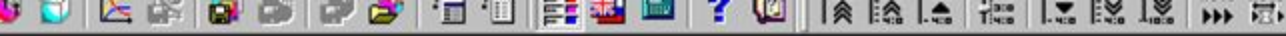
3 %

2 %

1 %

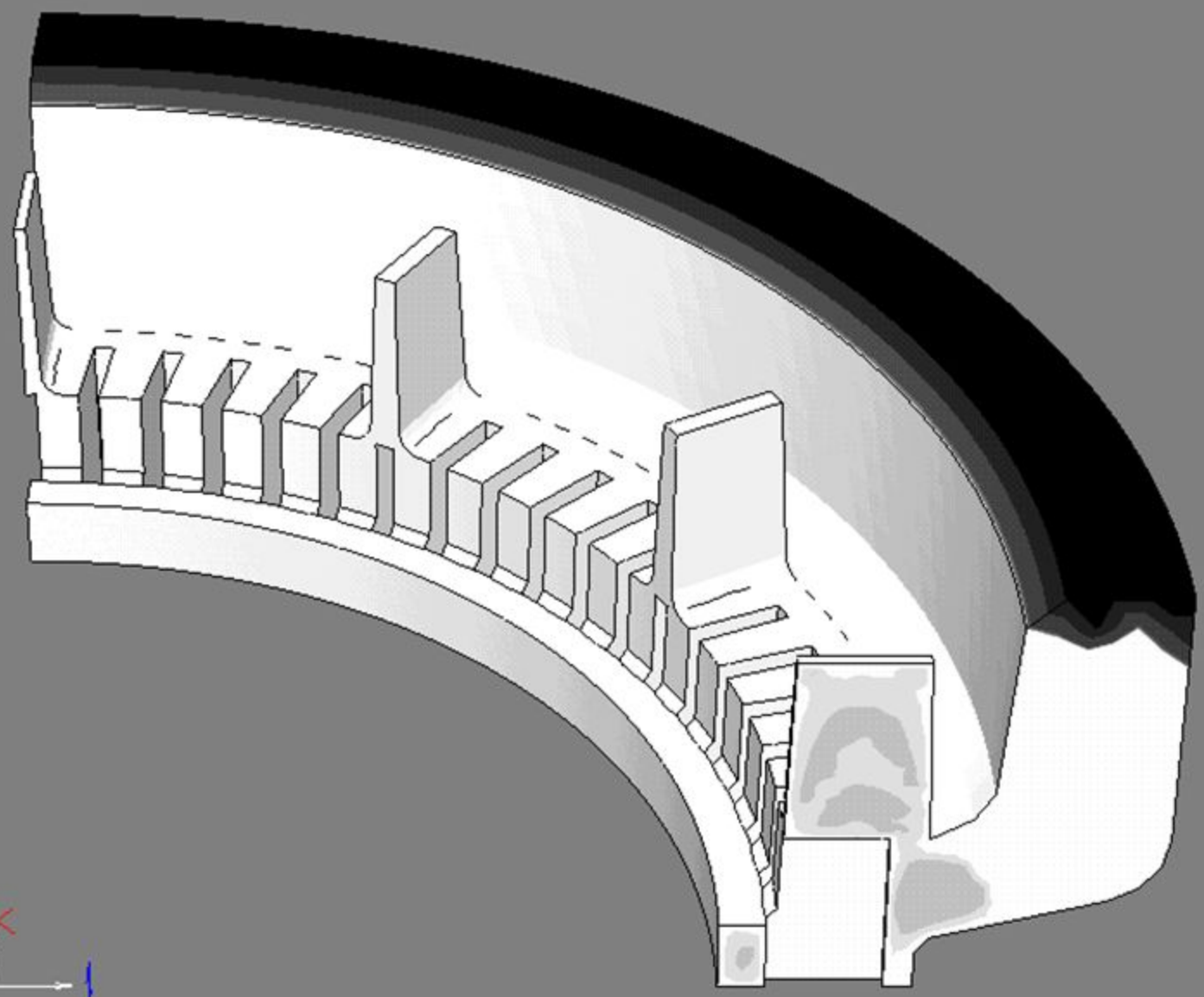
0.5 %





Время, с 2
00:00:20

Порис



90 %

50 %

10 %

5 %

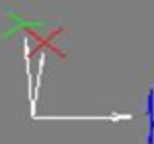
4 %

3 %

2 %

1 %

0.5 %





Время, с 2
00:00:25

Порис

90 %

50 %

10 %

5 %

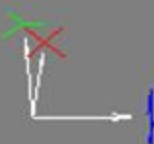
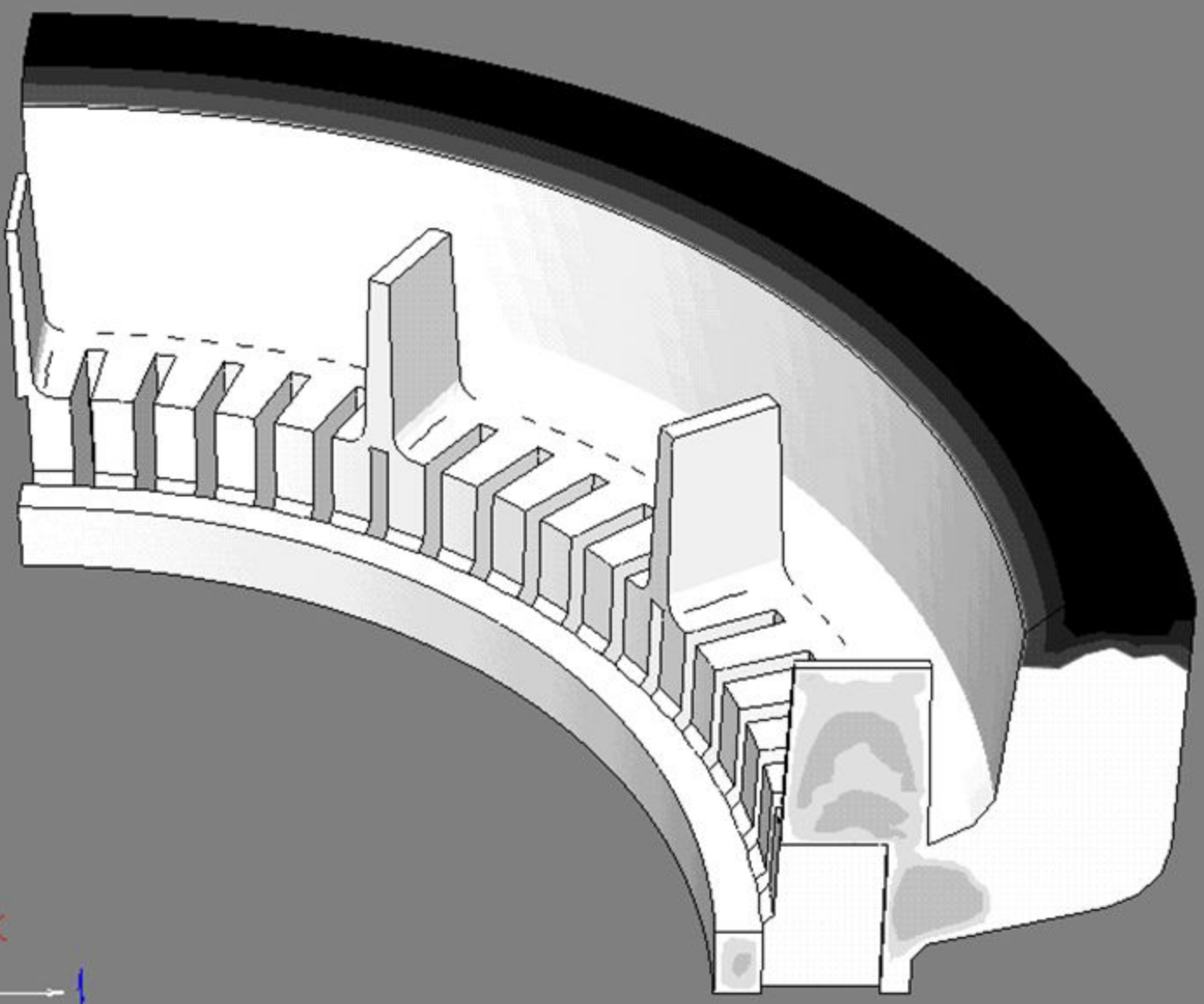
4 %

3 %

2 %

1 %

0.5 %

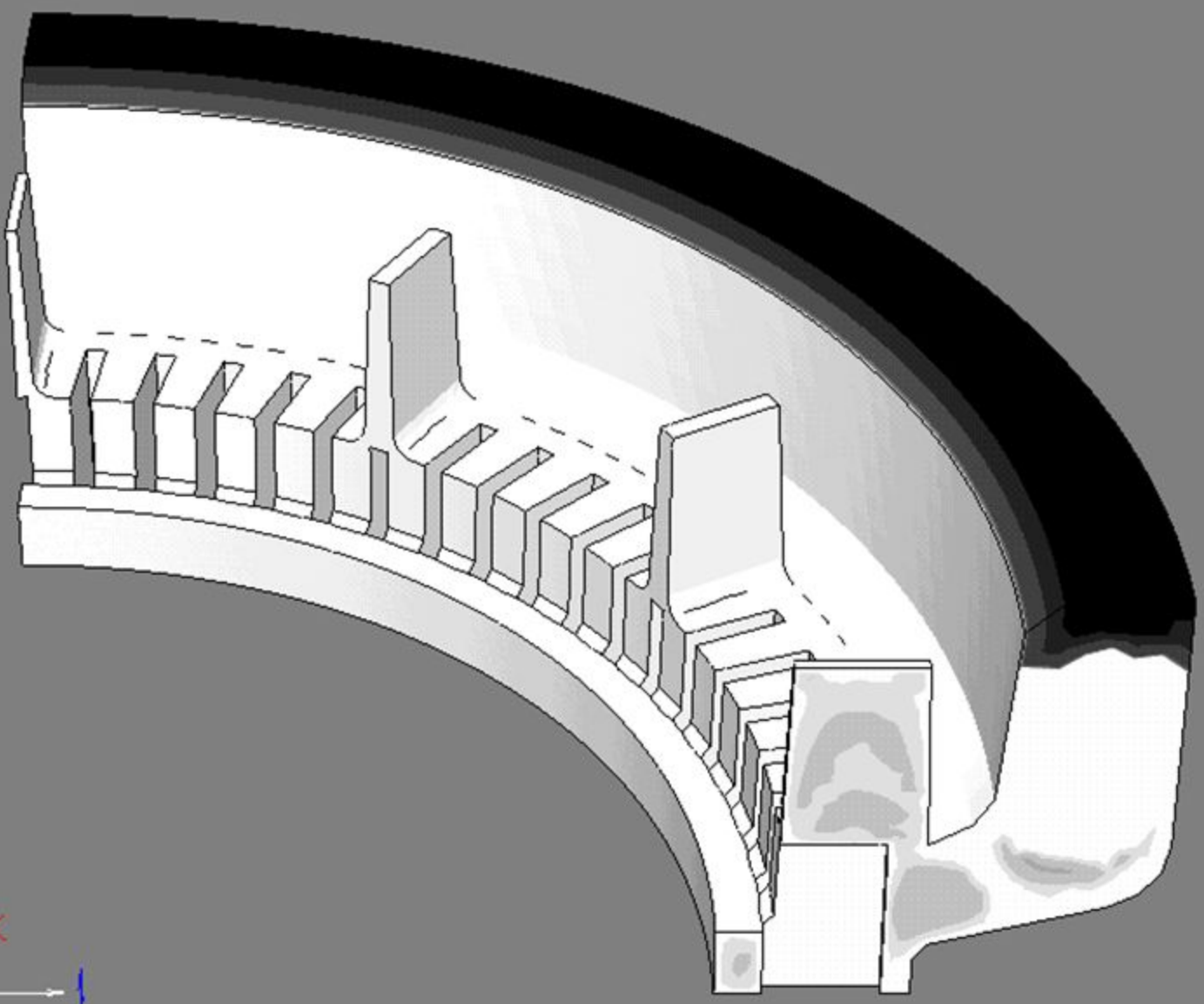
A vertical sidebar of CAD software controls. It includes a zoom percentage list (90%, 50%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 0.5%), a view orientation button (isometric), a 3D view button, and a zoom slider.

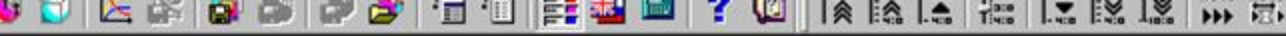


Время, с 3
00:00:30

Порис

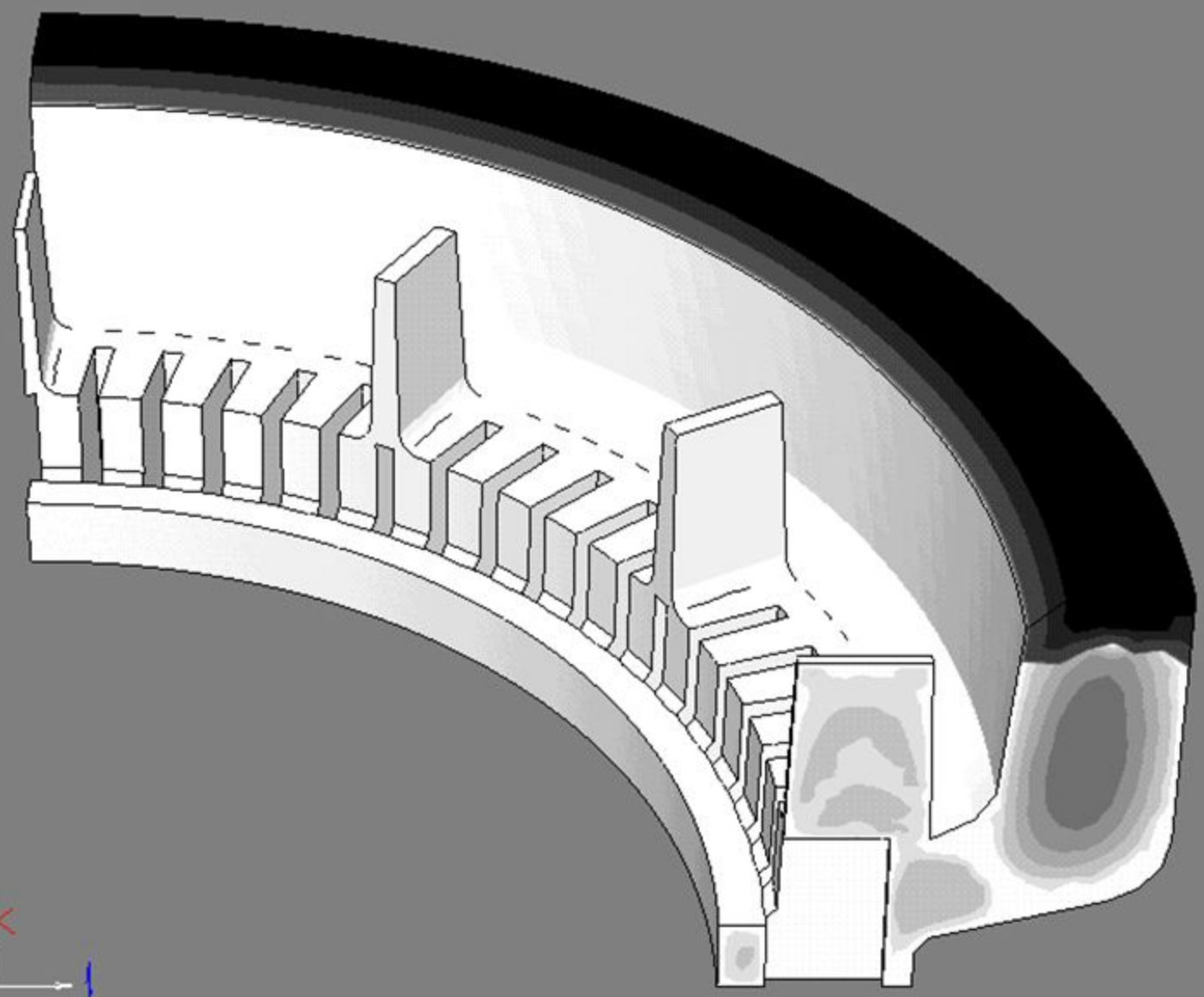
90 %
50 %
10 %
5 %
4 %
3 %
2 %
1 %
0.5 %

A vertical sidebar of CAD software controls. It features a coordinate system with red, green, and blue axes and a vertical list of zoom percentages ranging from 0.5% to 90%. Below the list are several icons for navigation and view manipulation.



Время, с 3
00:00:35

Порис



90 %

50 %

10 %

5 %

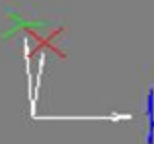
4 %

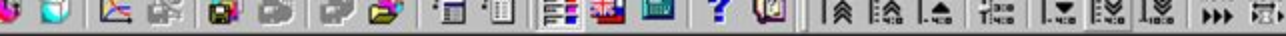
3 %

2 %

1 %

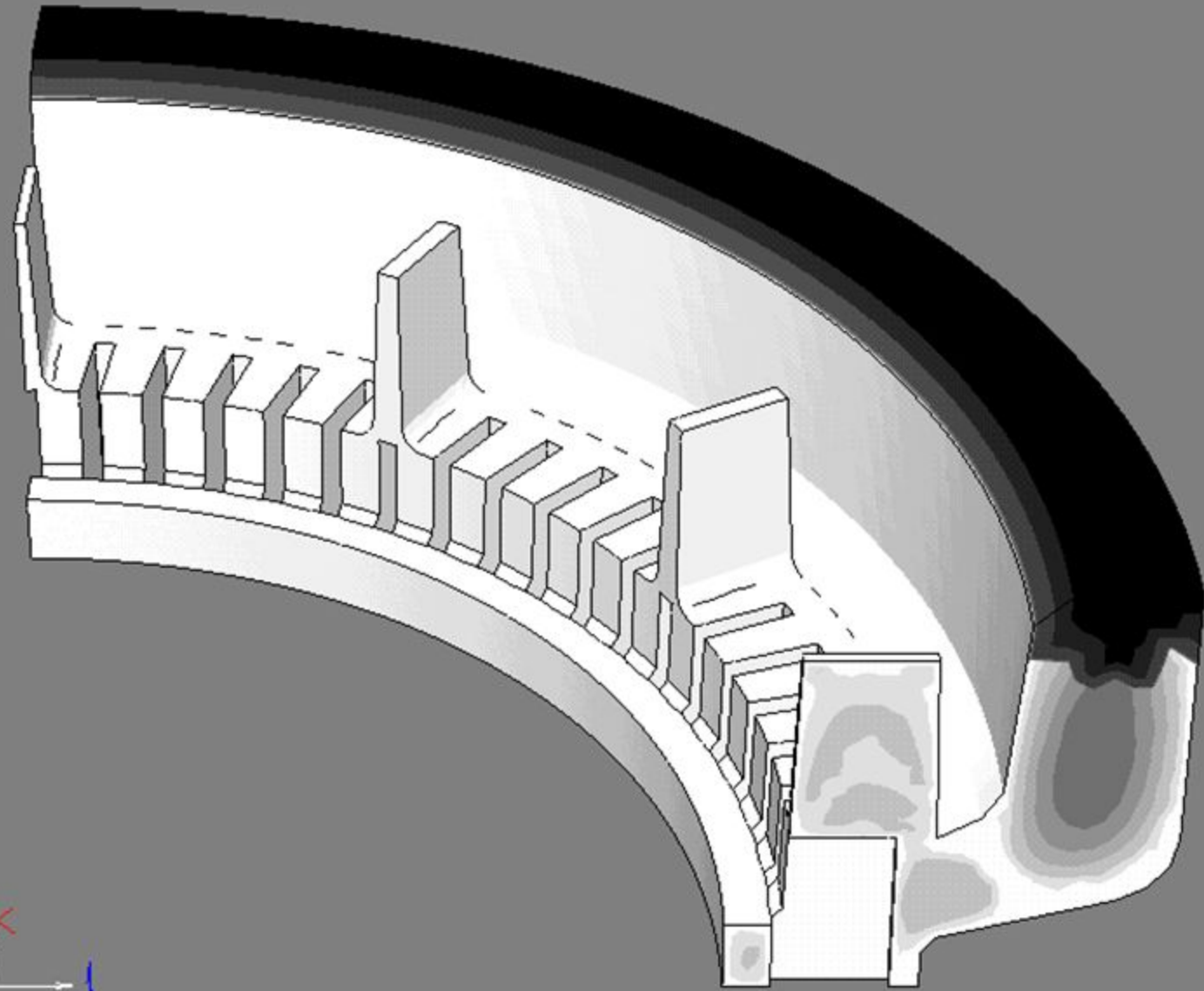
0.5 %





Время, с 4
00:00:45

Порис



90 %

50 %

10 %

5 %

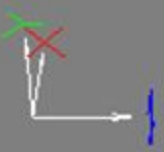
4 %

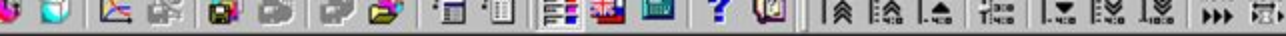
3 %

2 %

1 %

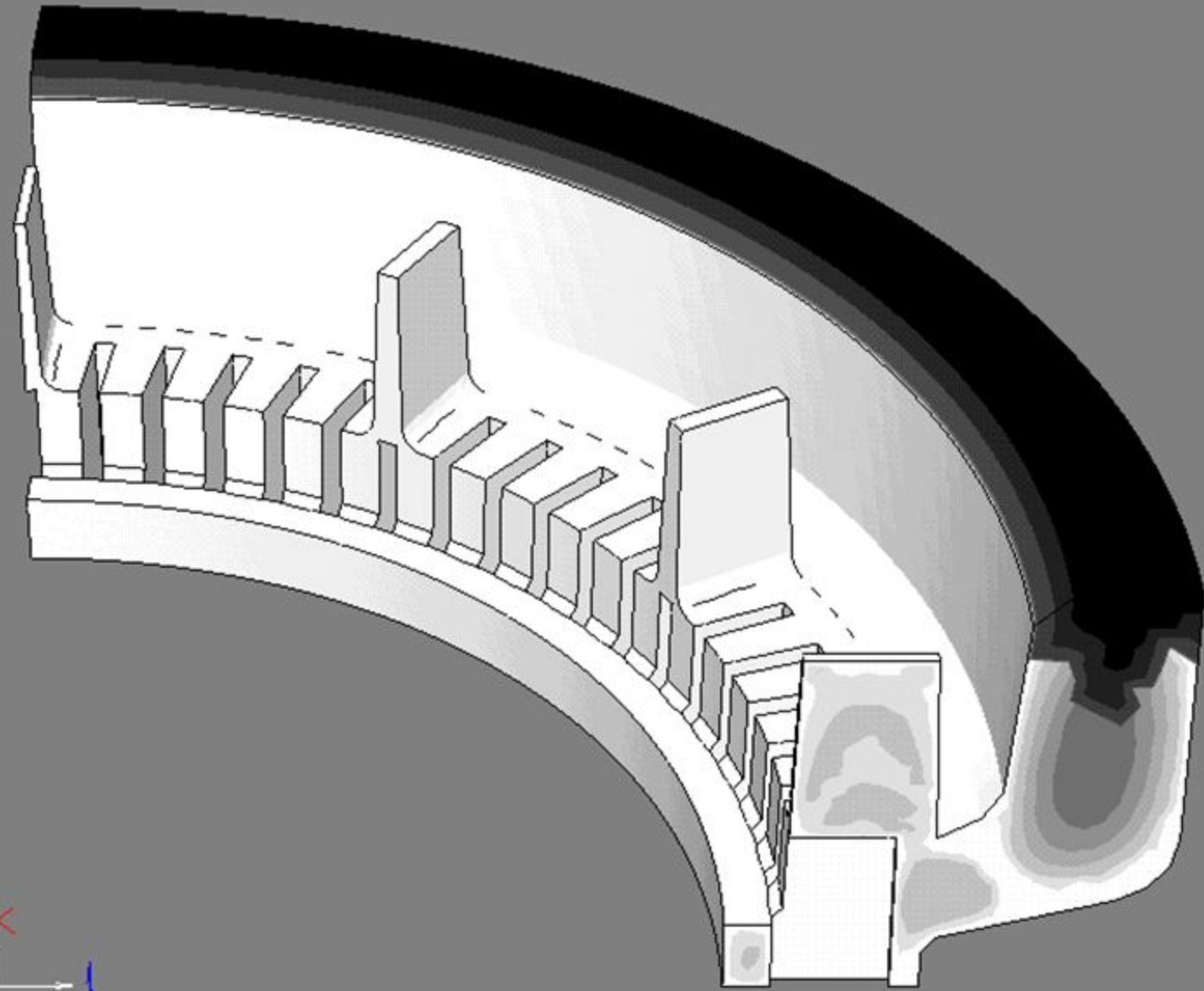
0.5 %





Время, с 5
00:00:50

Порис



90 %

50 %

10 %

5 %

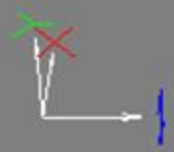
4 %

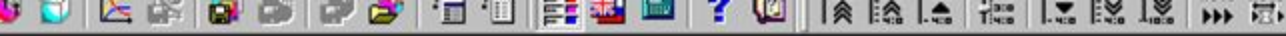
3 %

2 %

1 %

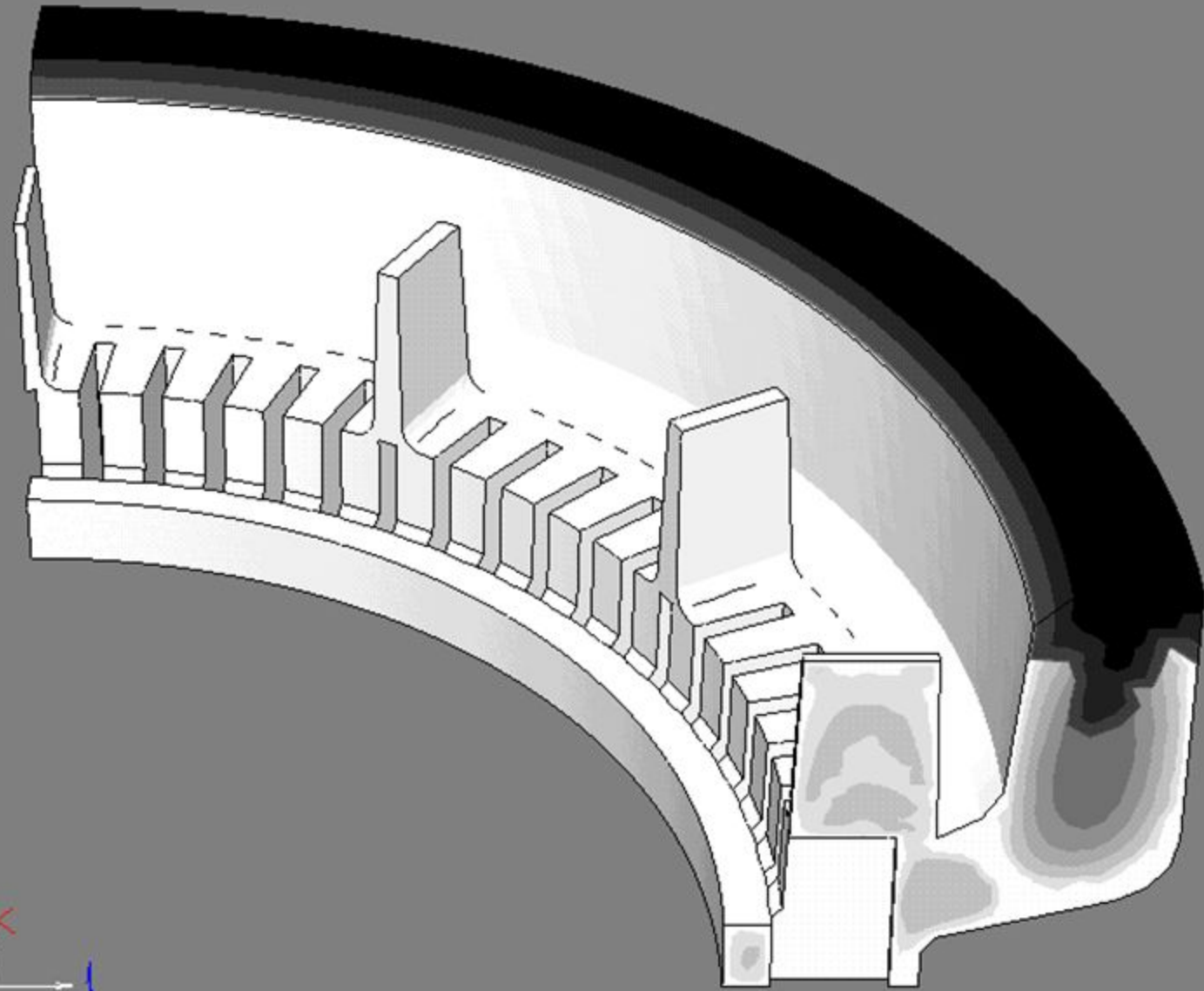
0.5 %





Время, с 5
00:00:55

Порис



90 %

50 %

10 %

5 %

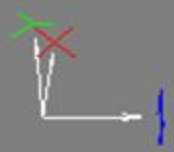
4 %

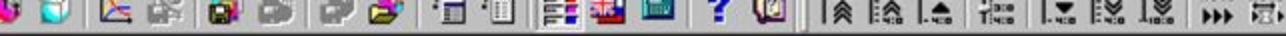
3 %

2 %

1 %

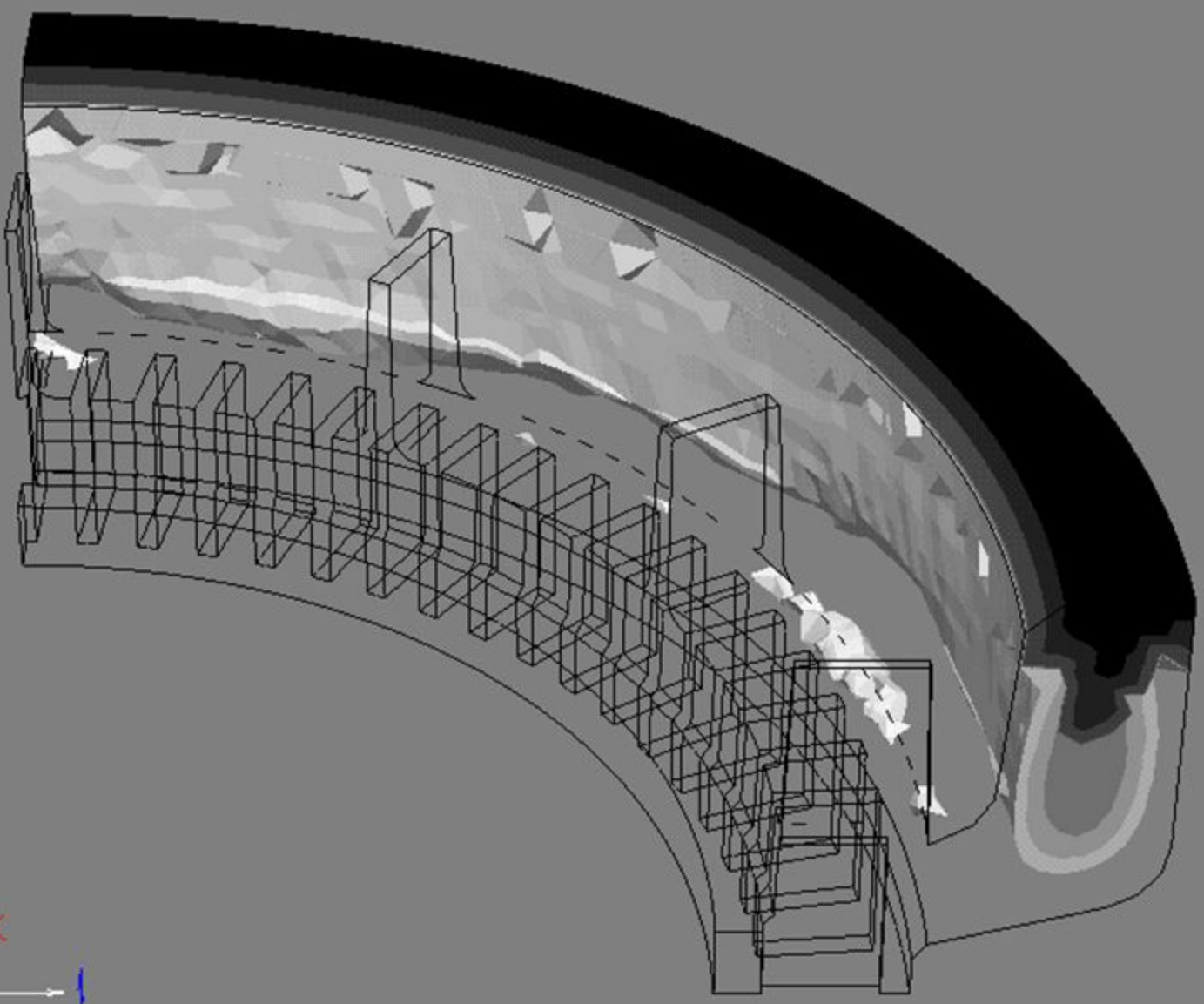
0.5 %





Время, с 5
00:00:55

Порис



90 %

50 %

10 %

5 %

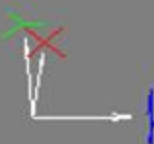
4 %

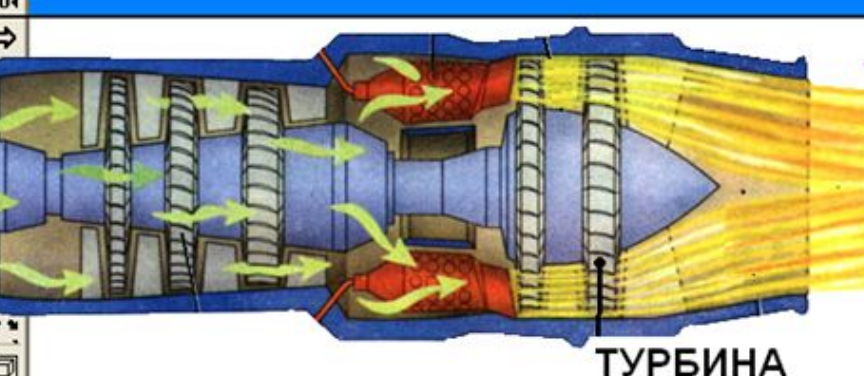
3 %

2 %

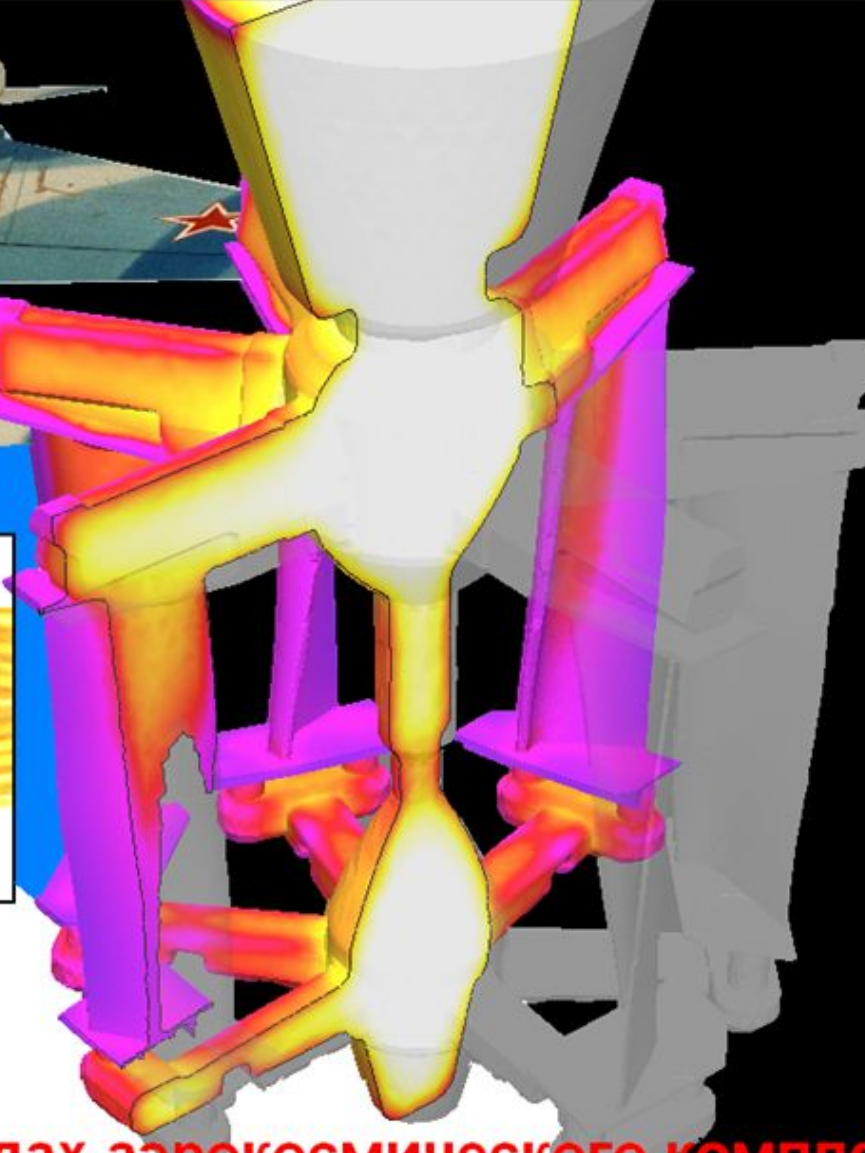
1 %

0.5 %





ТУРБИНА



Время, с 10
00:00:10

Температура, С
Жидкая фаза, %
Тл=1370 Тс=1250

100 %

85 %

70 %

50 %

30 %

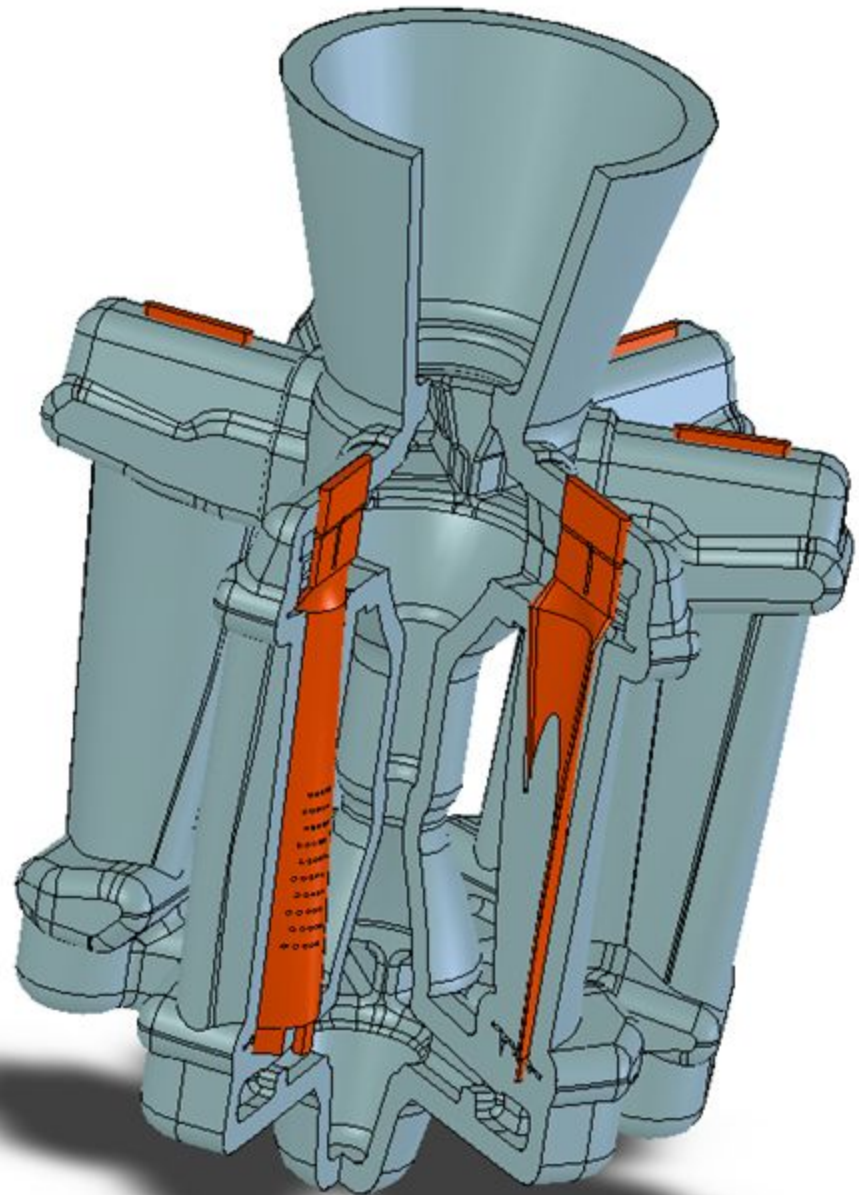
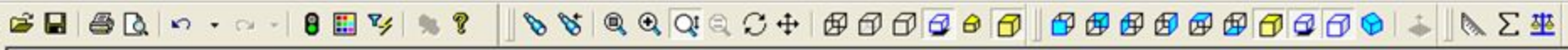
15 %

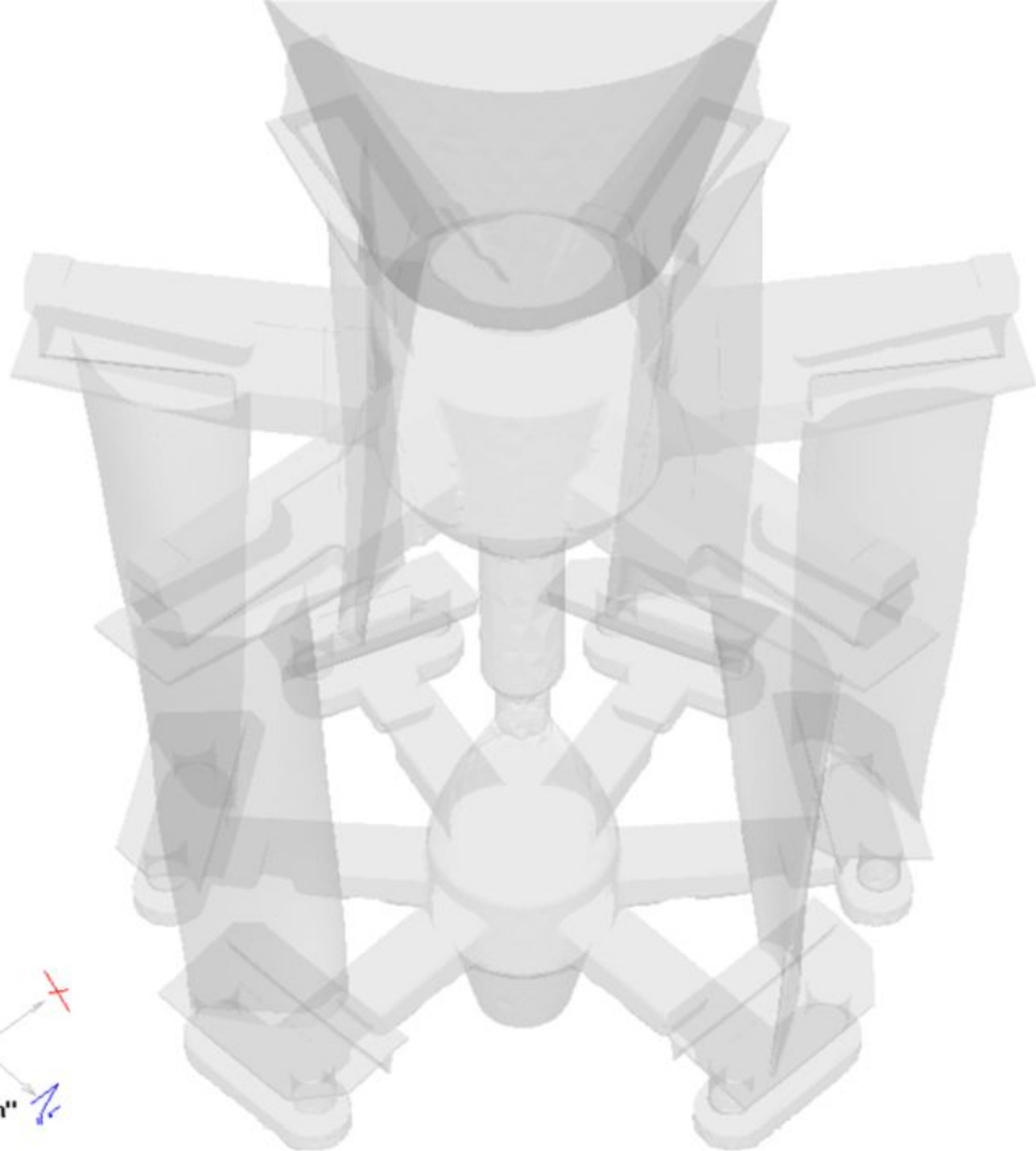
0 %

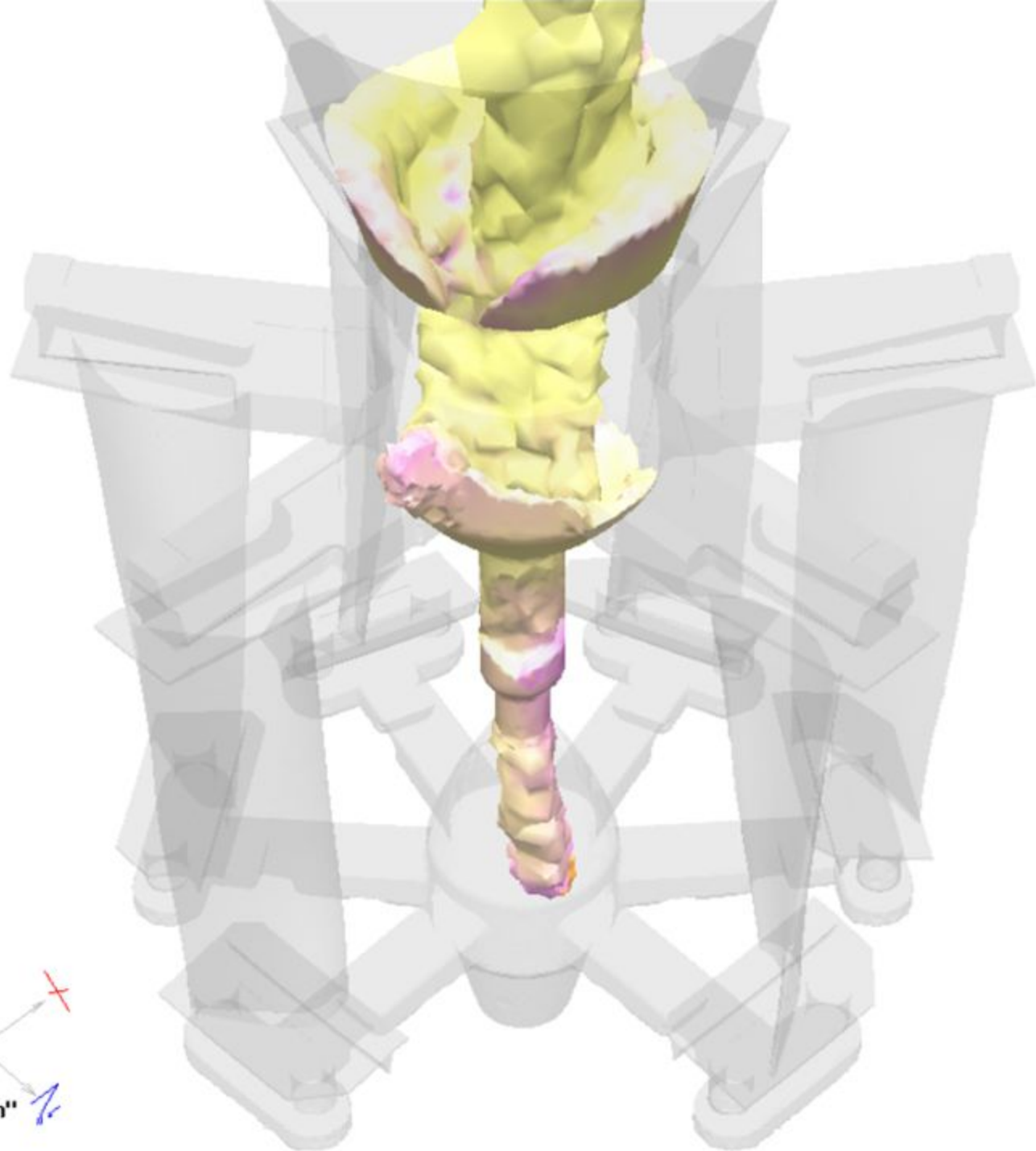
500 С

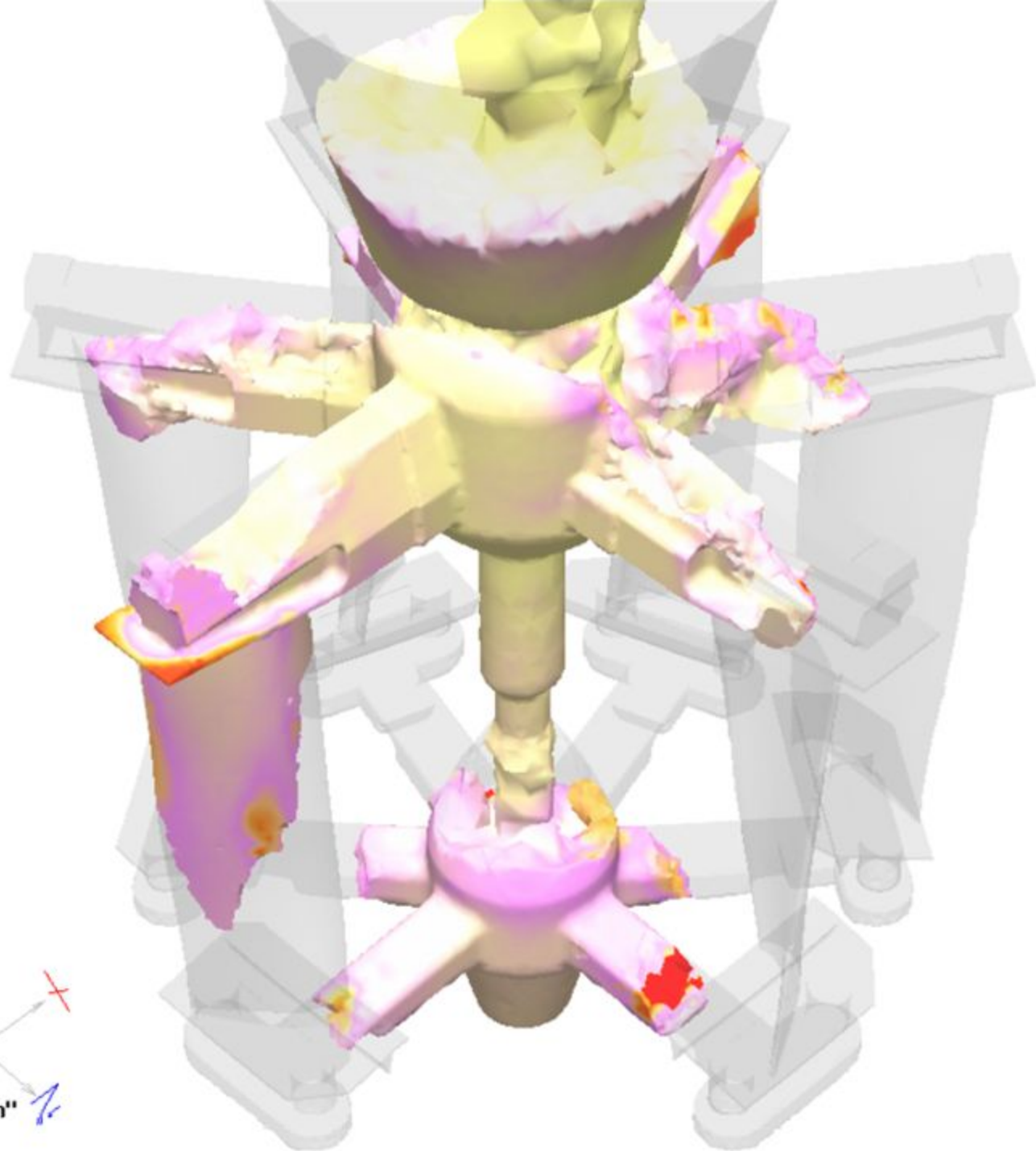
200 С

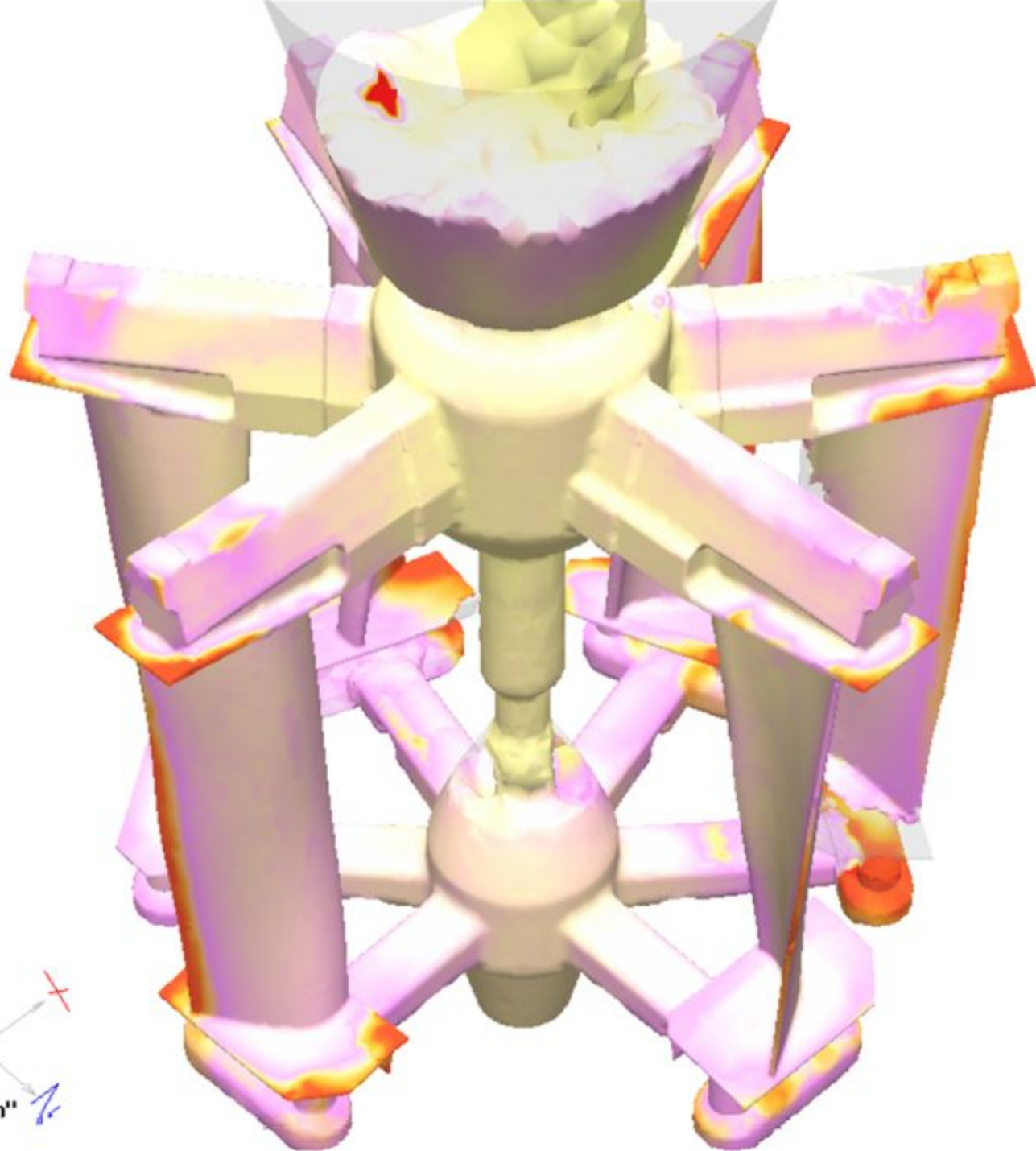
ПОЛИГОН применяют для
отработки сложнейших
литейных технологий
турбинных лопаток **на заводах аэрокосмического комплекса**

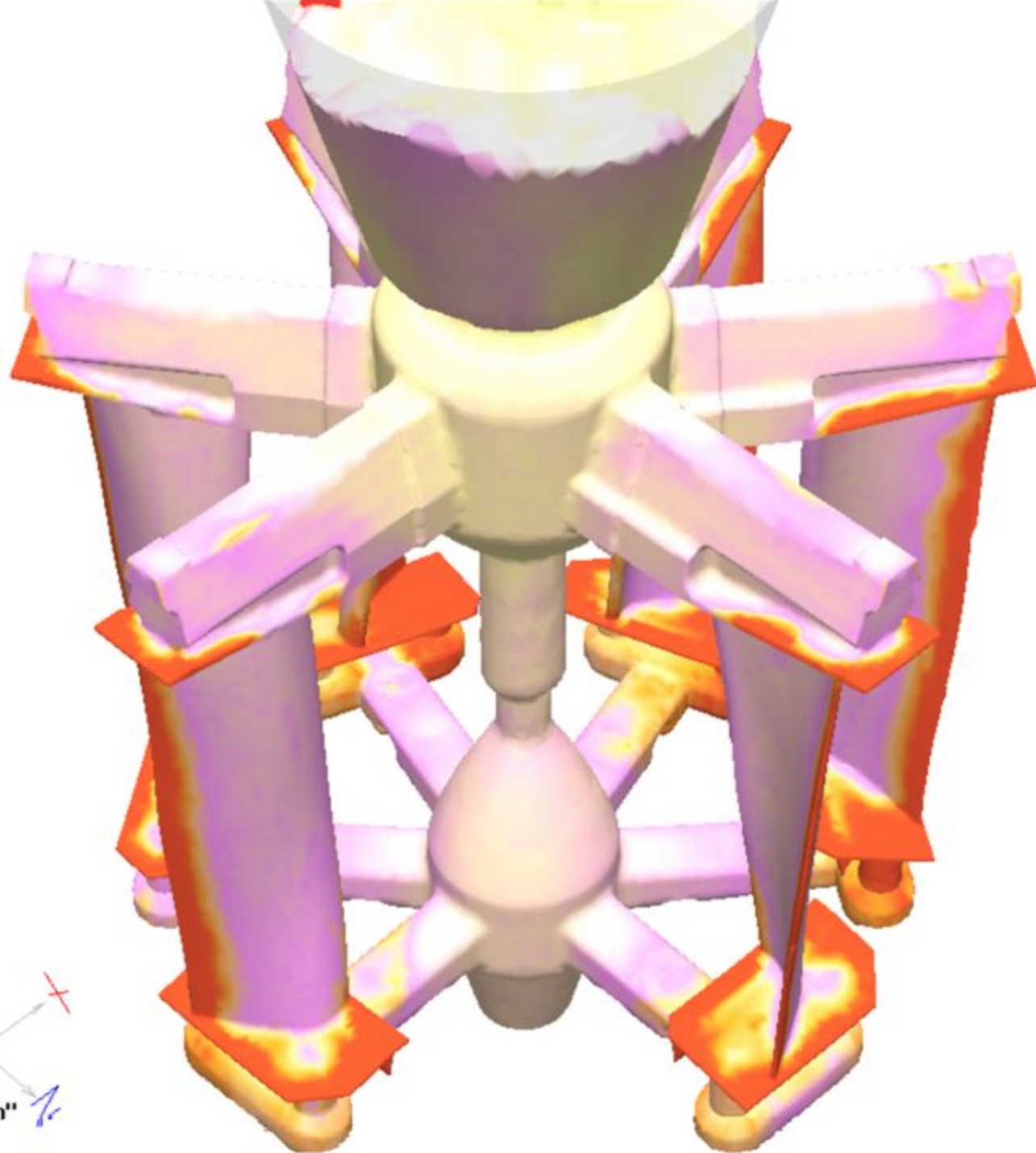


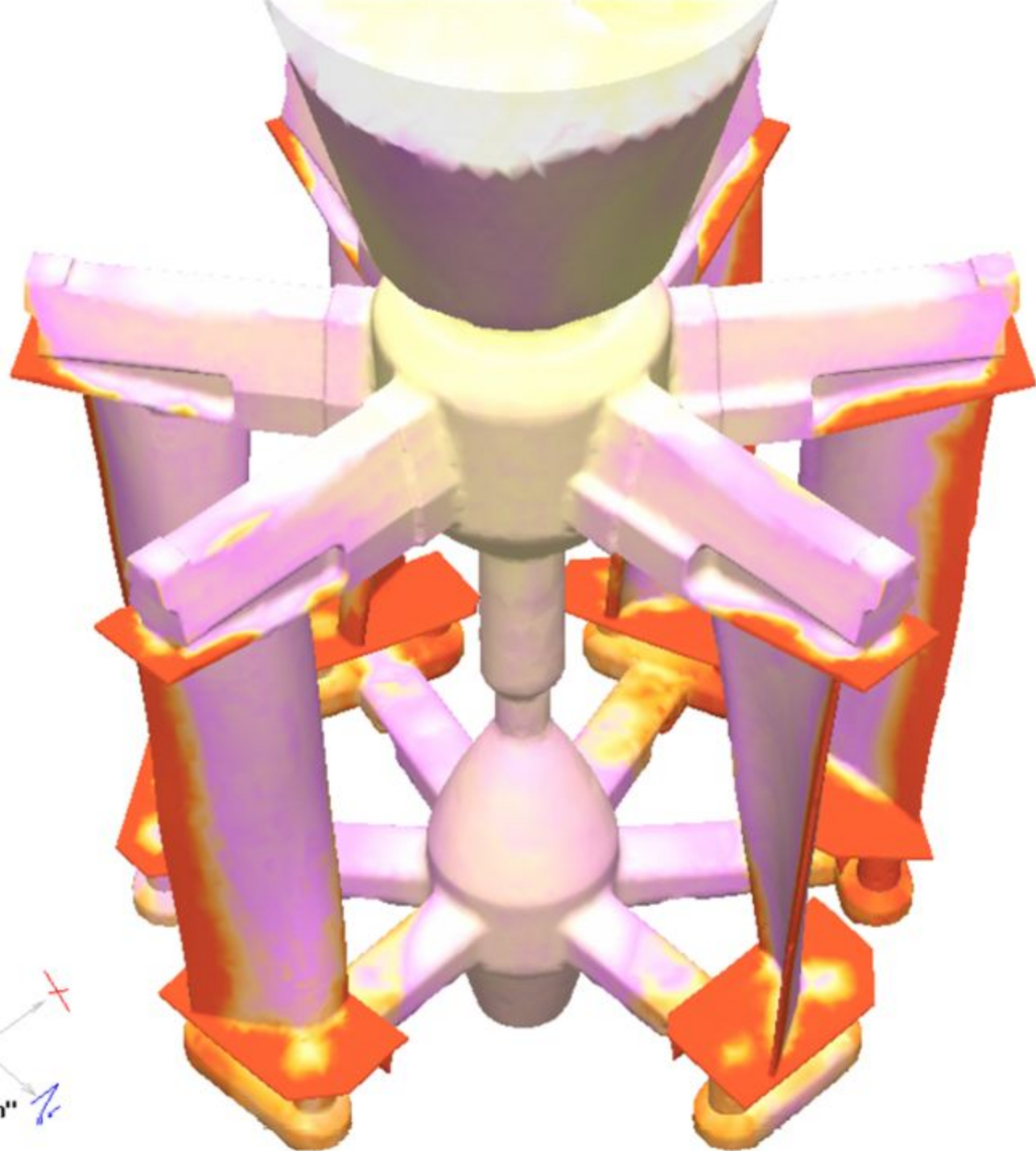


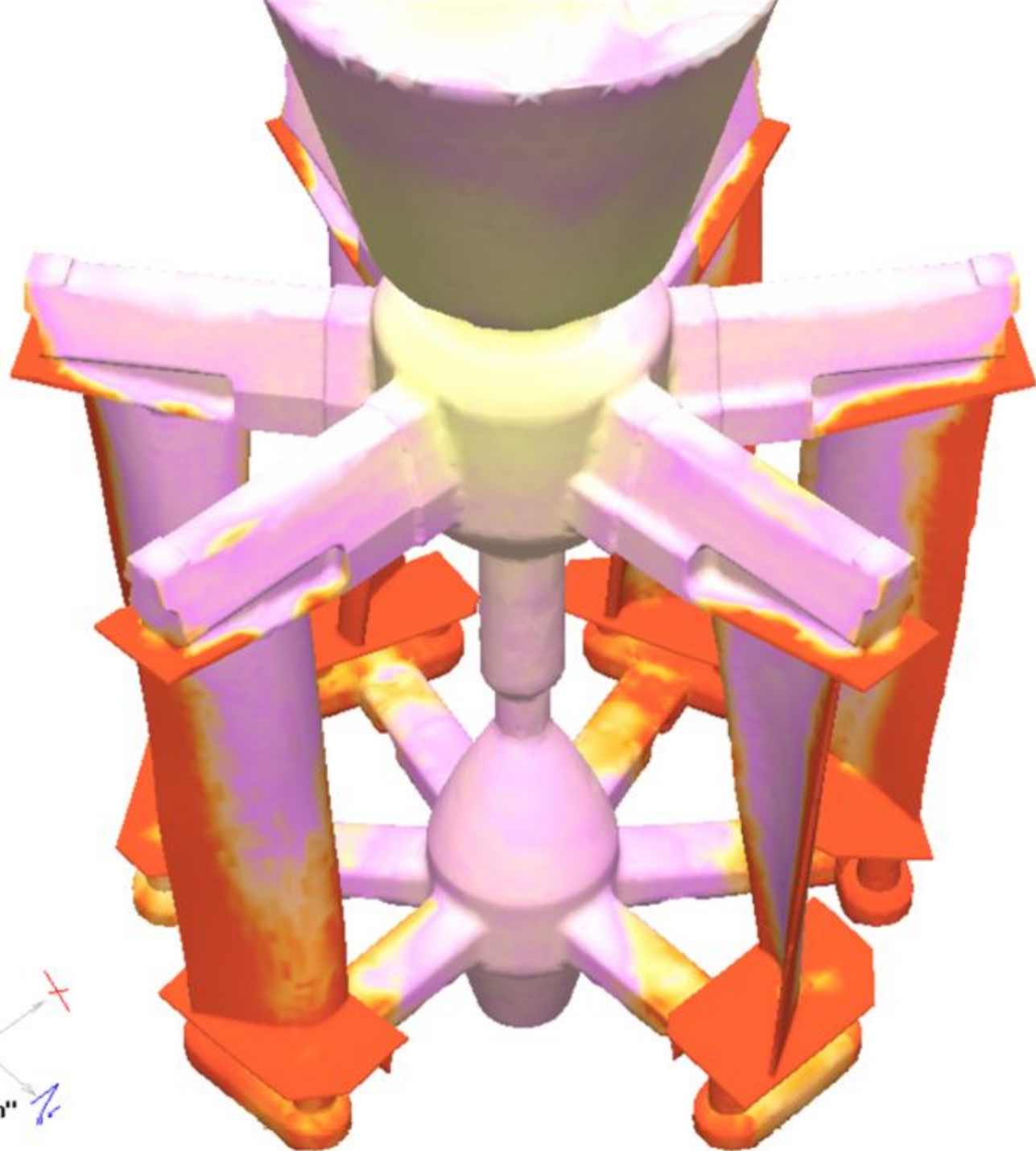


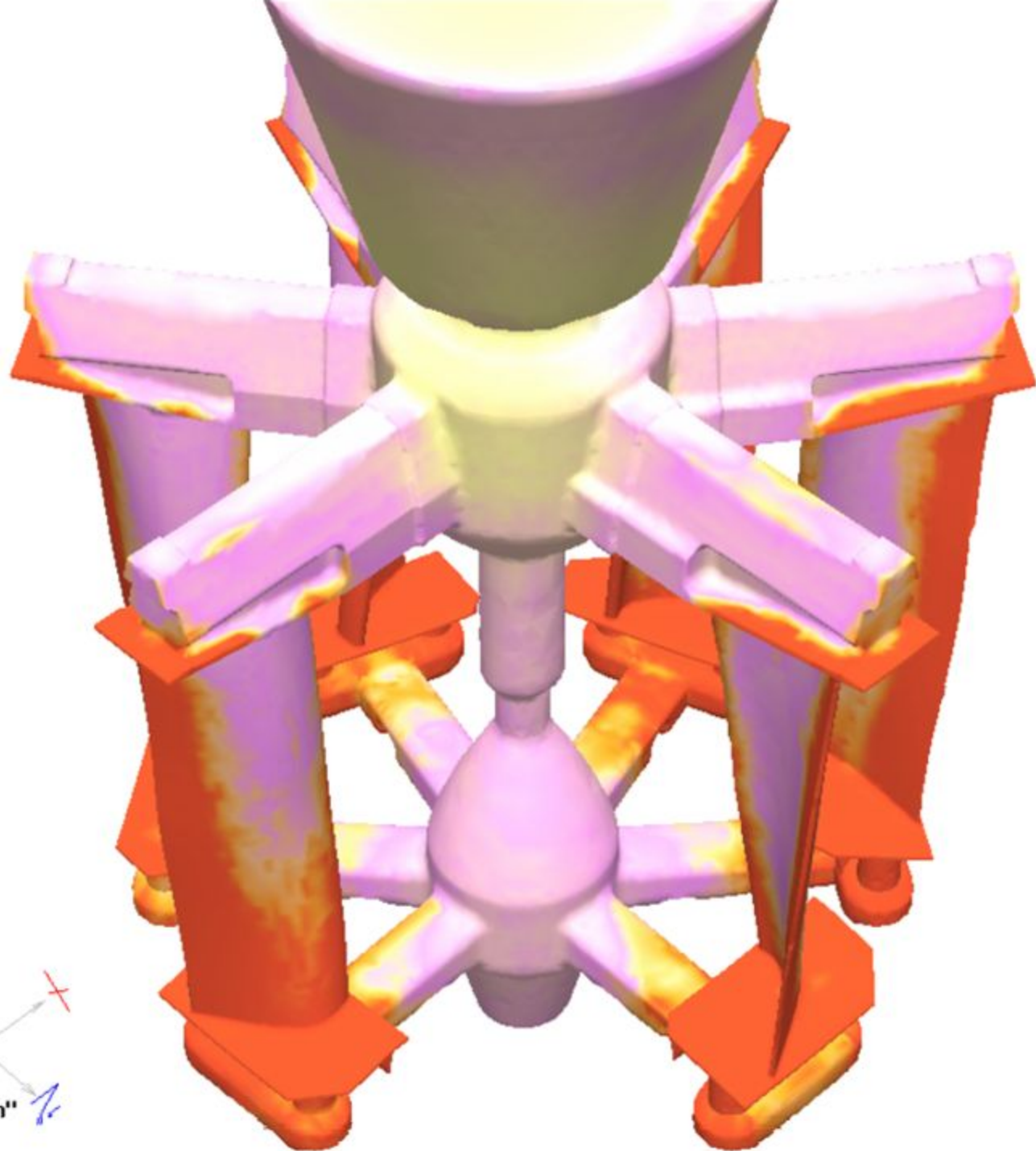


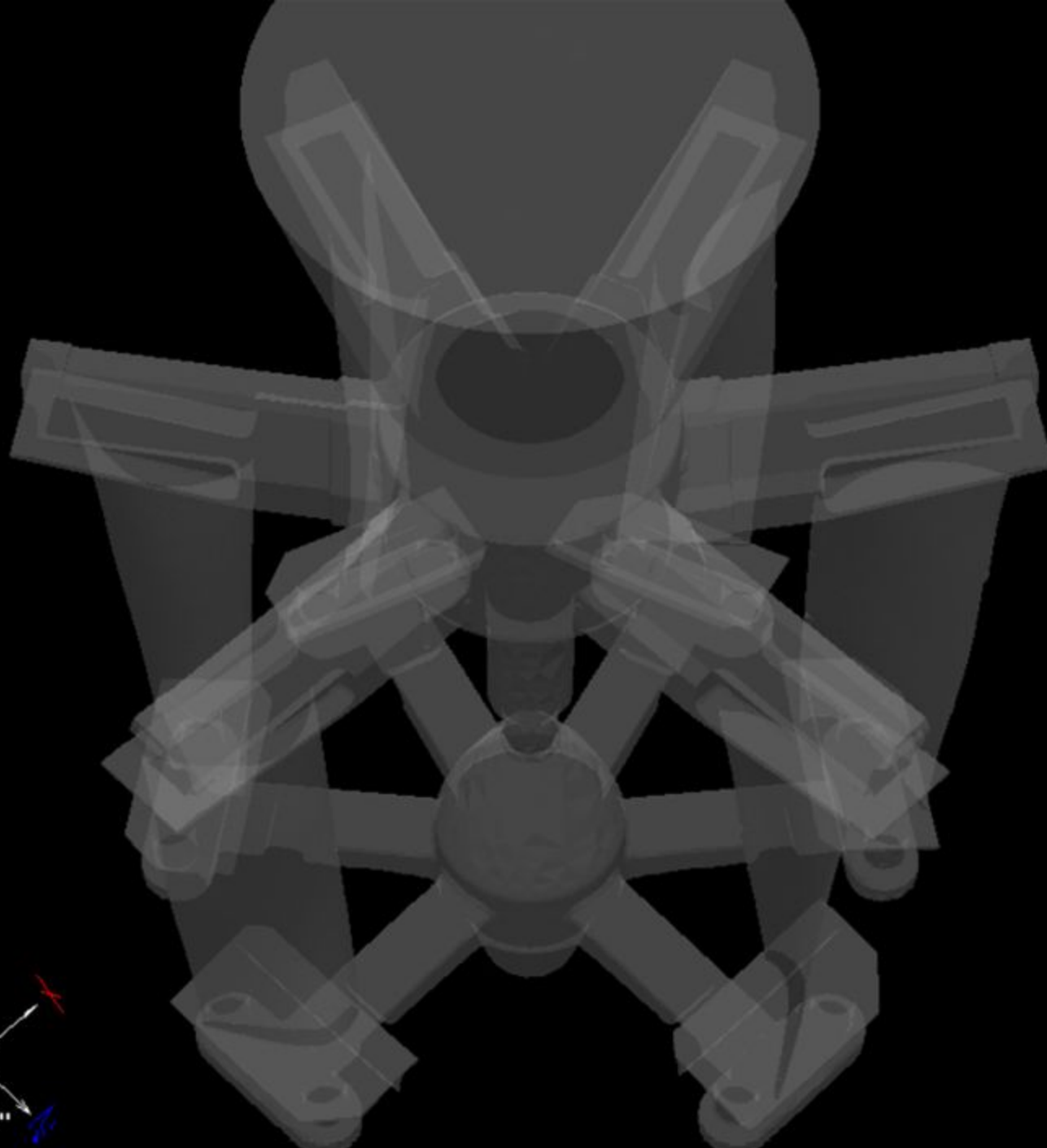


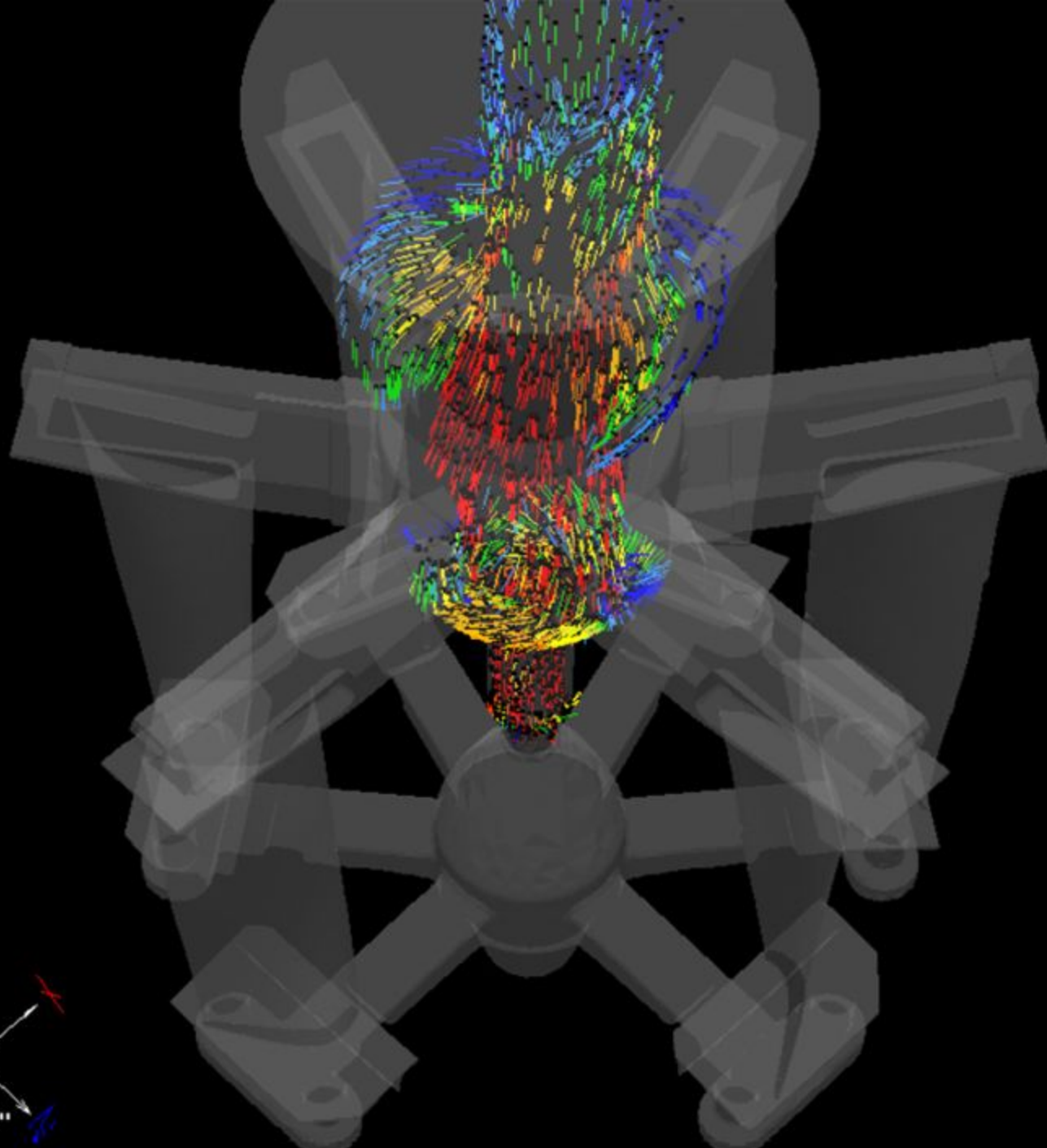


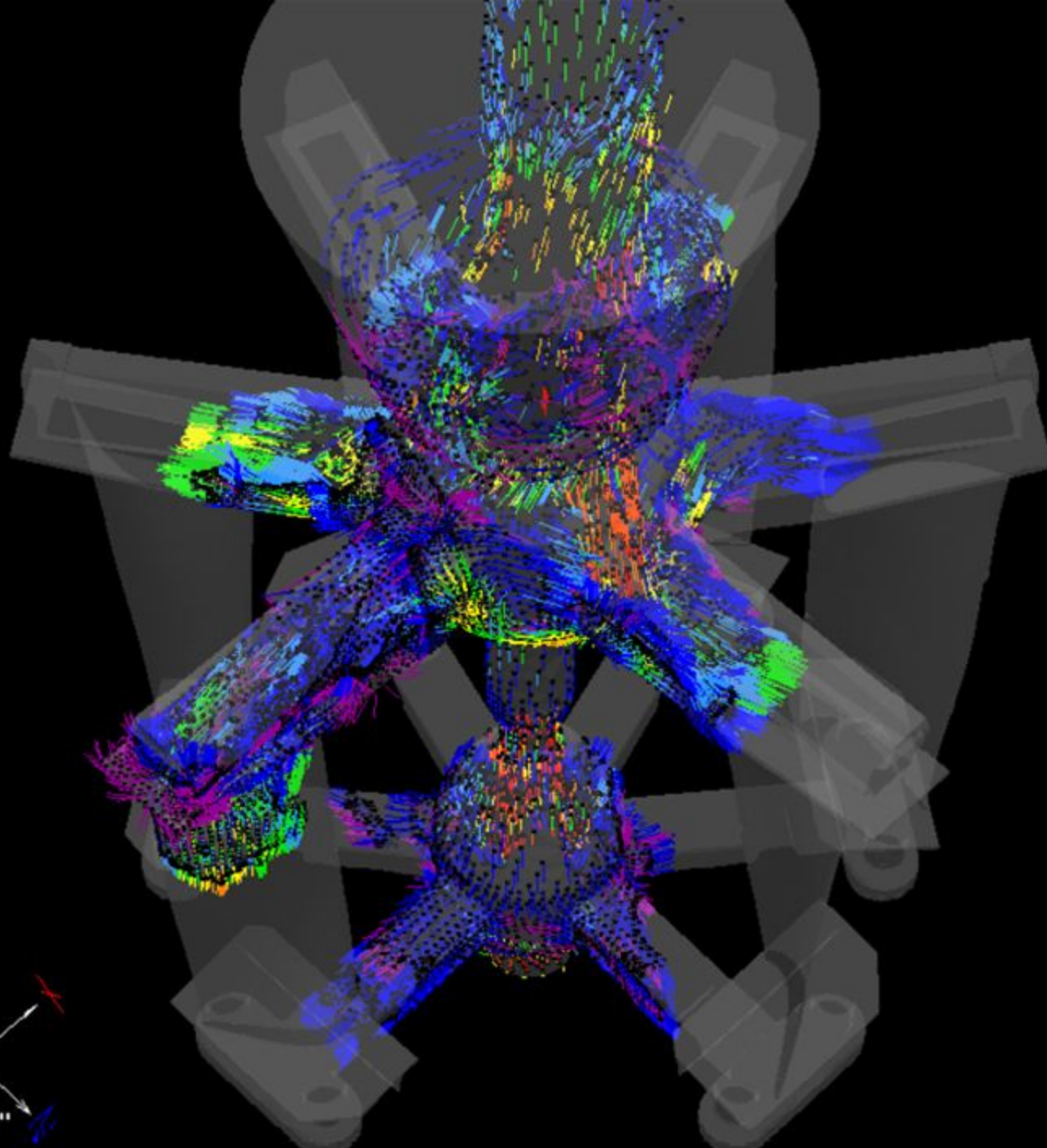


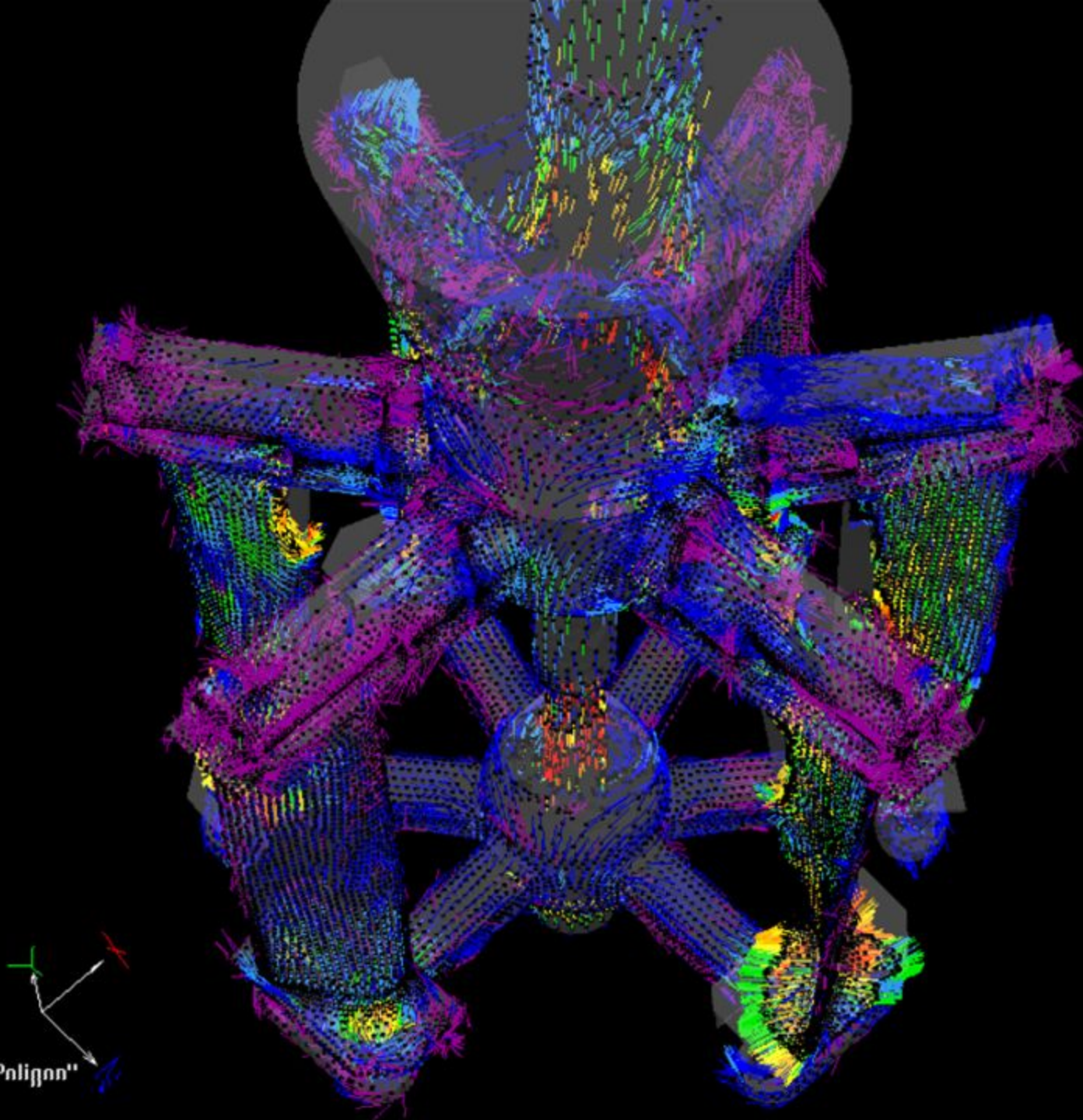


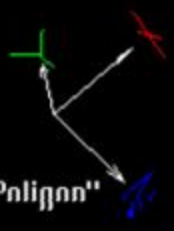
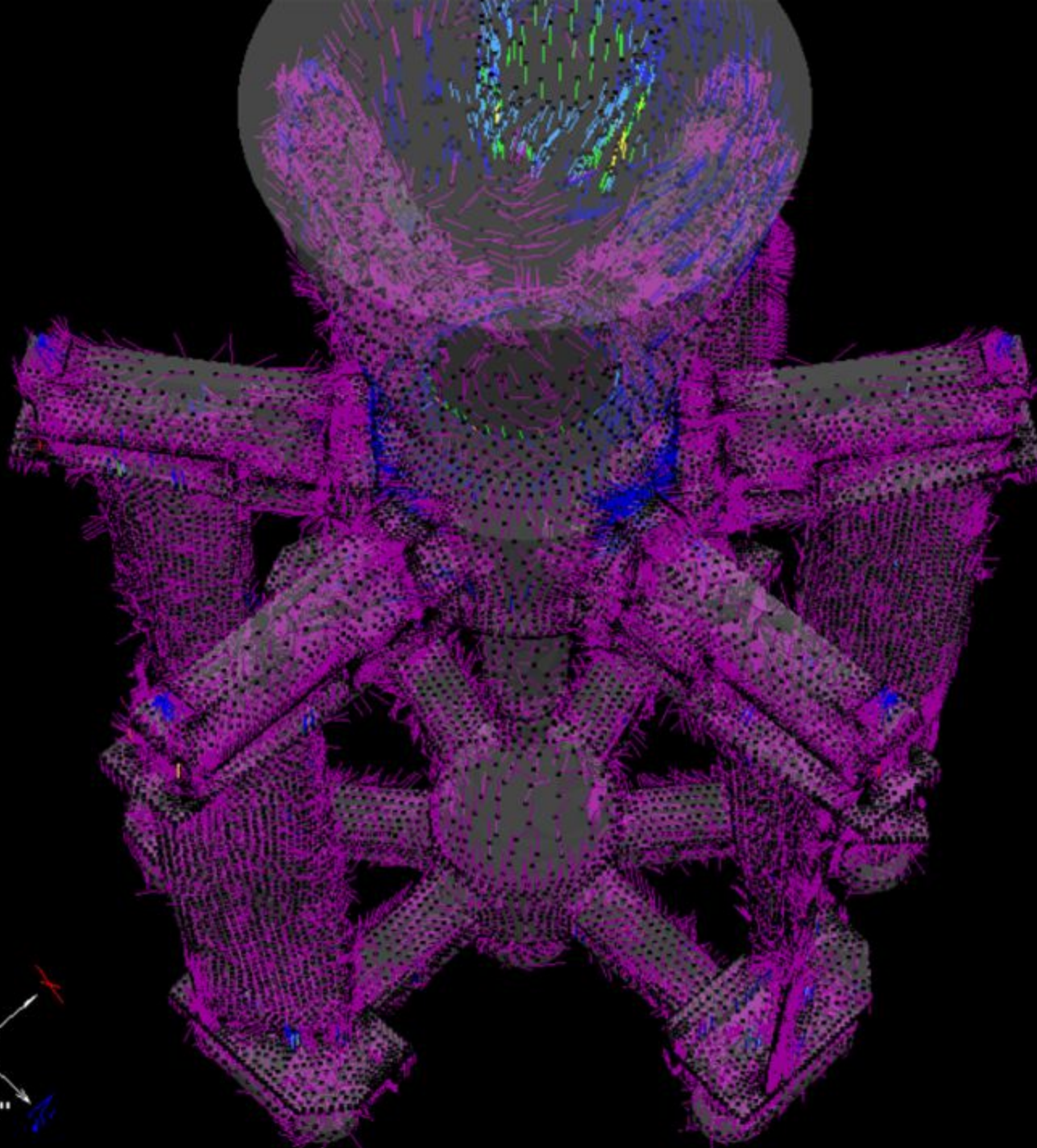


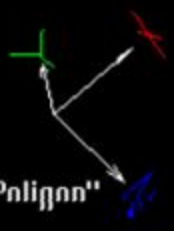
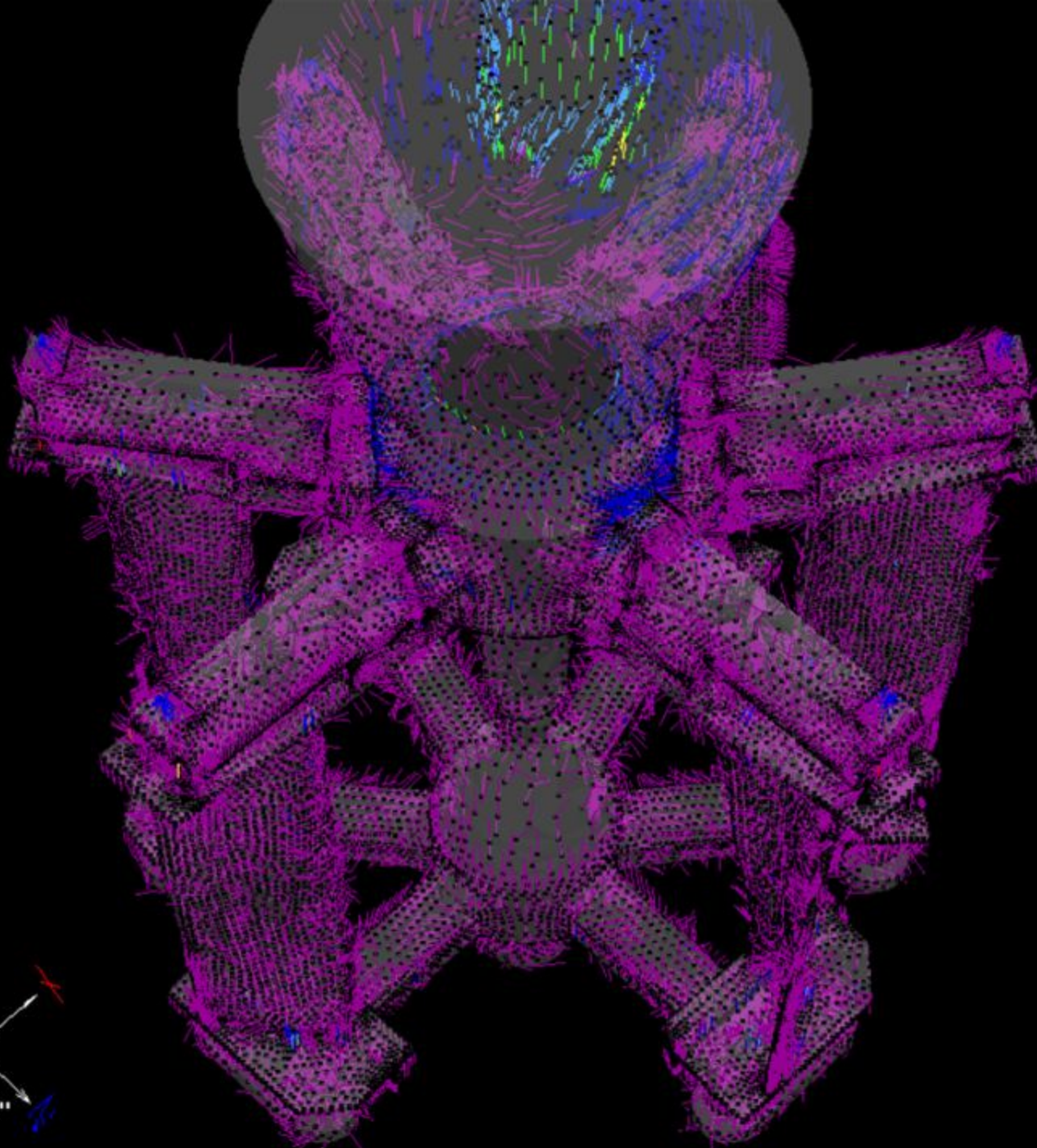


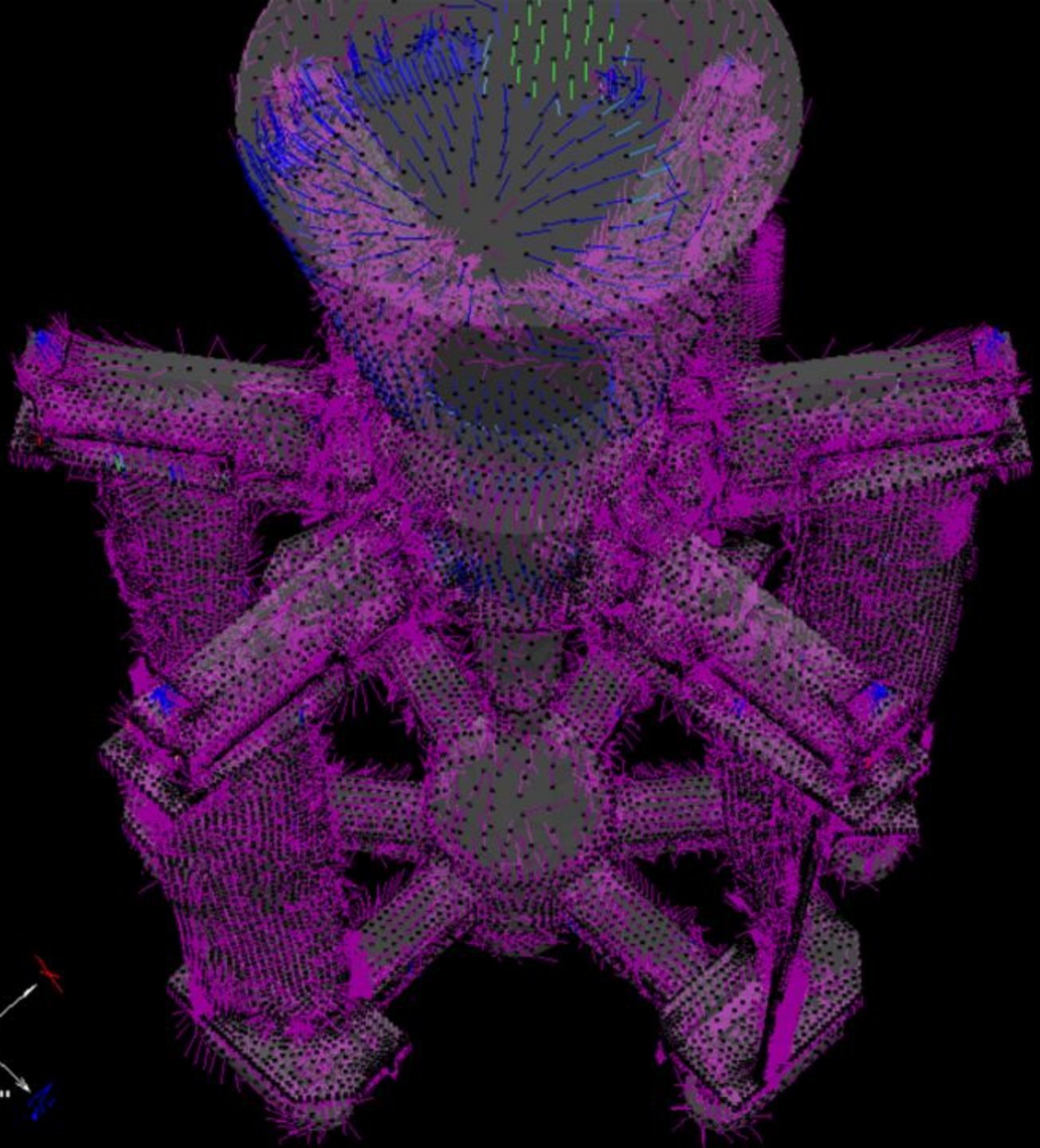


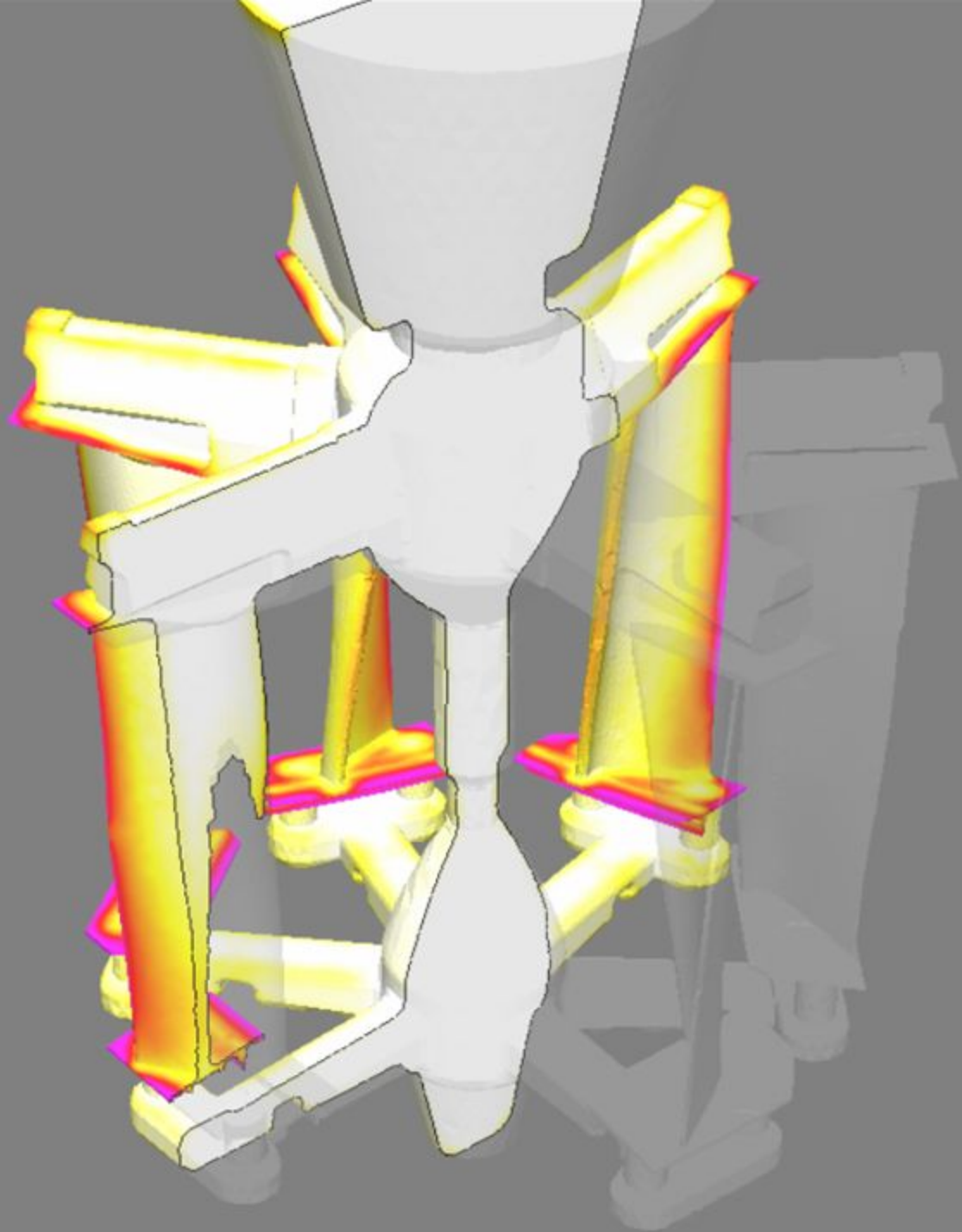


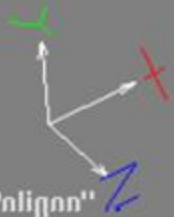




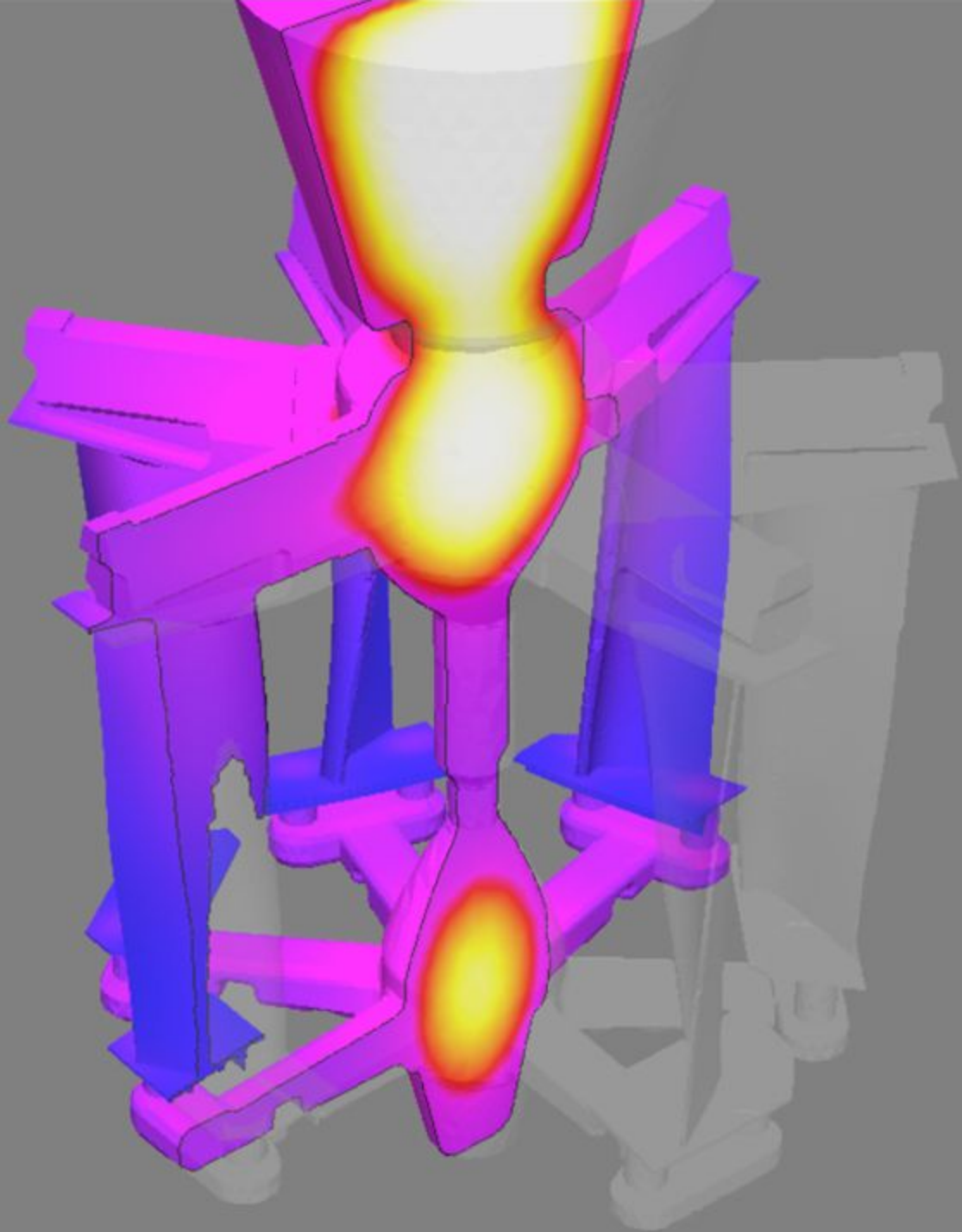


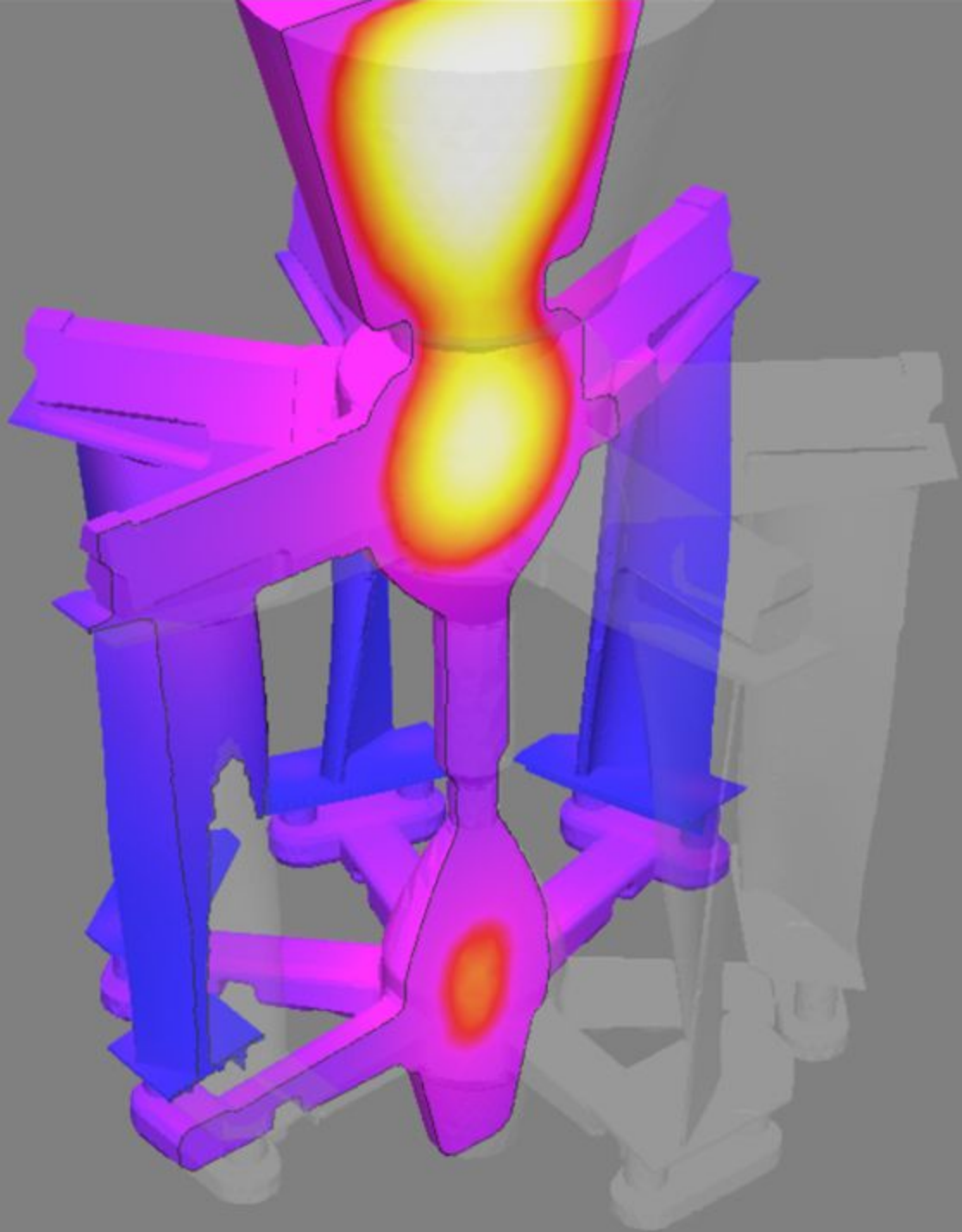


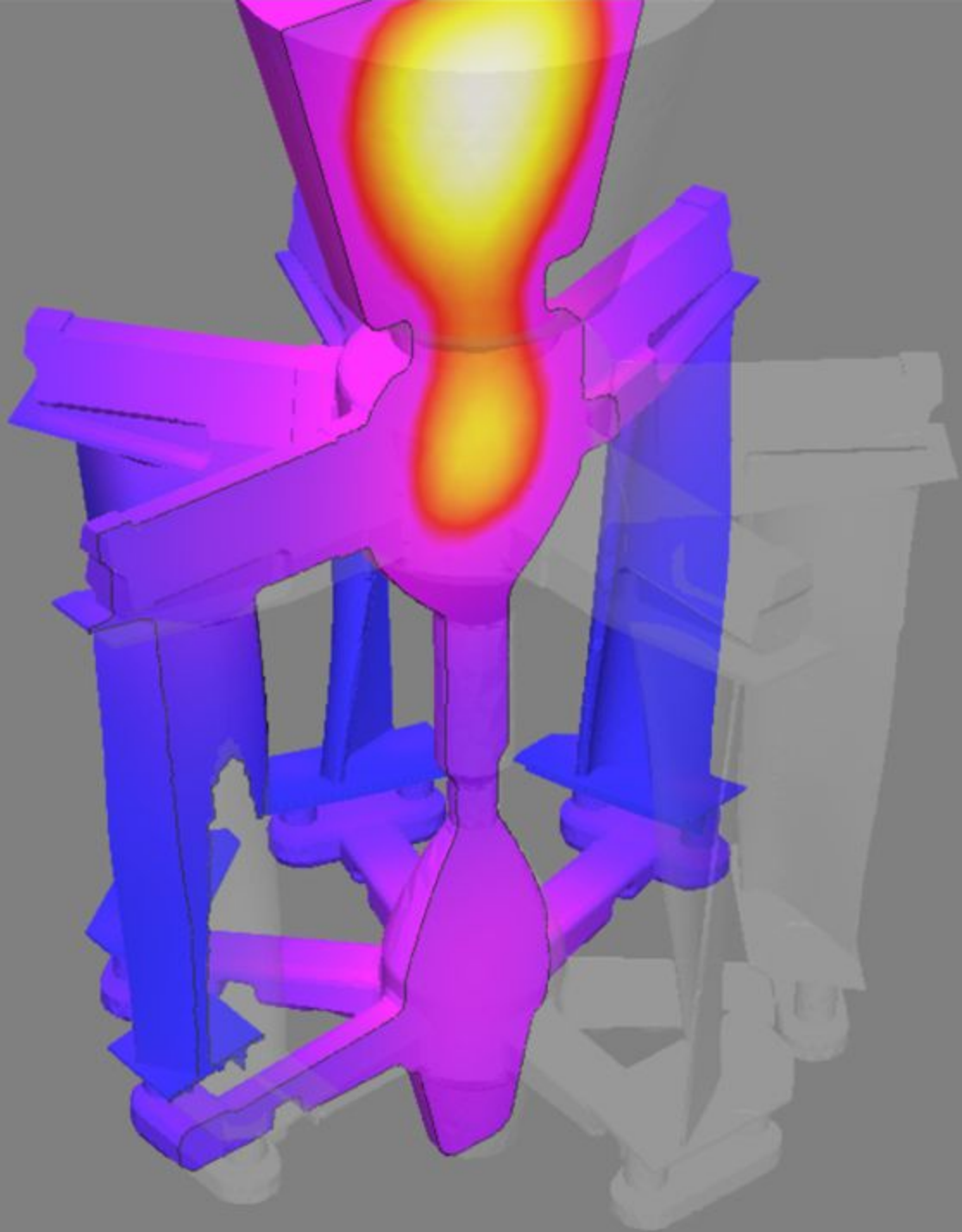


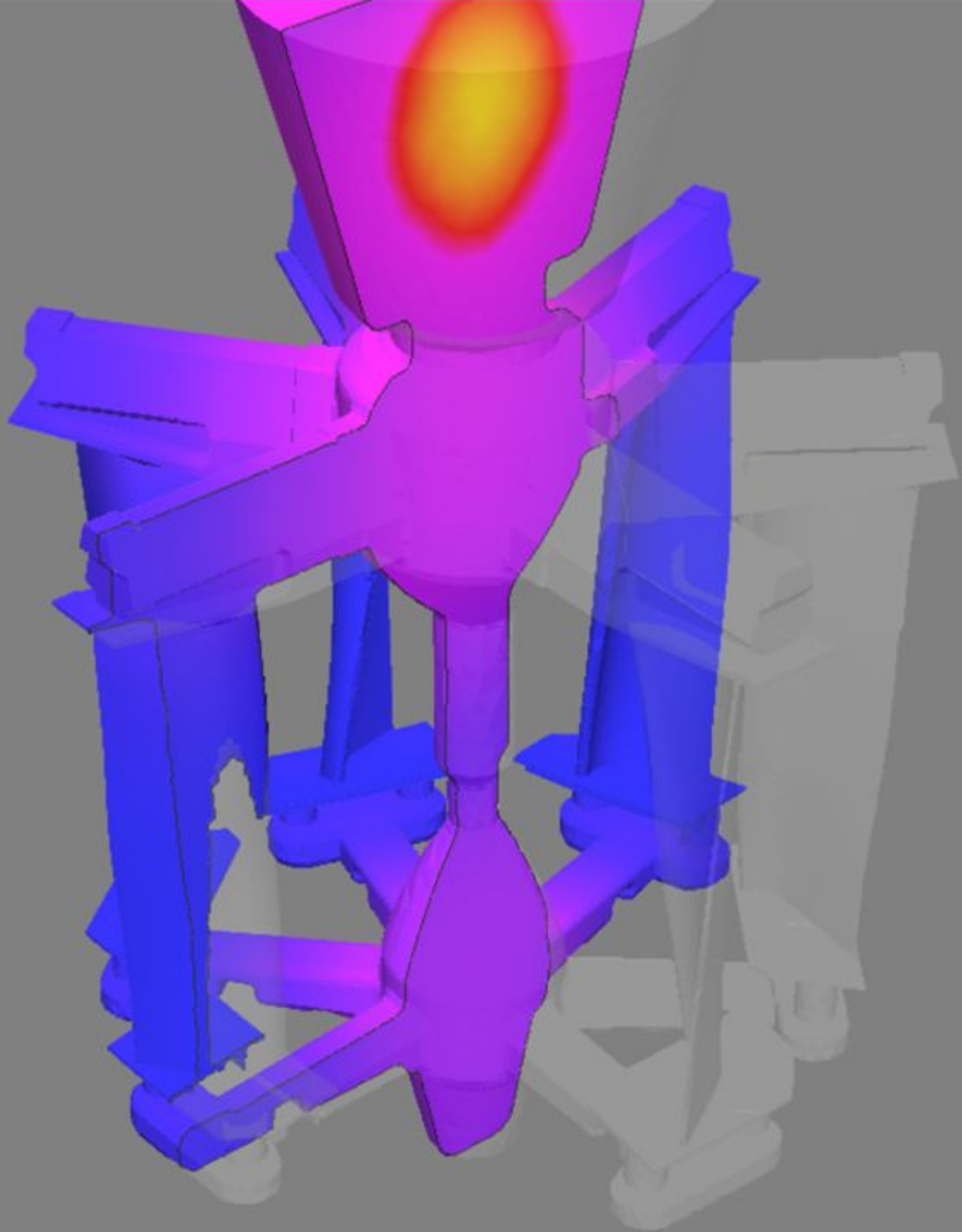


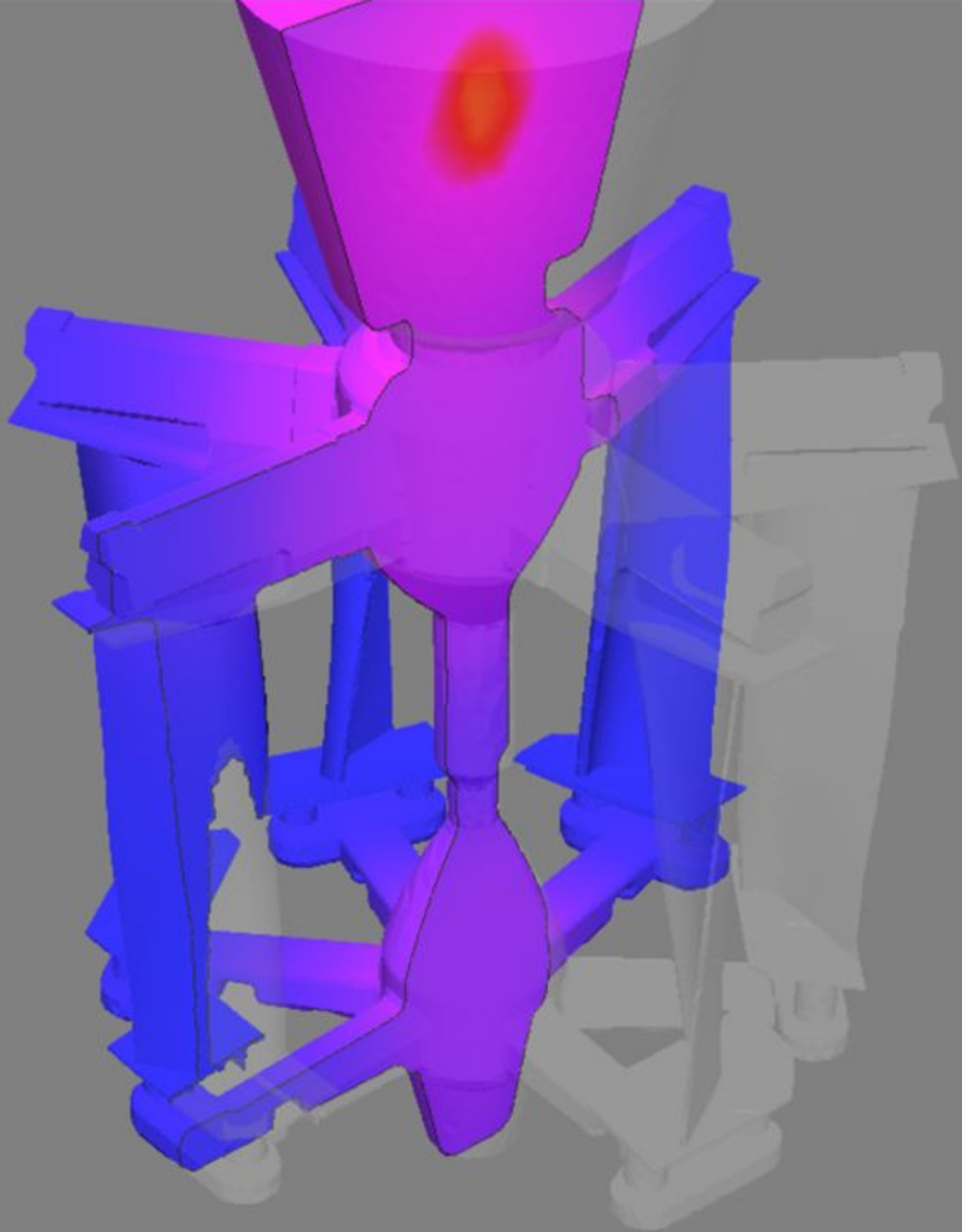


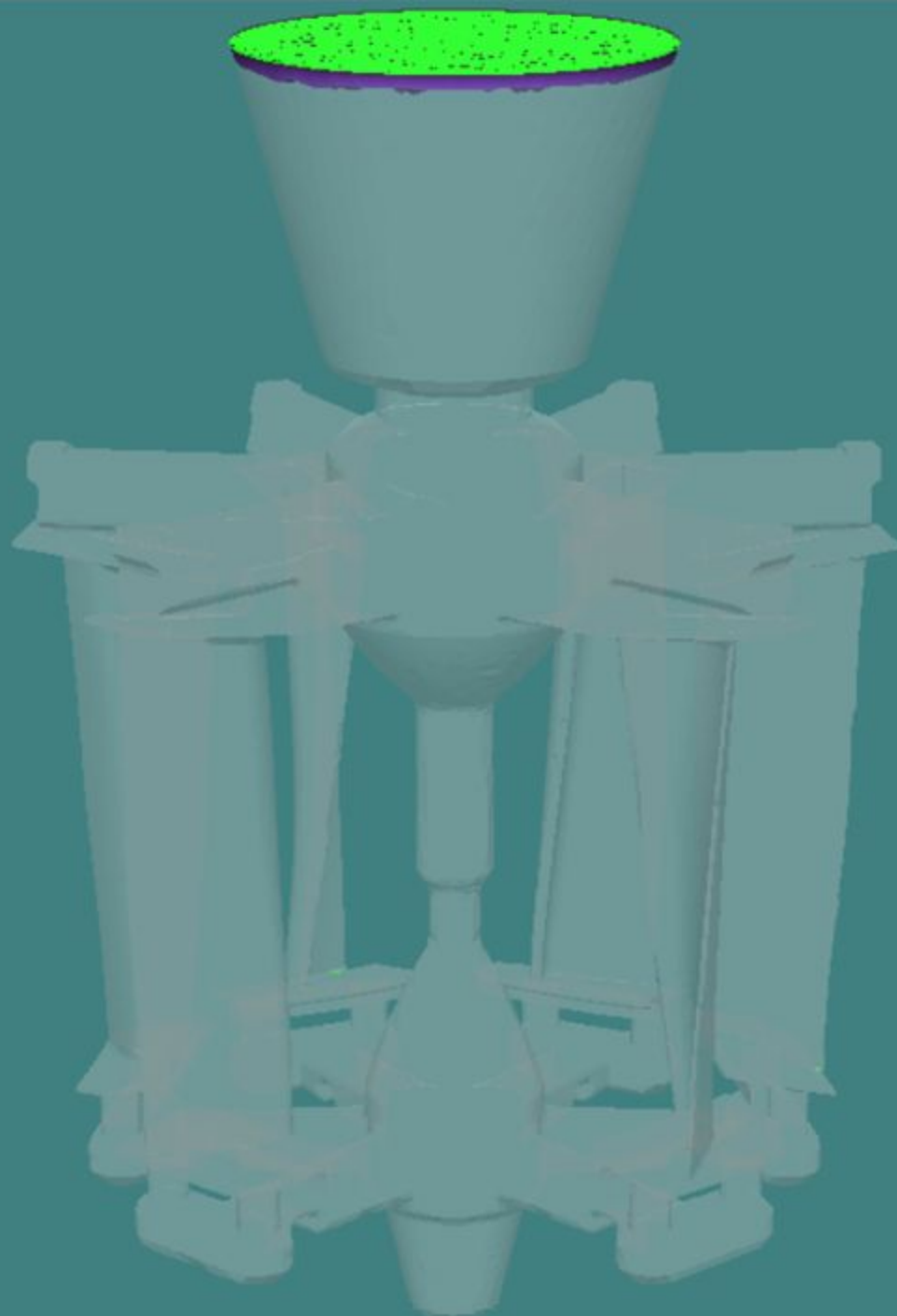


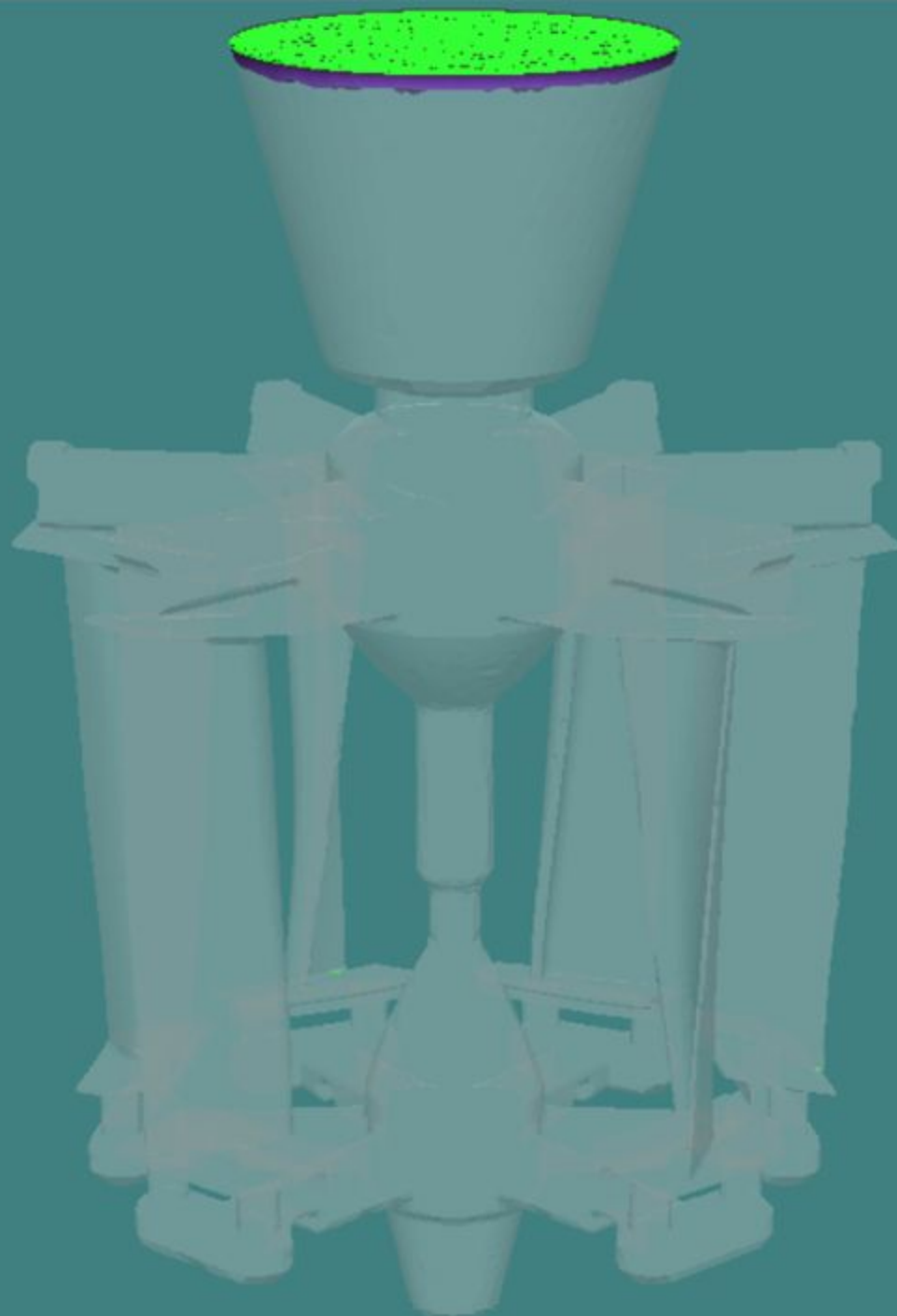


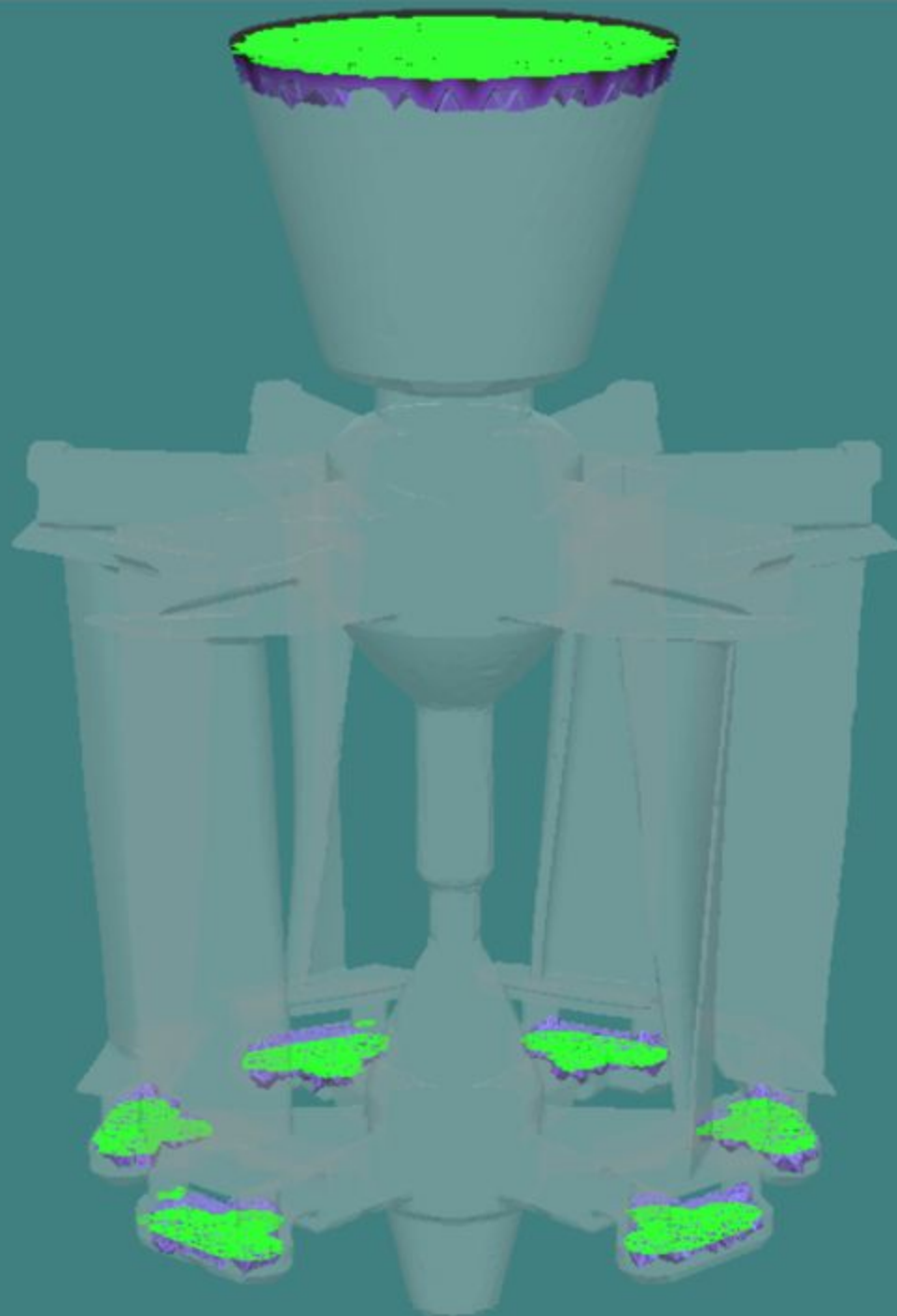


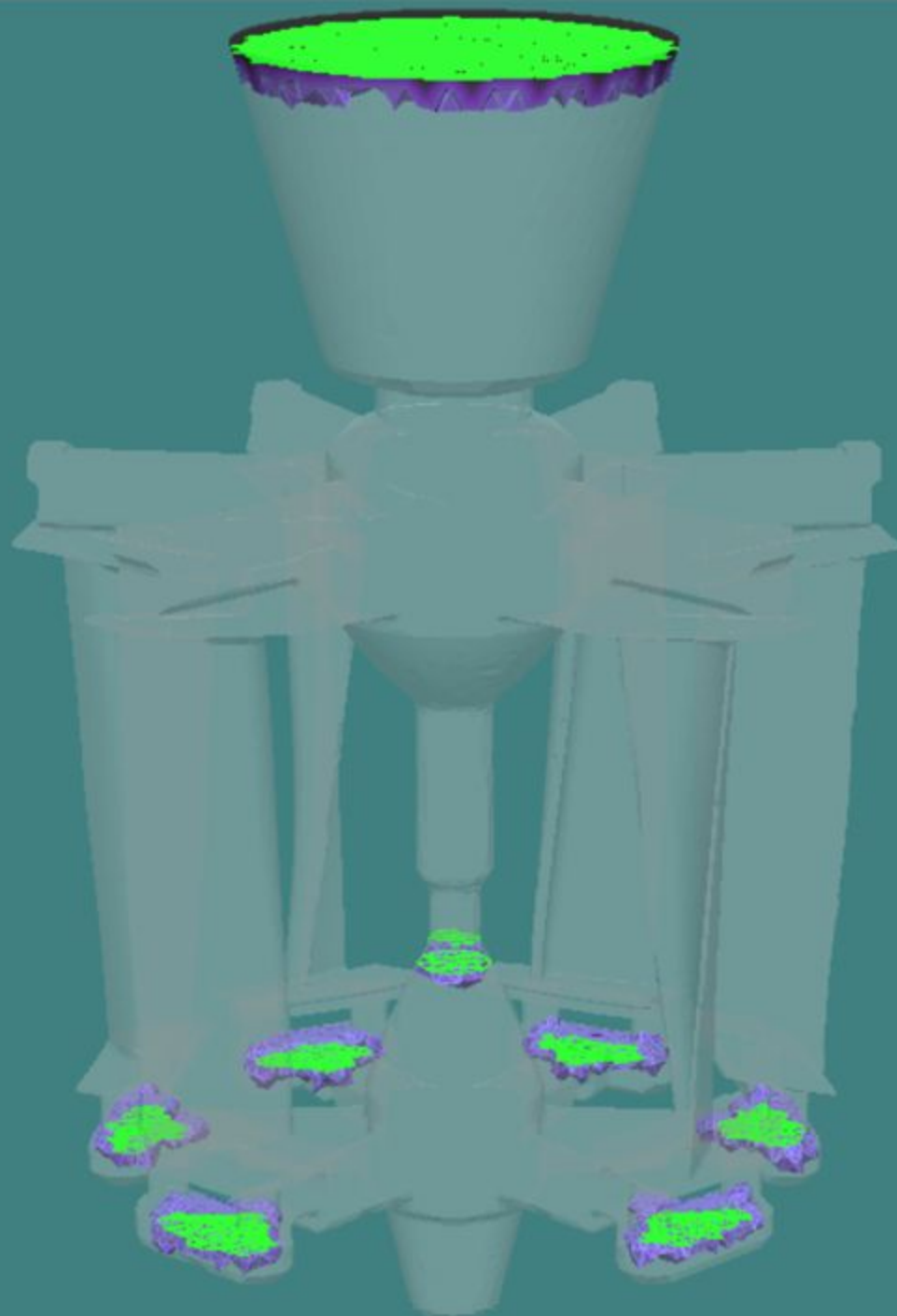


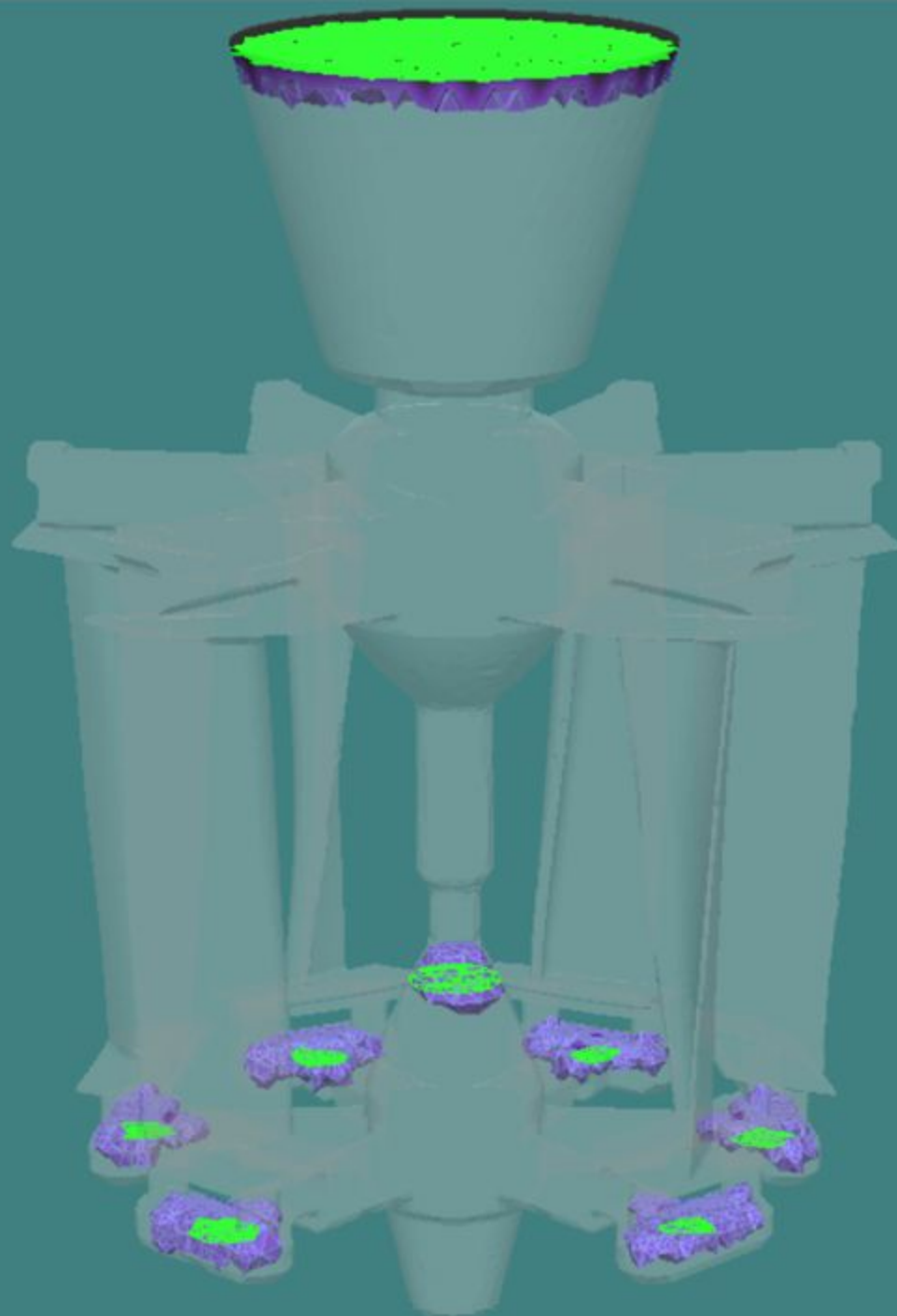


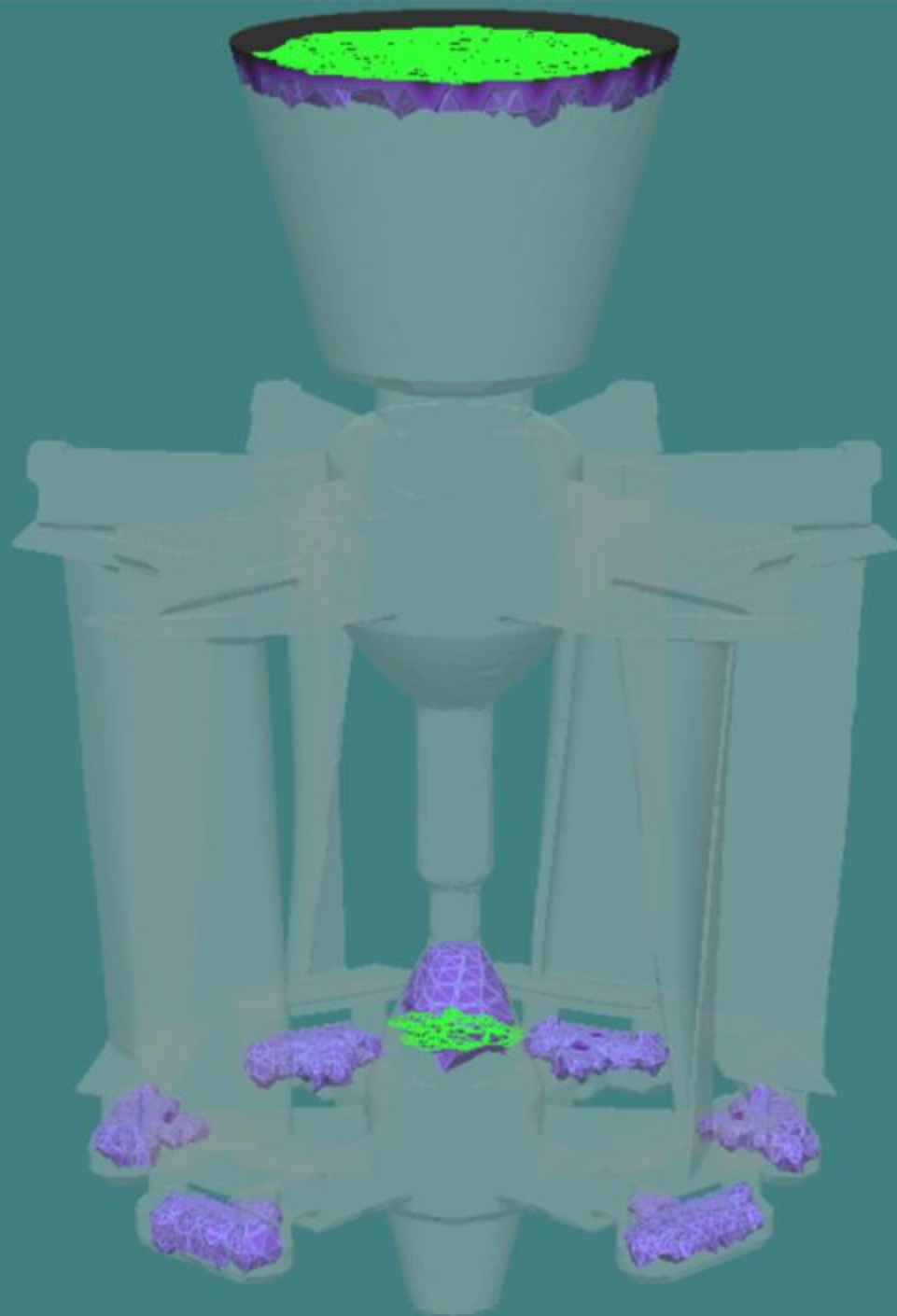


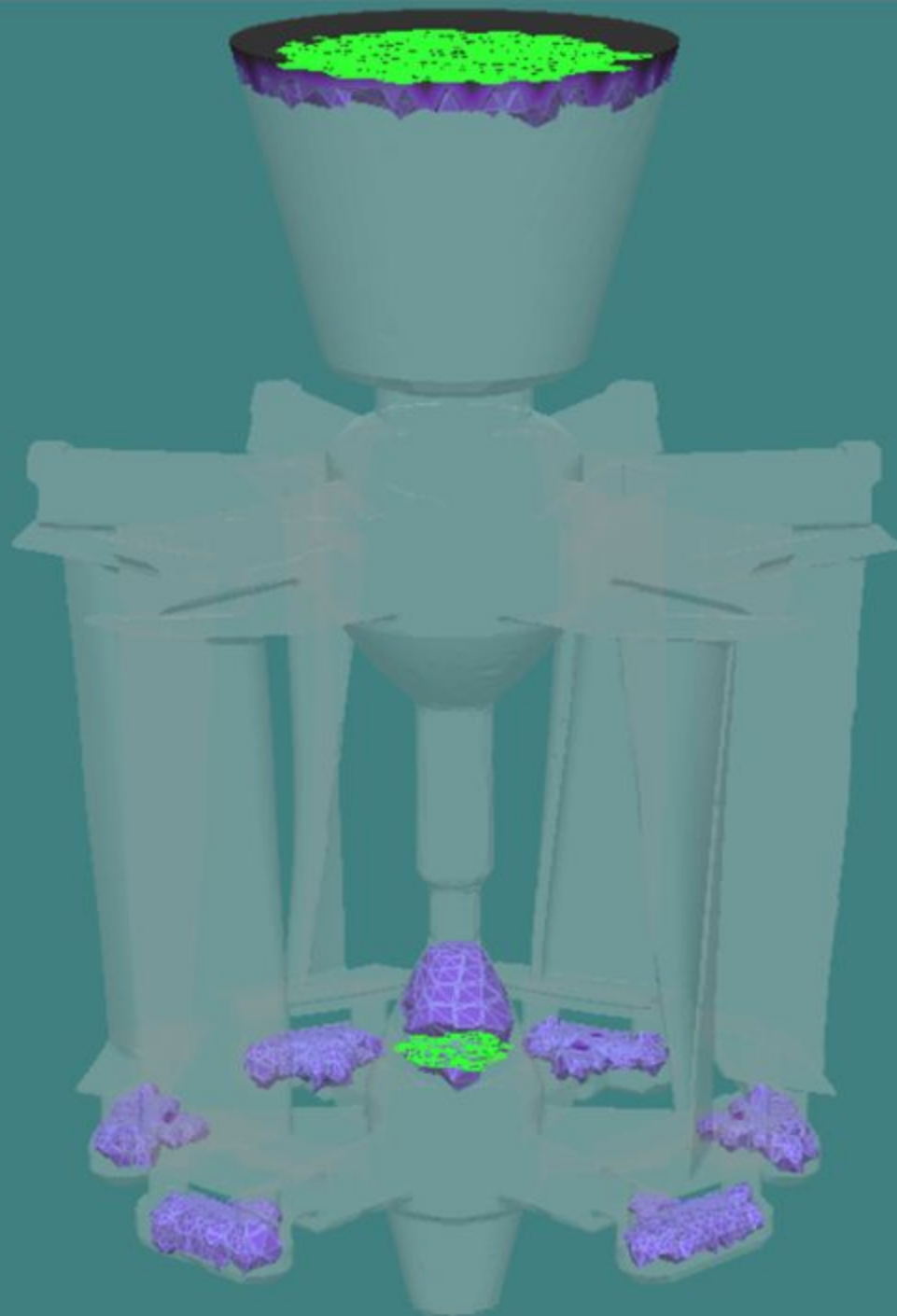


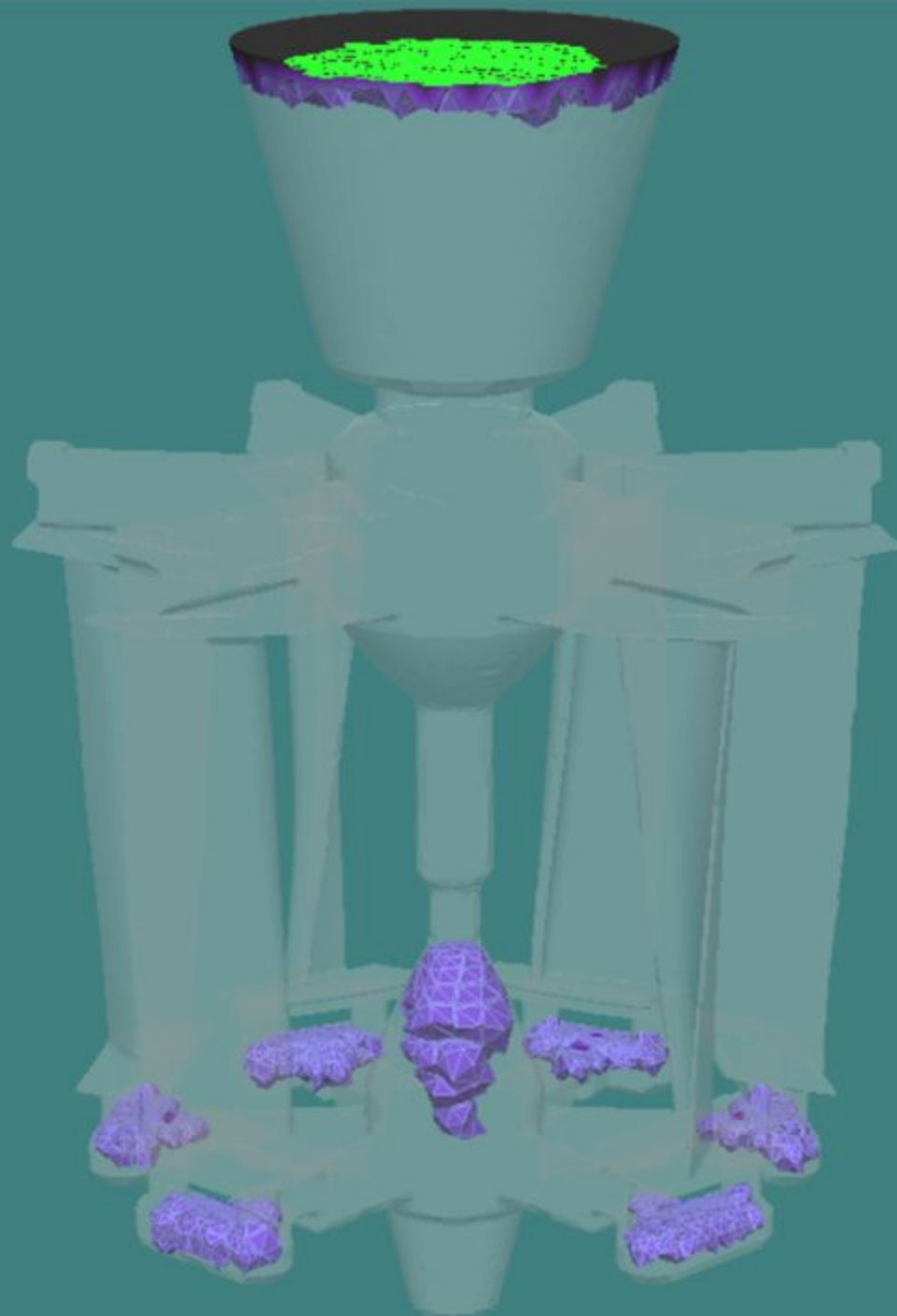


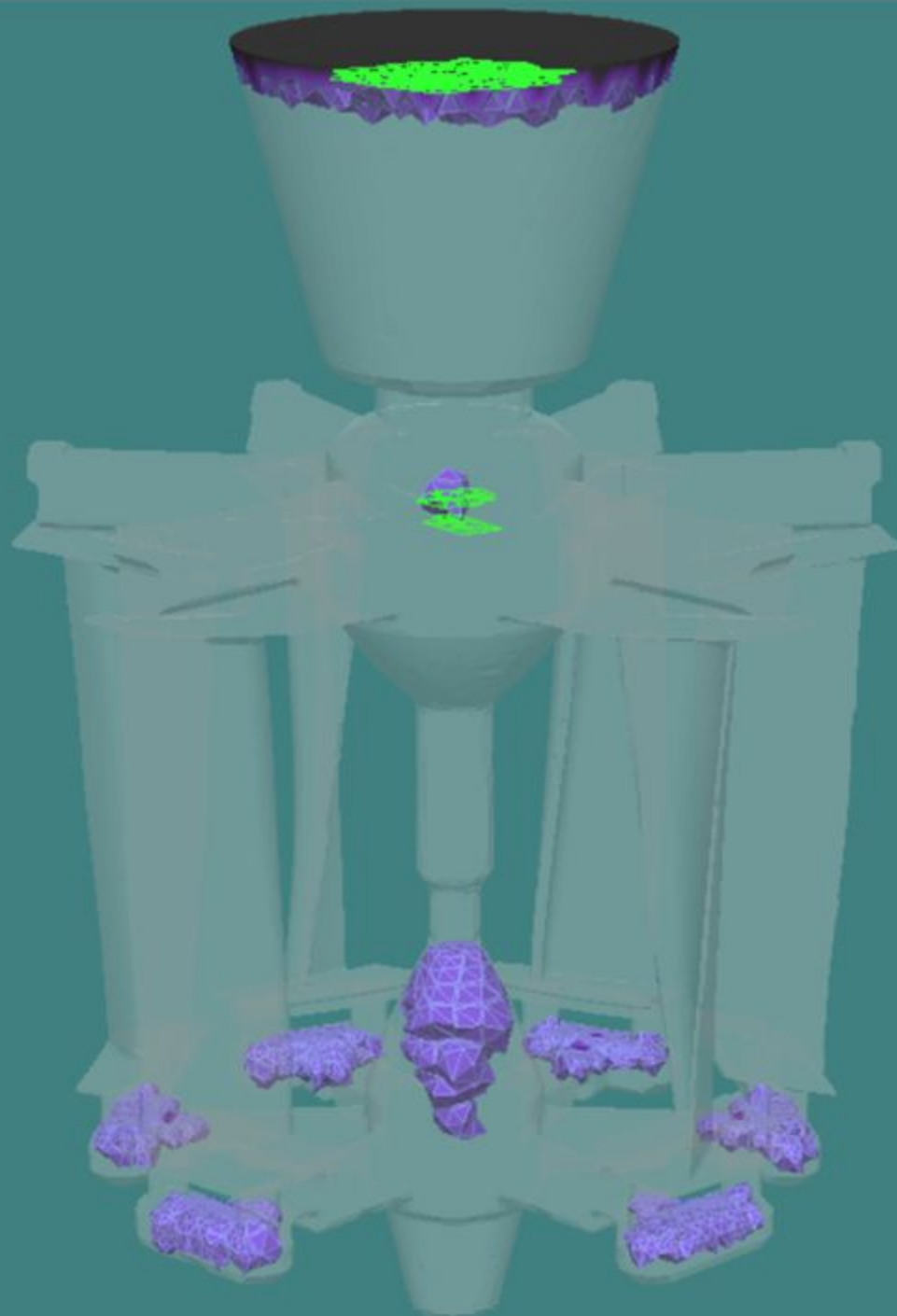


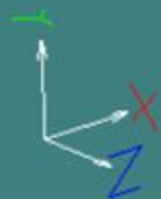
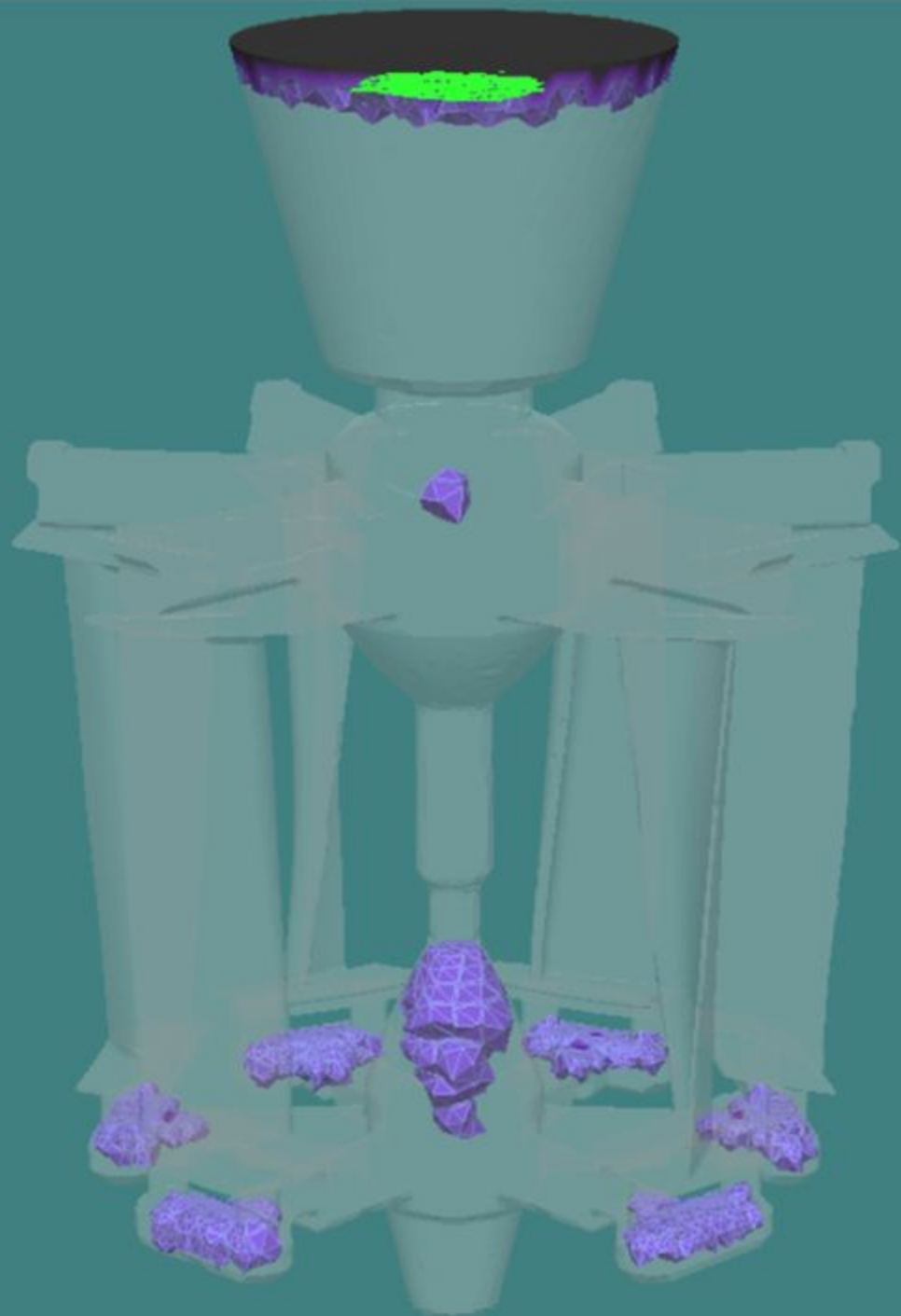


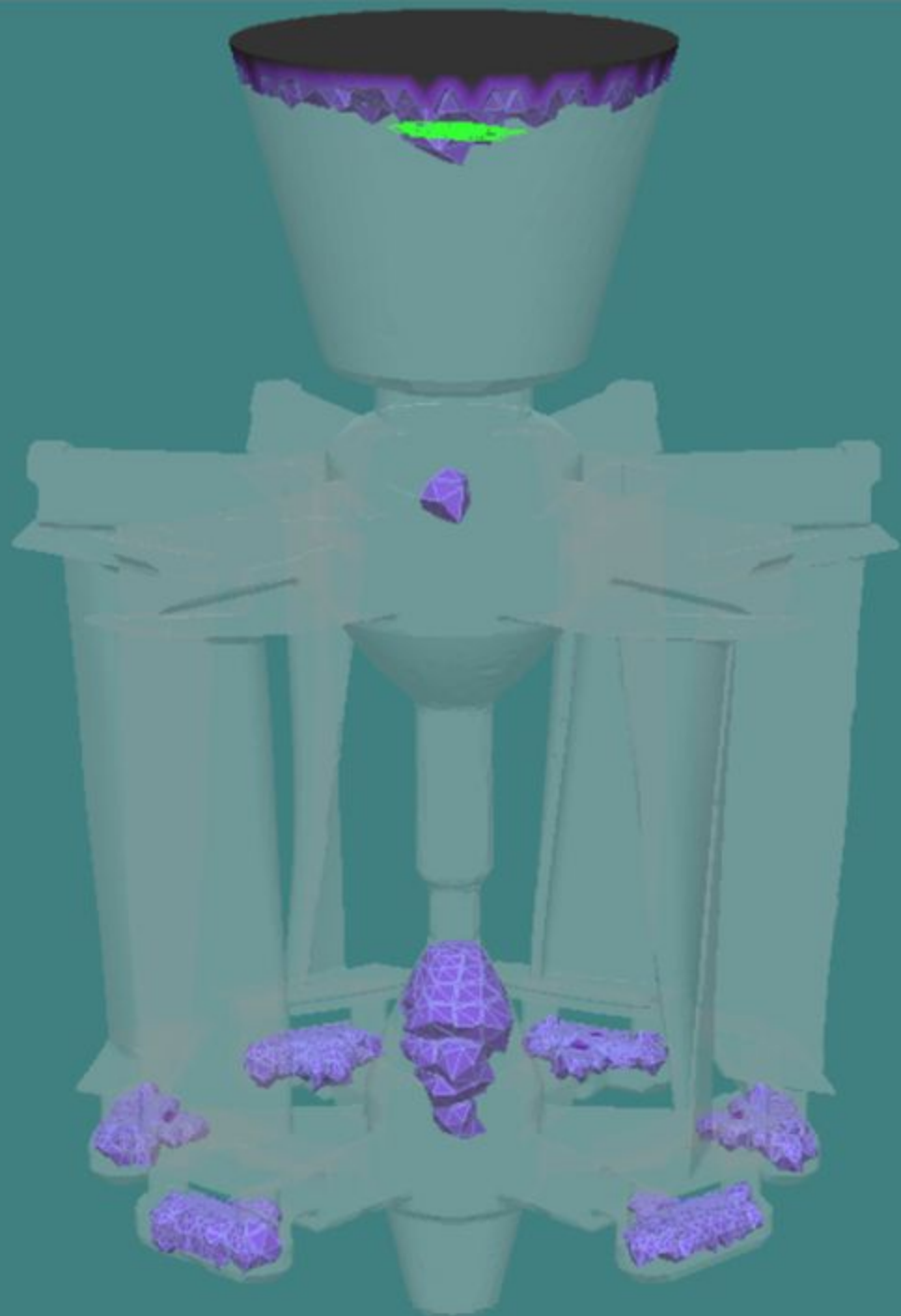


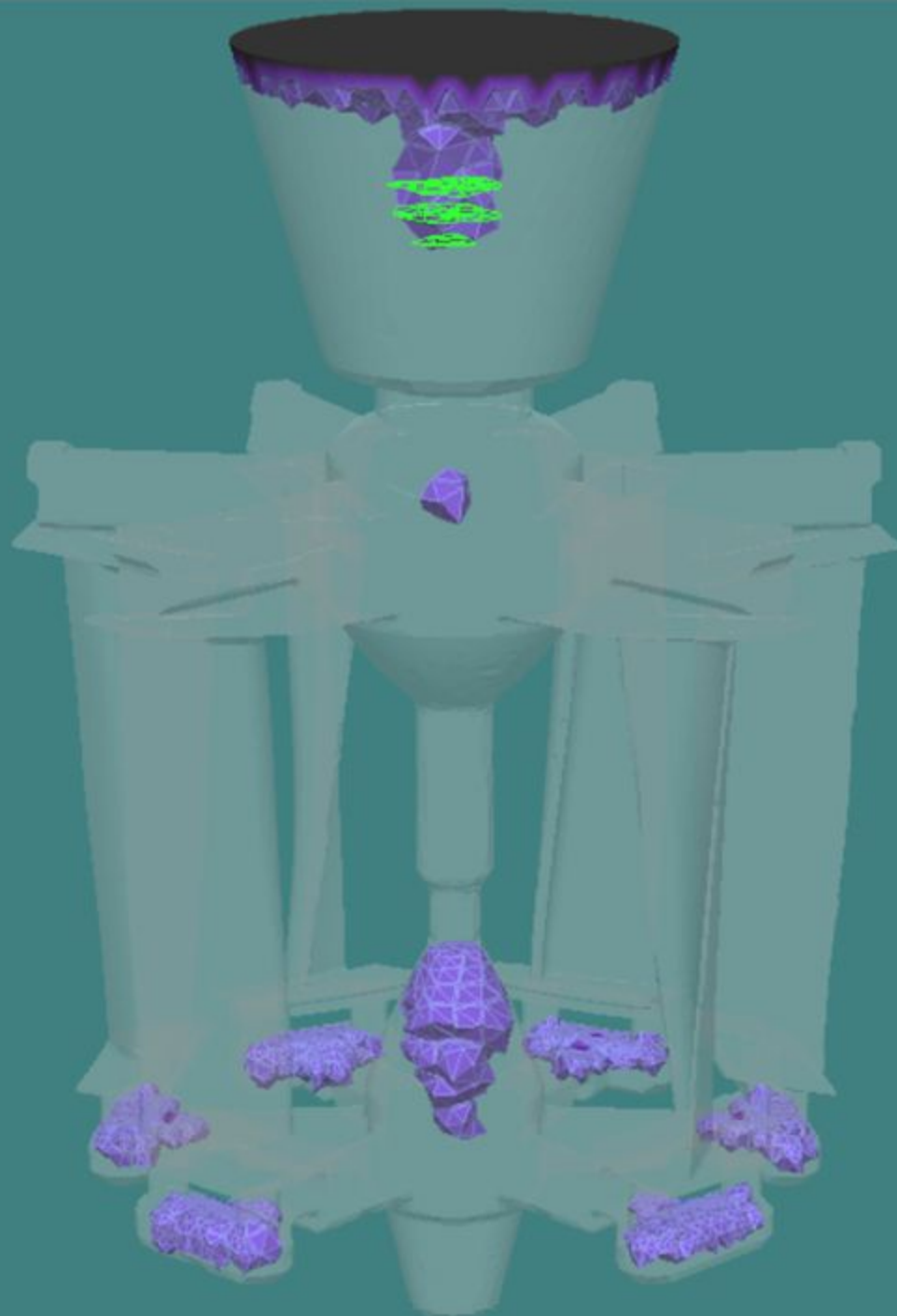


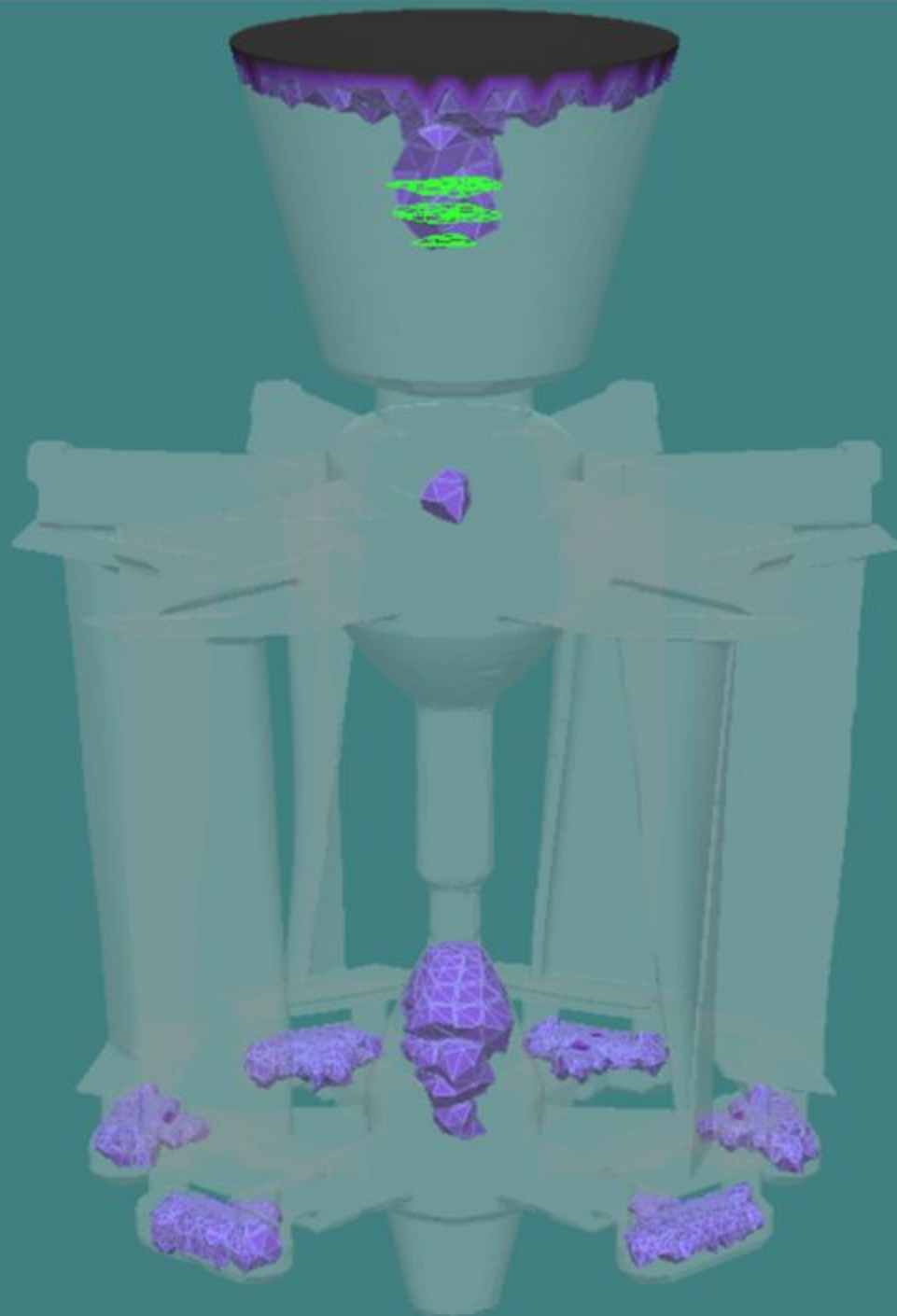


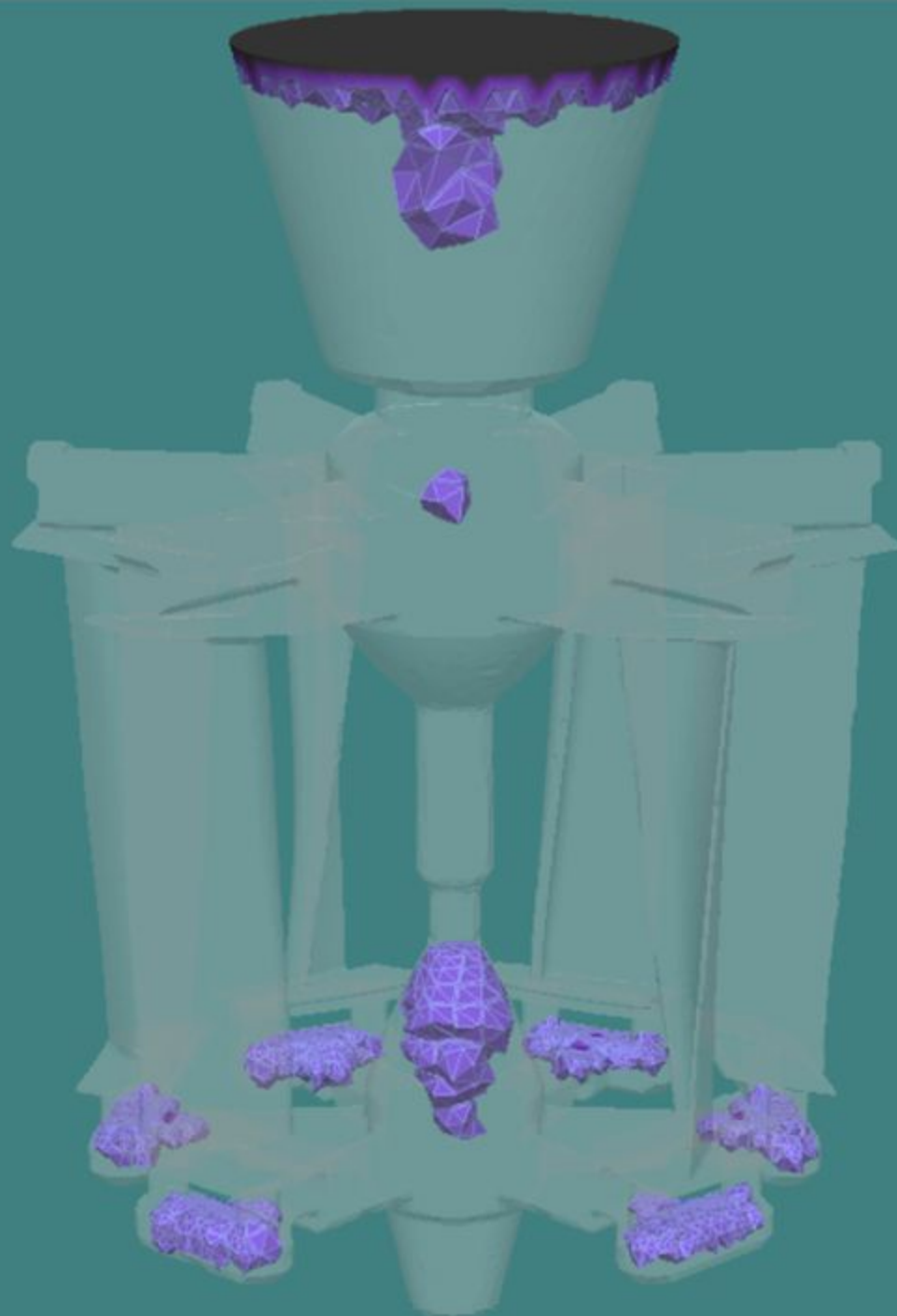


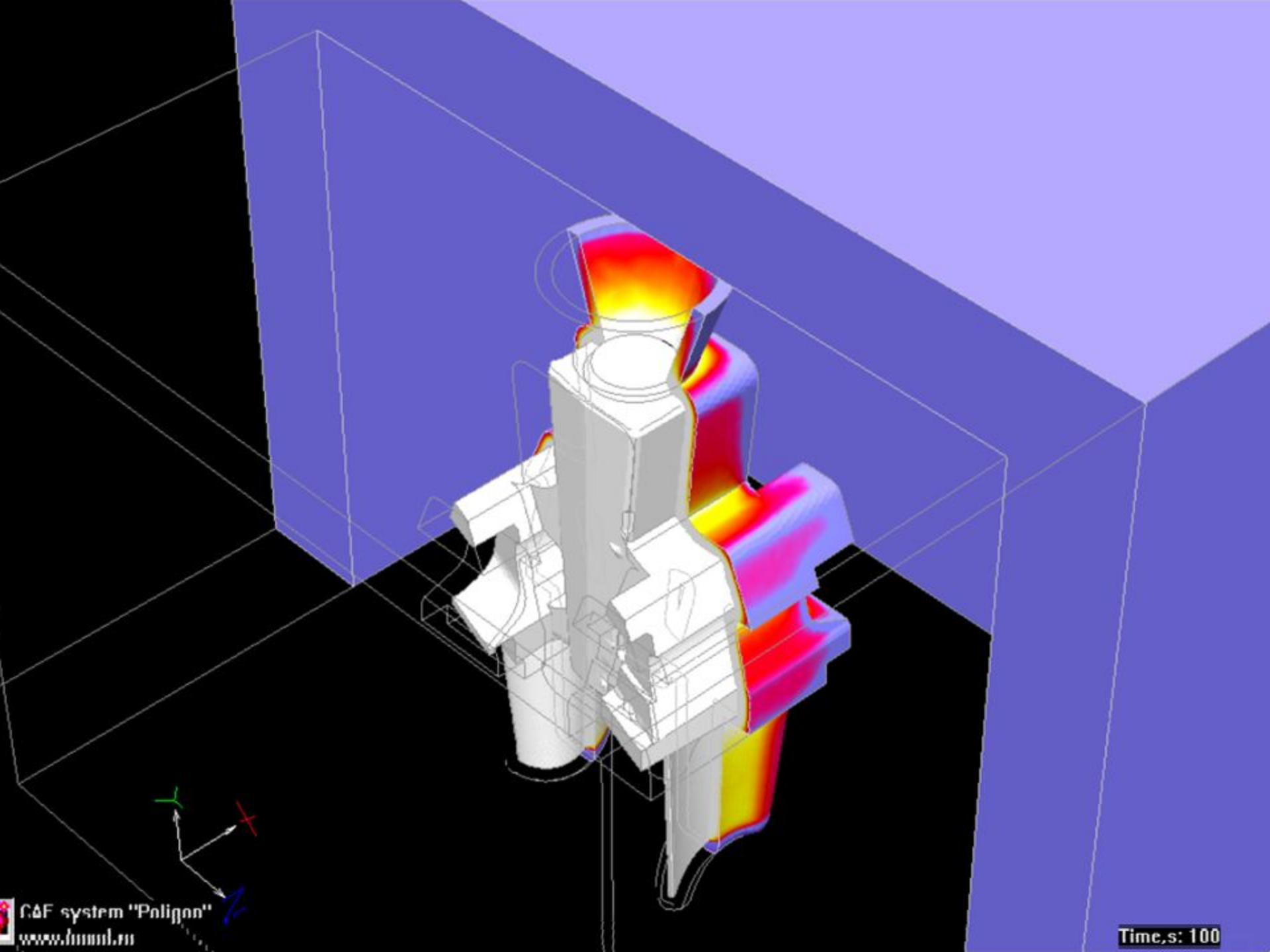


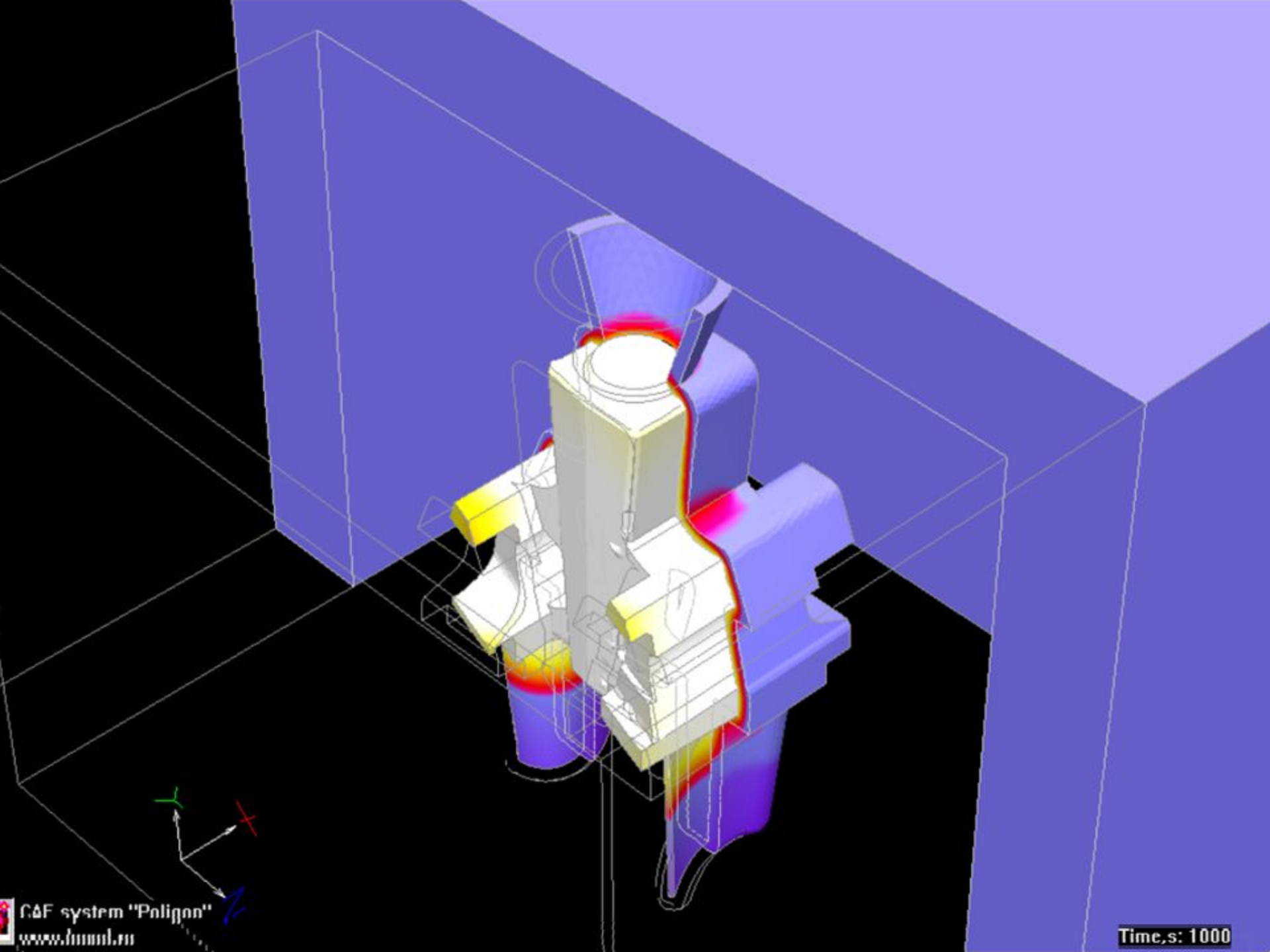


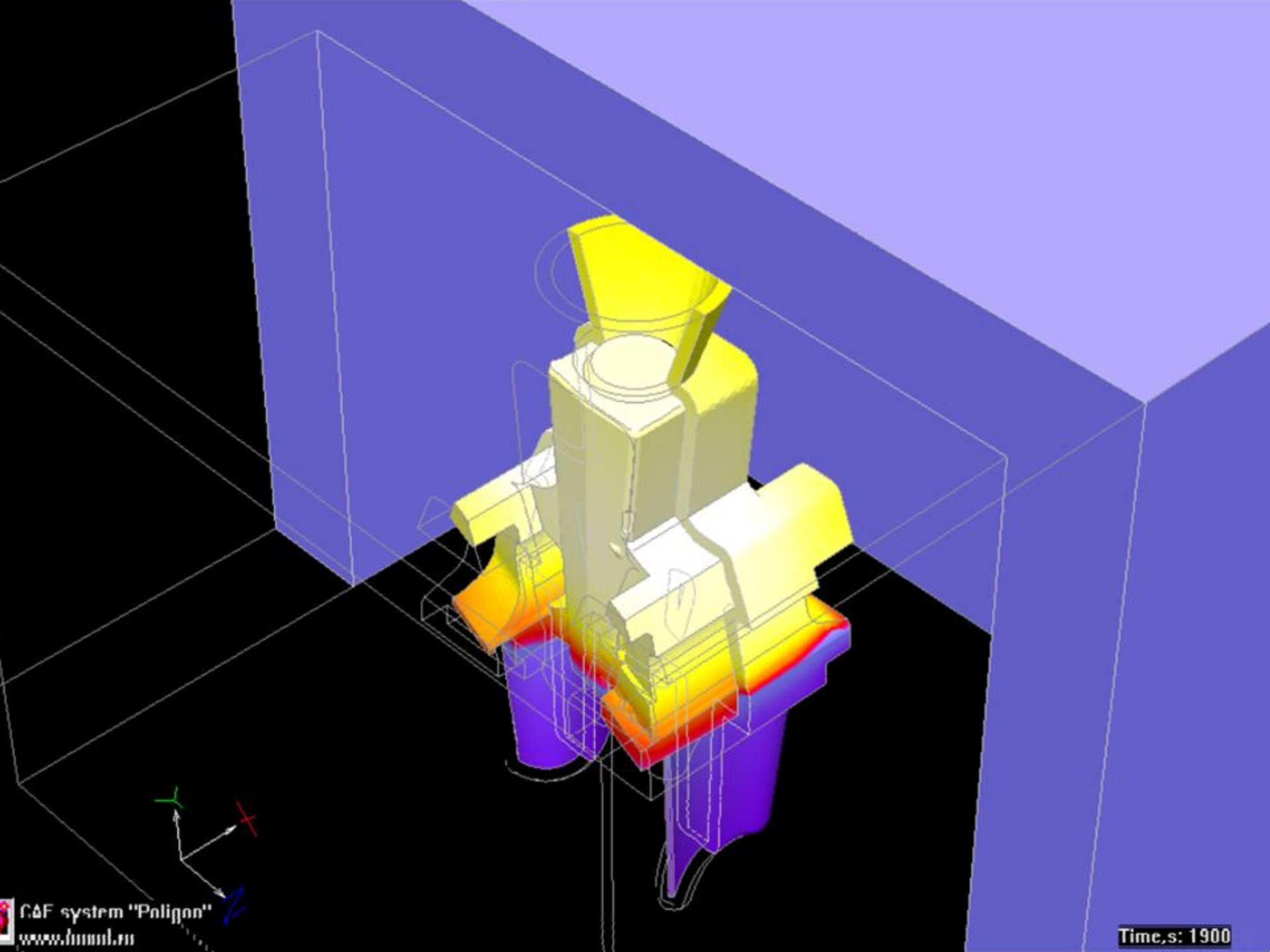


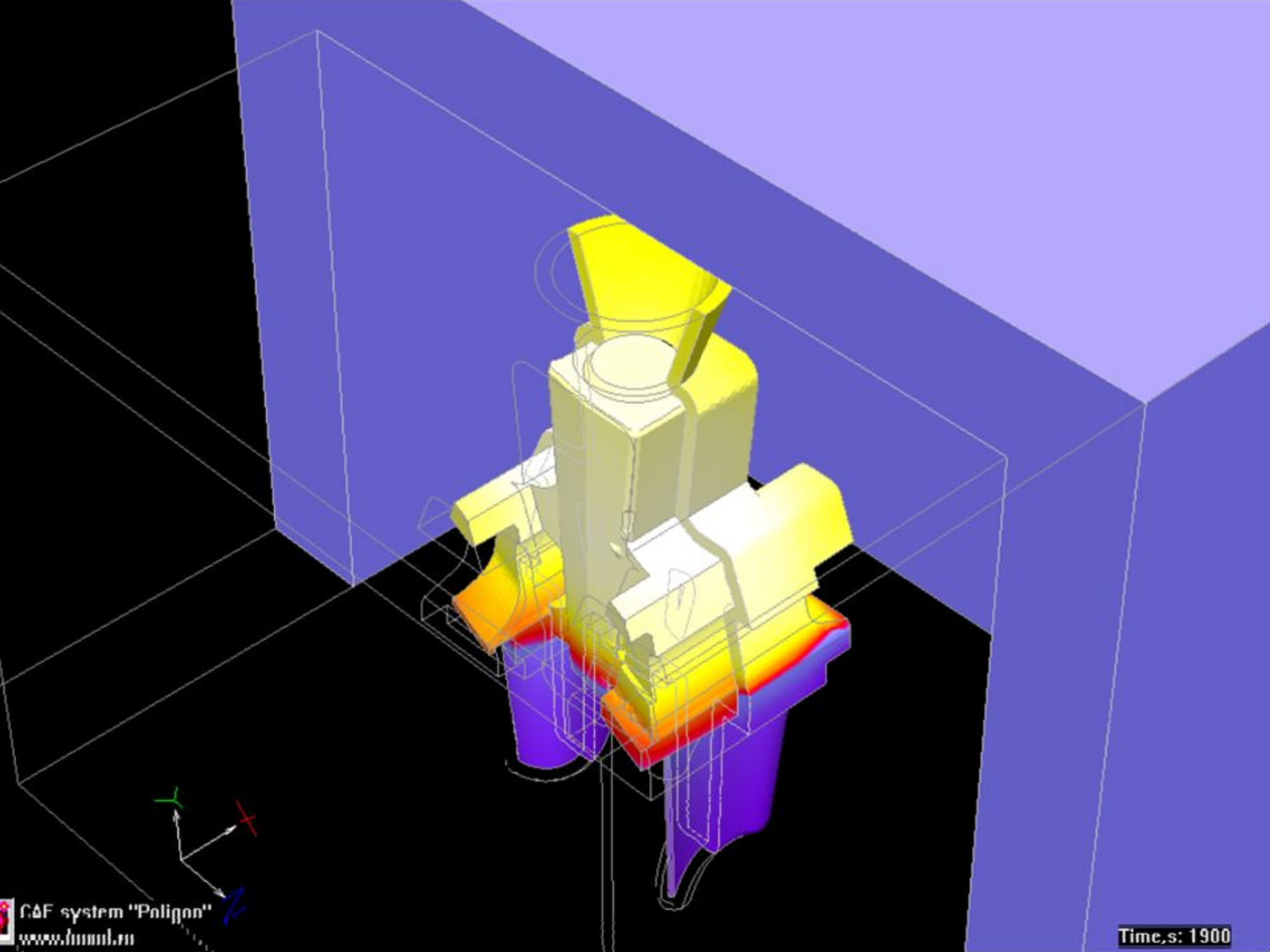


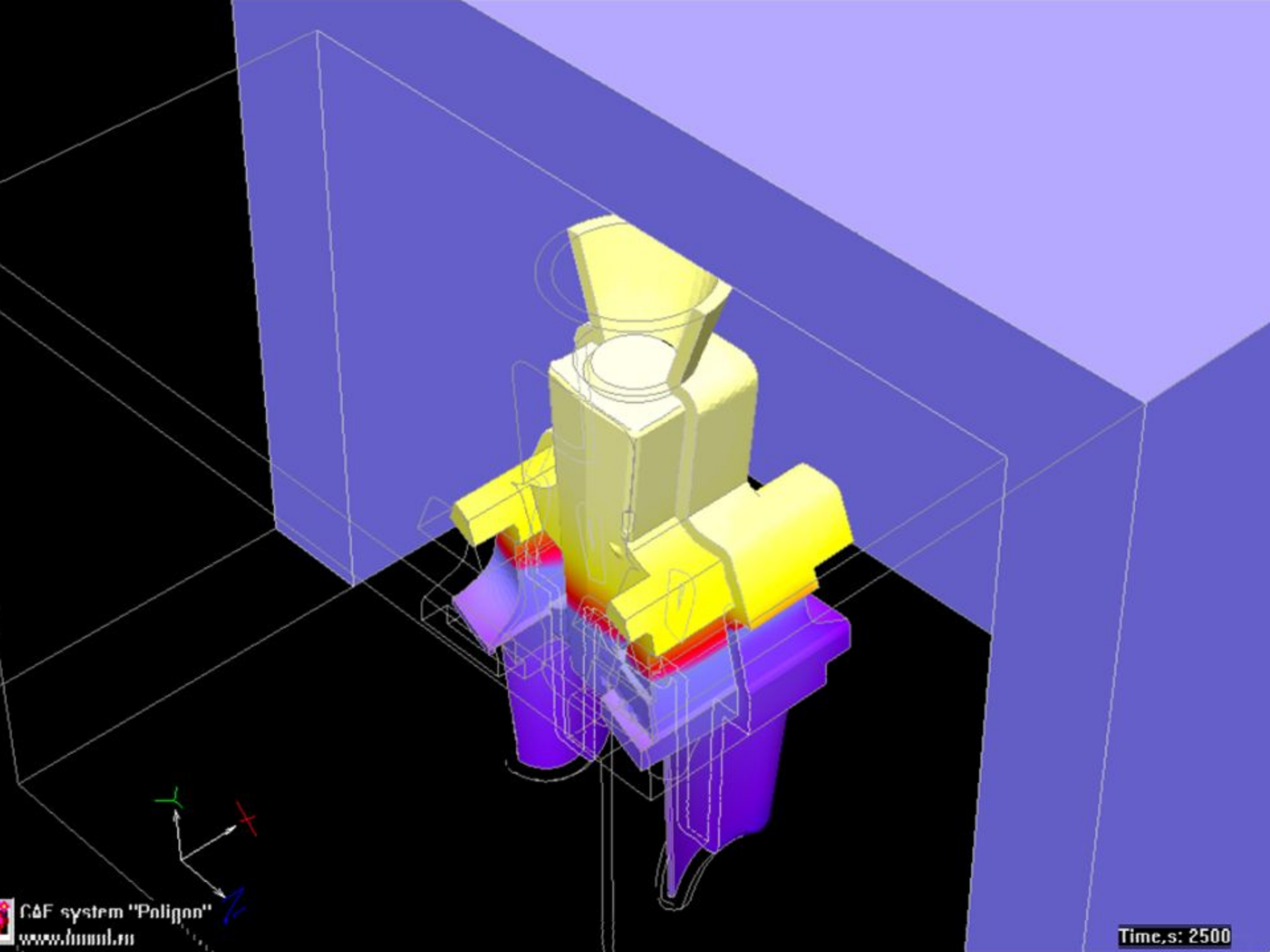


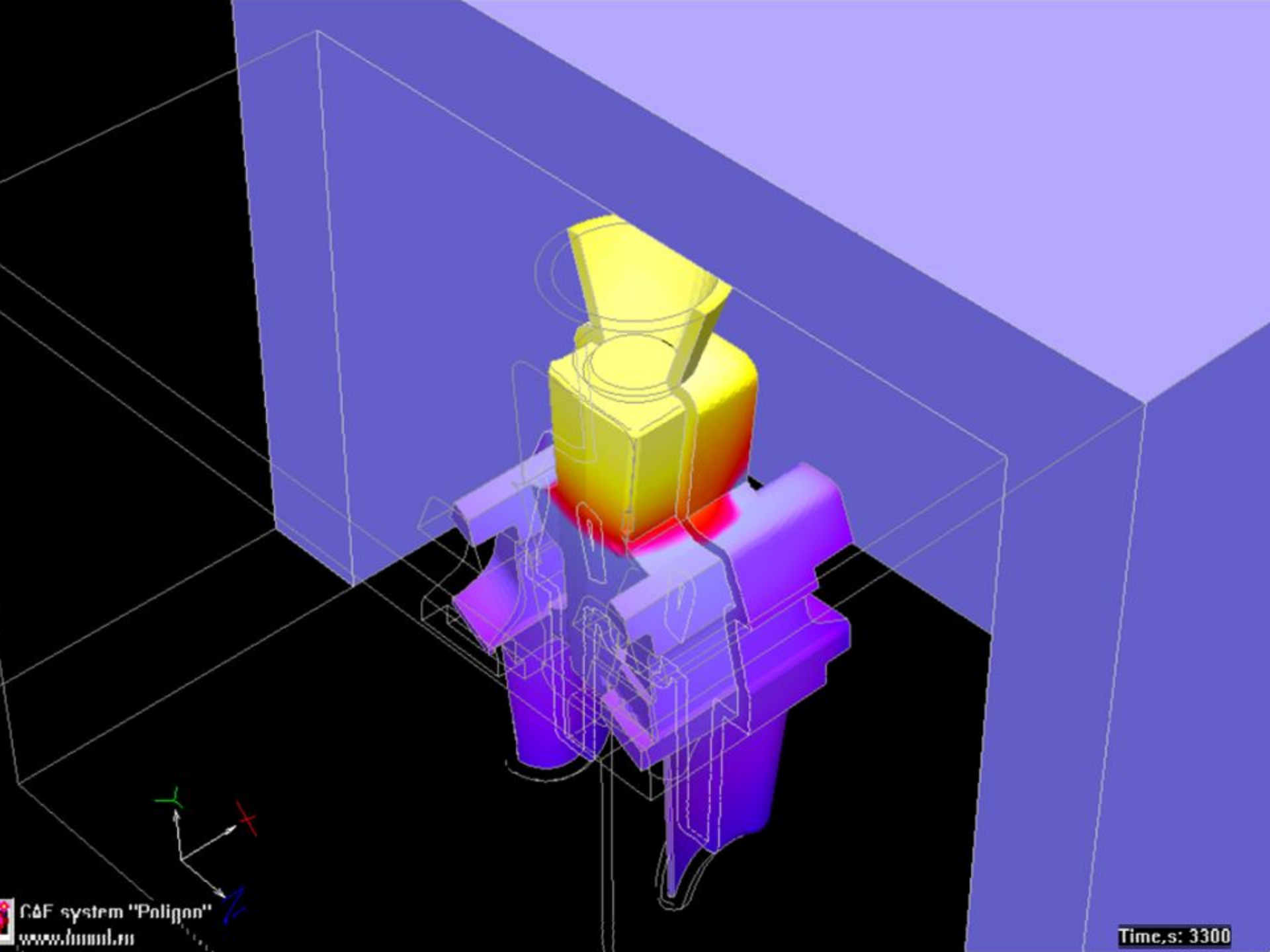


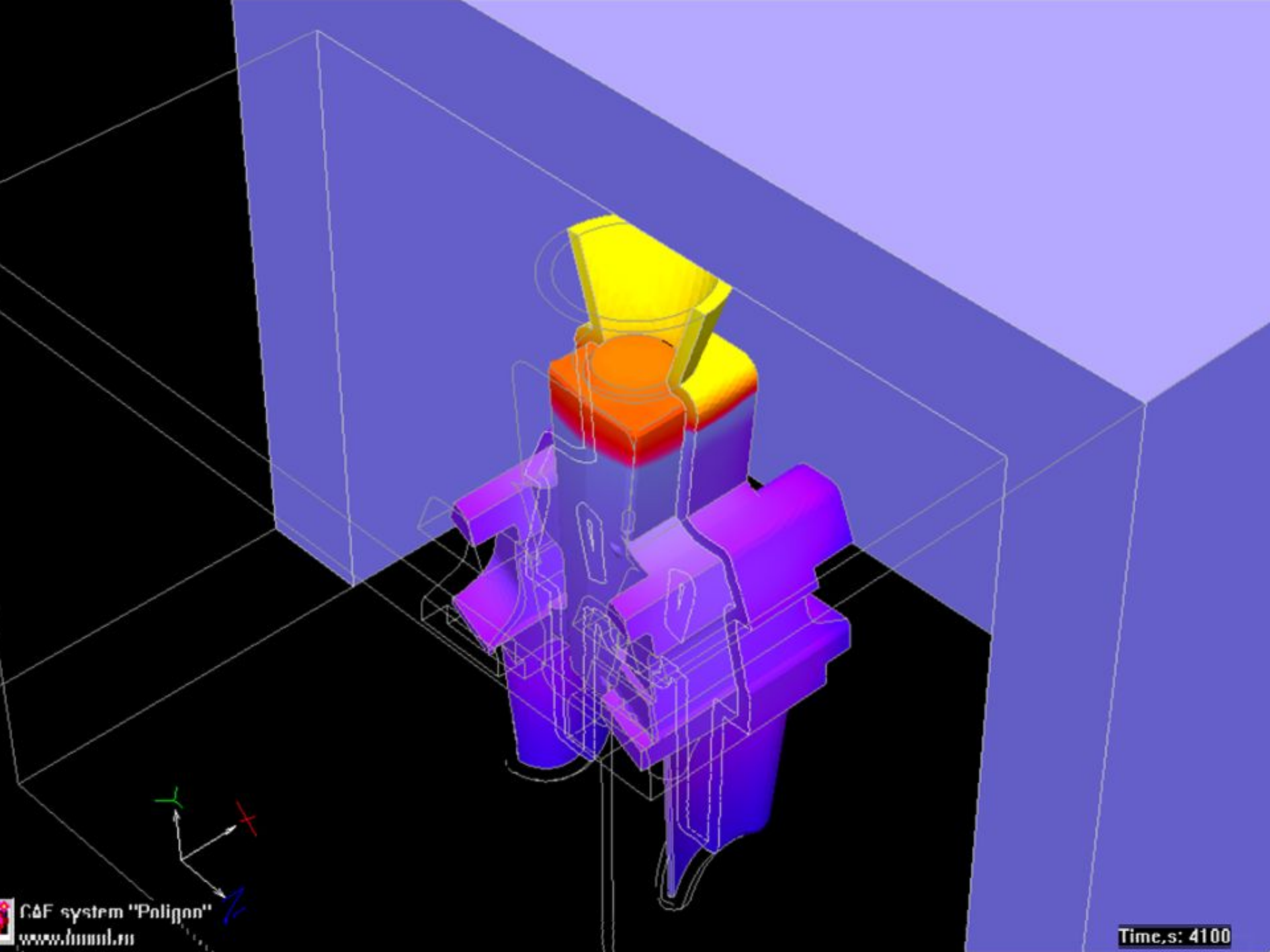


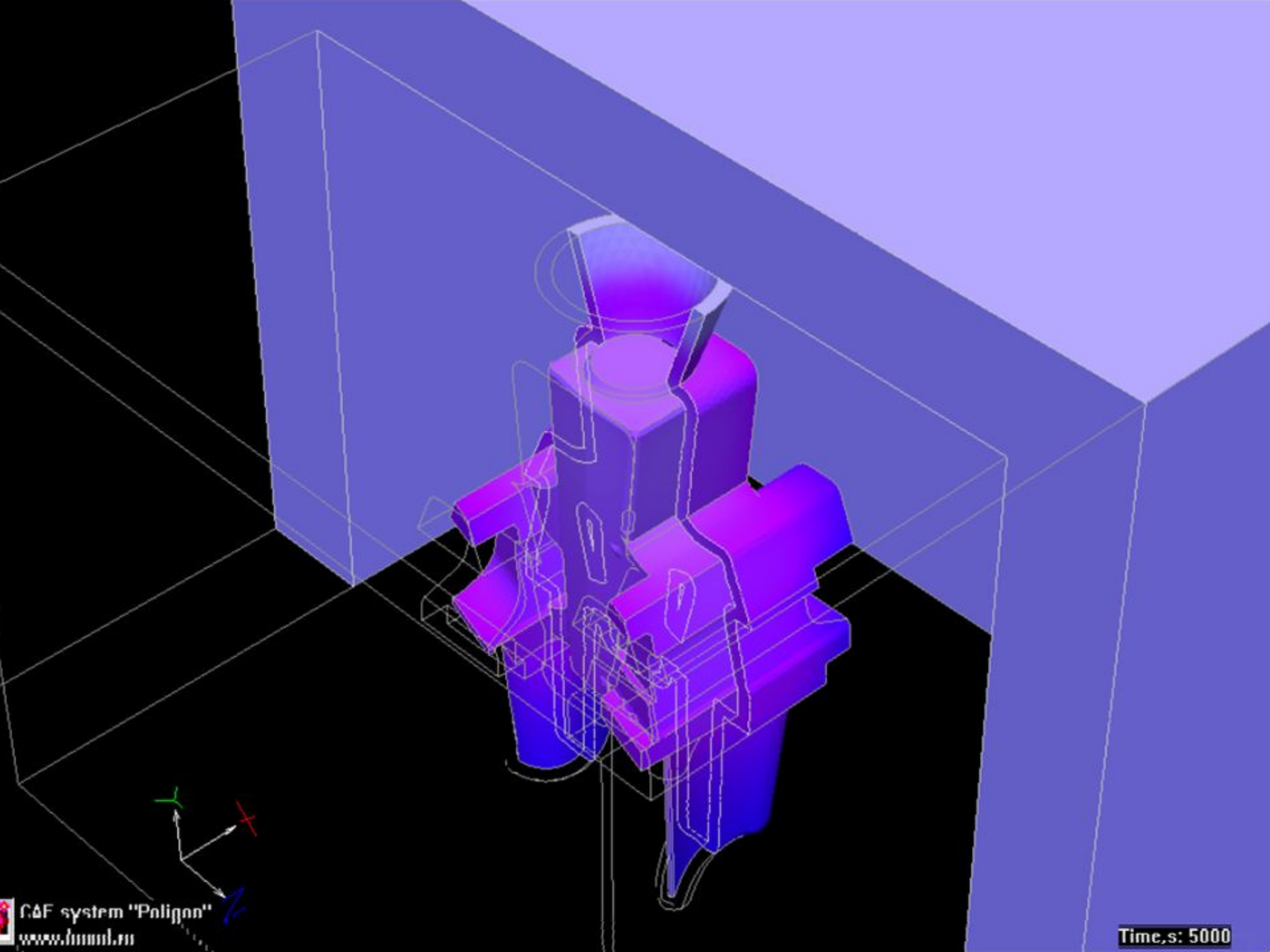


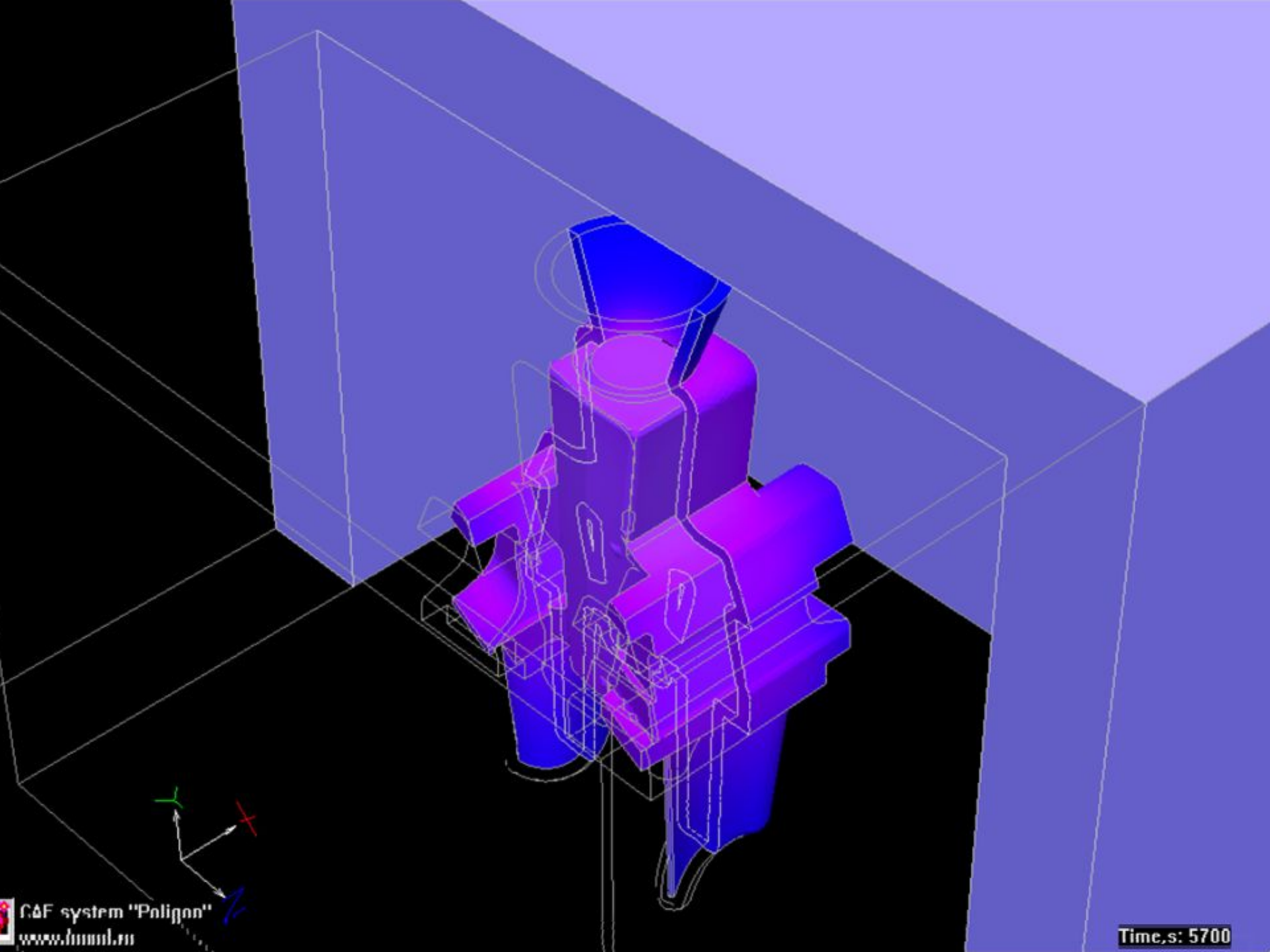












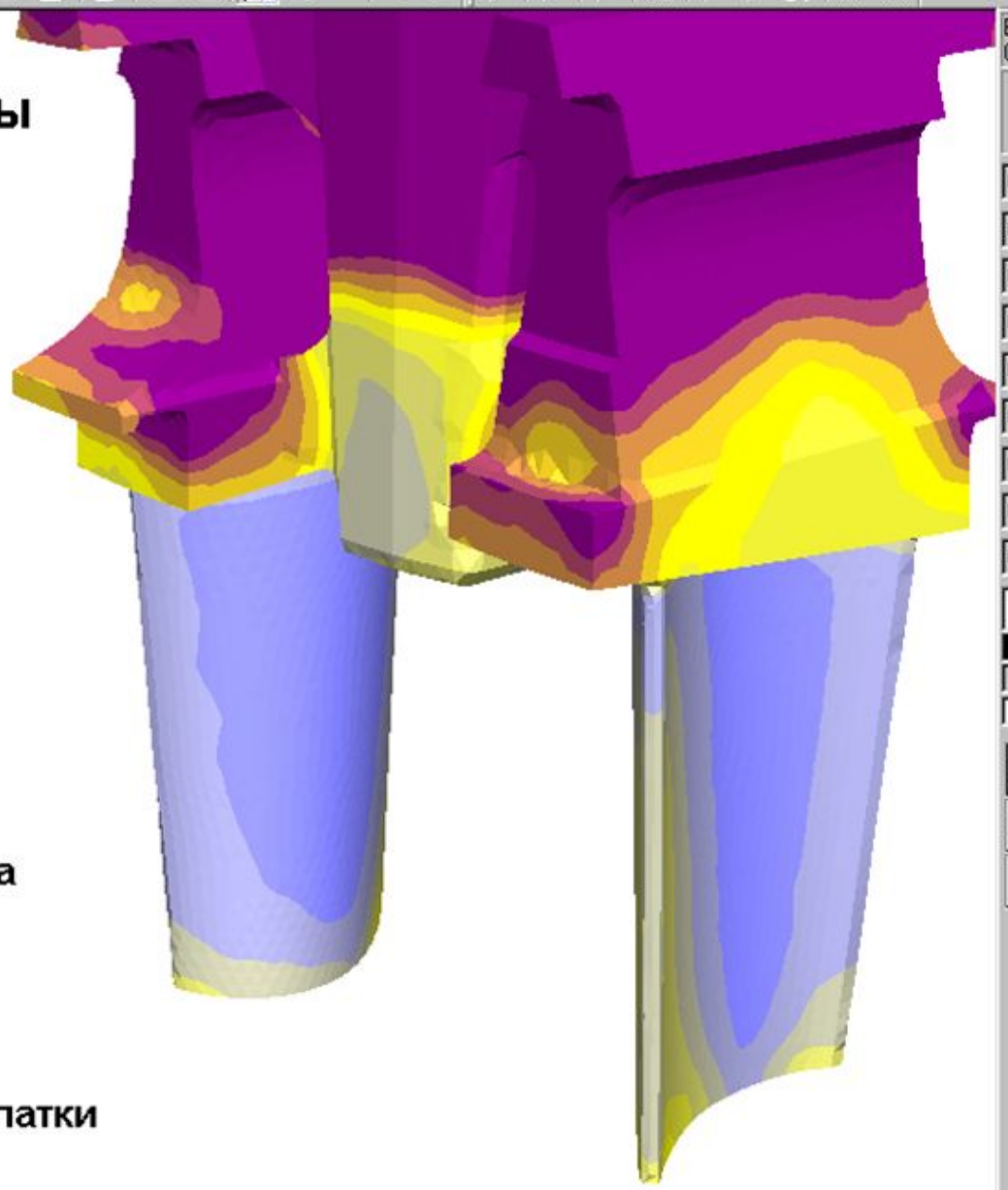
Расчет отклонения направленности структуры от продольной оси



ПалитраШк

Шкала cos(a)

0.95	<input checked="" type="checkbox"/>	хорошо
0.85	<input type="checkbox"/>	
0.75	<input type="checkbox"/>	
0.65	<input type="checkbox"/>	
0.55	<input type="checkbox"/>	
0.45	<input checked="" type="checkbox"/>	допустимо
0.35	<input type="checkbox"/>	
0.25	<input type="checkbox"/>	
0.15	<input type="checkbox"/>	
	<input checked="" type="checkbox"/>	плохо



Время, с: 0.00
00:00:00

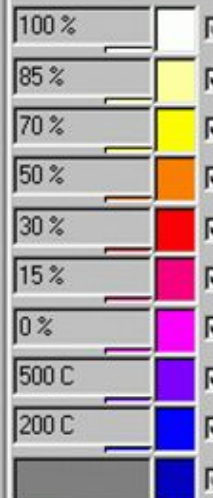
Шкала cos(a)

0.95	<input checked="" type="checkbox"/>
0.85	<input type="checkbox"/>
0.75	<input type="checkbox"/>
0.65	<input type="checkbox"/>
0.55	<input type="checkbox"/>
0.45	<input checked="" type="checkbox"/>
0.35	<input type="checkbox"/>
0.25	<input type="checkbox"/>
0.15	<input type="checkbox"/>



BAZ

Время, с 60
00:01:00
Температура, С
Жидкая фаза, %
Тл=1189 Тс=1161

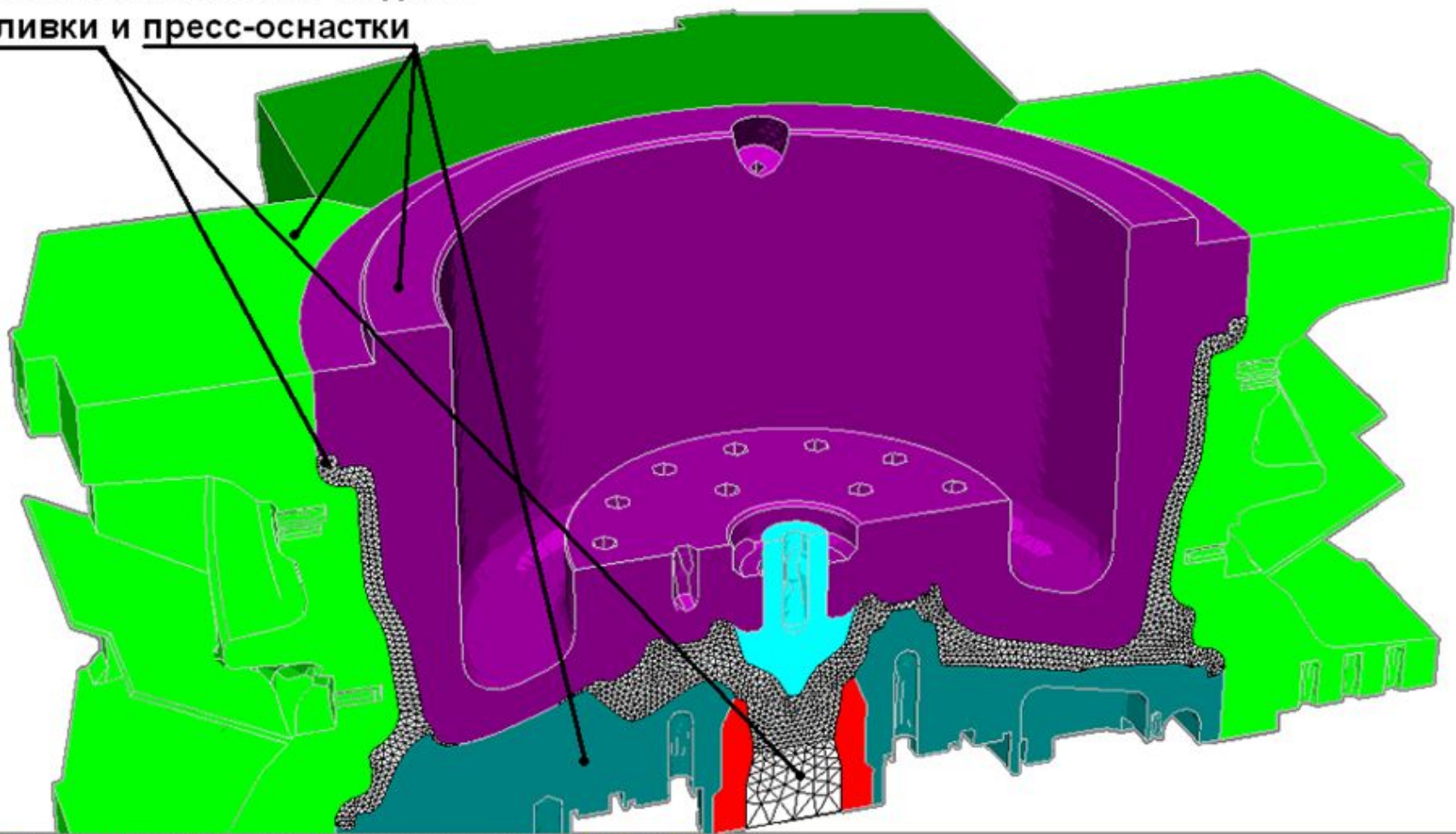


ПОЛИГОН
 применяют для
 отработки литейных
 технологий на ведущих заводах
автомобильной
промышленности



МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛИТЕЙНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ДИСКОВ КОЛЕС МЕТОДОМ ЛИТЬЯ ПОД НИЗКИМ ДАВЛЕНИЕМ В СЛОЖНОСОСТАВНОЙ ПРЕССФОРМЕ

Конечно-элементная модель
отливки и пресс-оснастки



1	D:\s_v_all\cv1.LIN
2	D:\s_v_all\cv2.LIN
3	D:\s_v_all\cv3.LIN
4	D:\s_v_all\cv4.LIN
5	D:\s_v_all\cv5.LIN
6	D:\s_v_all\cv6.LIN
7	
8	
9	
10	



Параметры графика

Точек: 196

Min X: 0

Max X: 2070

Min Y: 20

Max Y: 356

$X = X' * Kx + Dx$

$Y = Y' * Ky + Dy$

Dx: 0 Kx: 1

Dy: 0 Ky: 1

Закрывать

T, °C

570

520

470

420

370

320

270

220

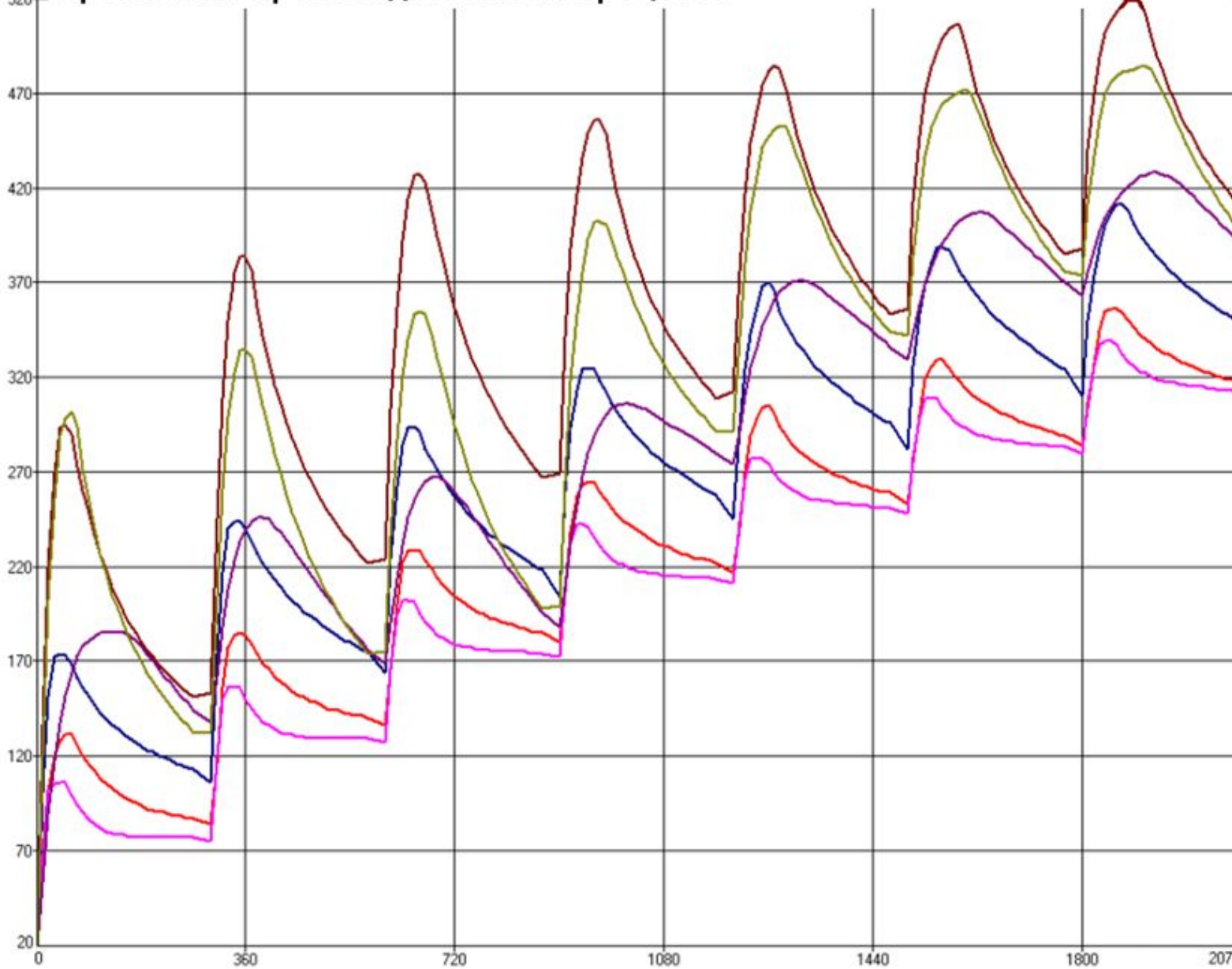
170

120

70

20

Моделирование температурного циклического режима прессформы в реальном производственном процессе



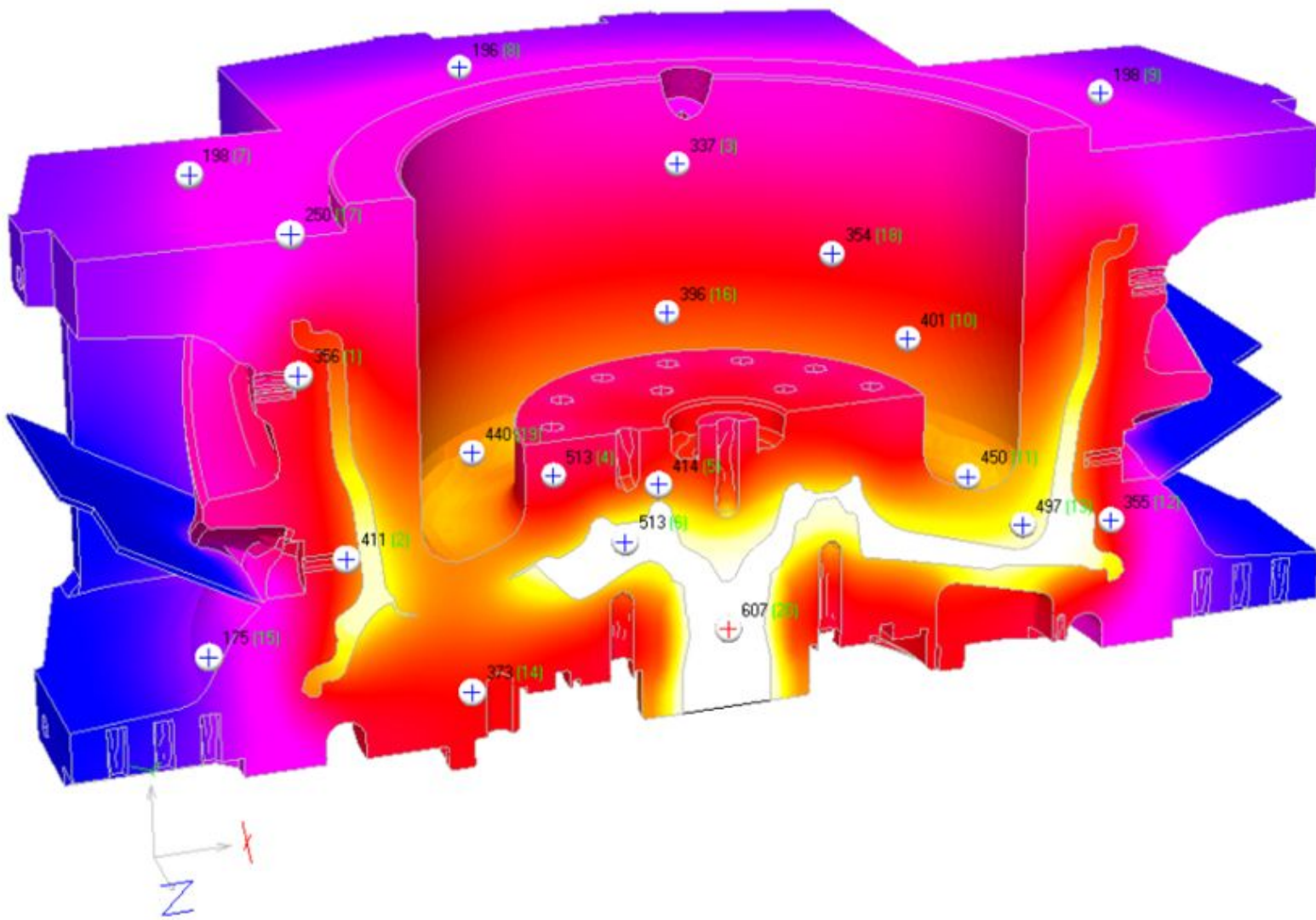
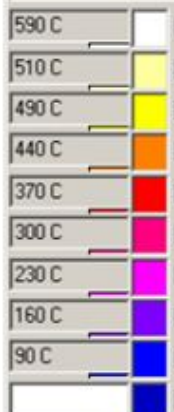
t, c



Моделирование затвердевания отливки и наргева прессформы

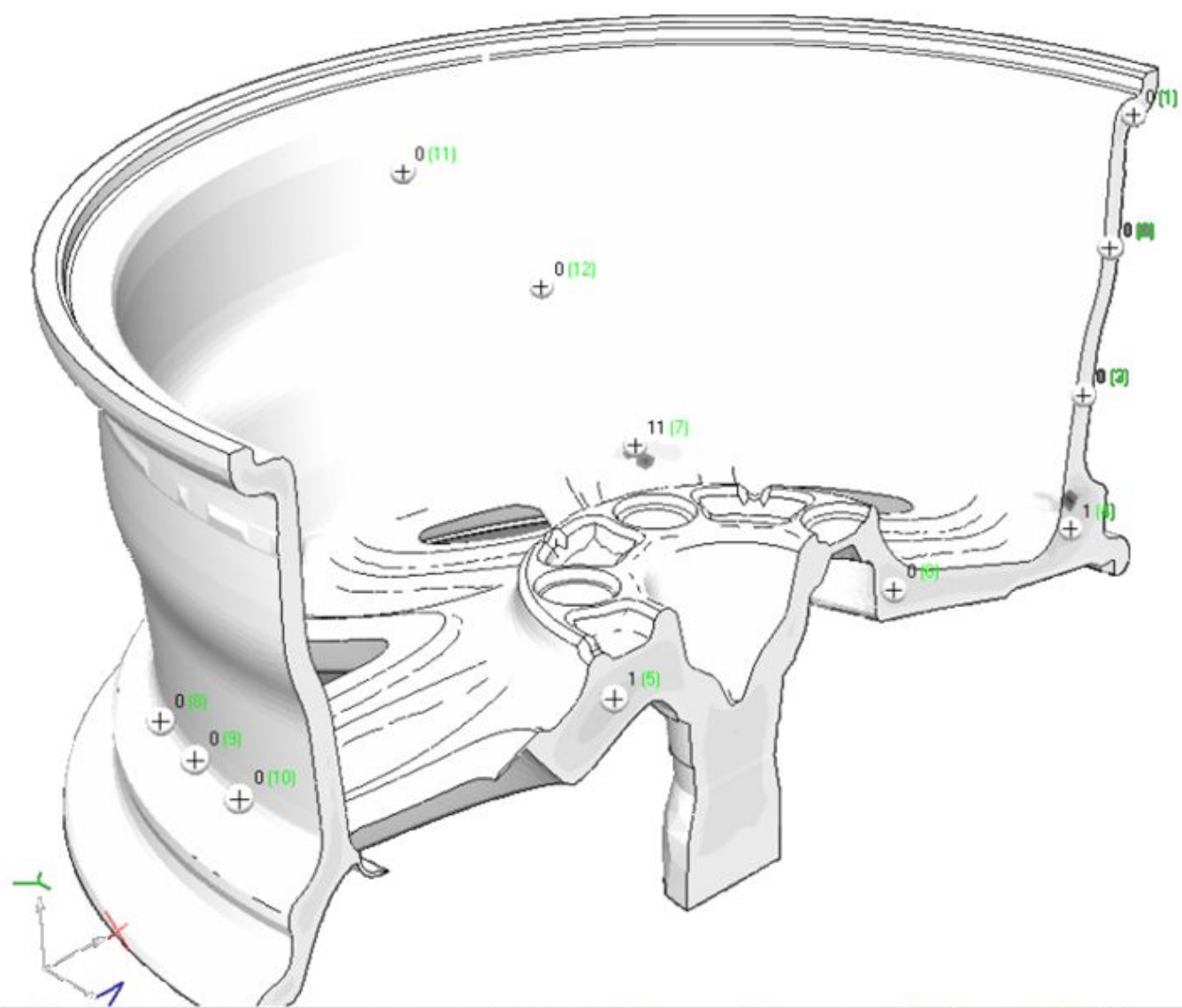
Время, с: 1860
00:31:00

Температура, С
Жидкая фаза, %
Тл=610 Тс=570



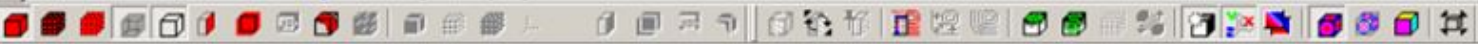
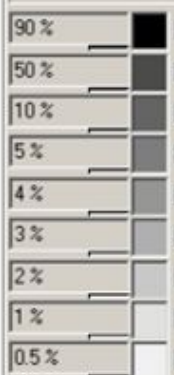


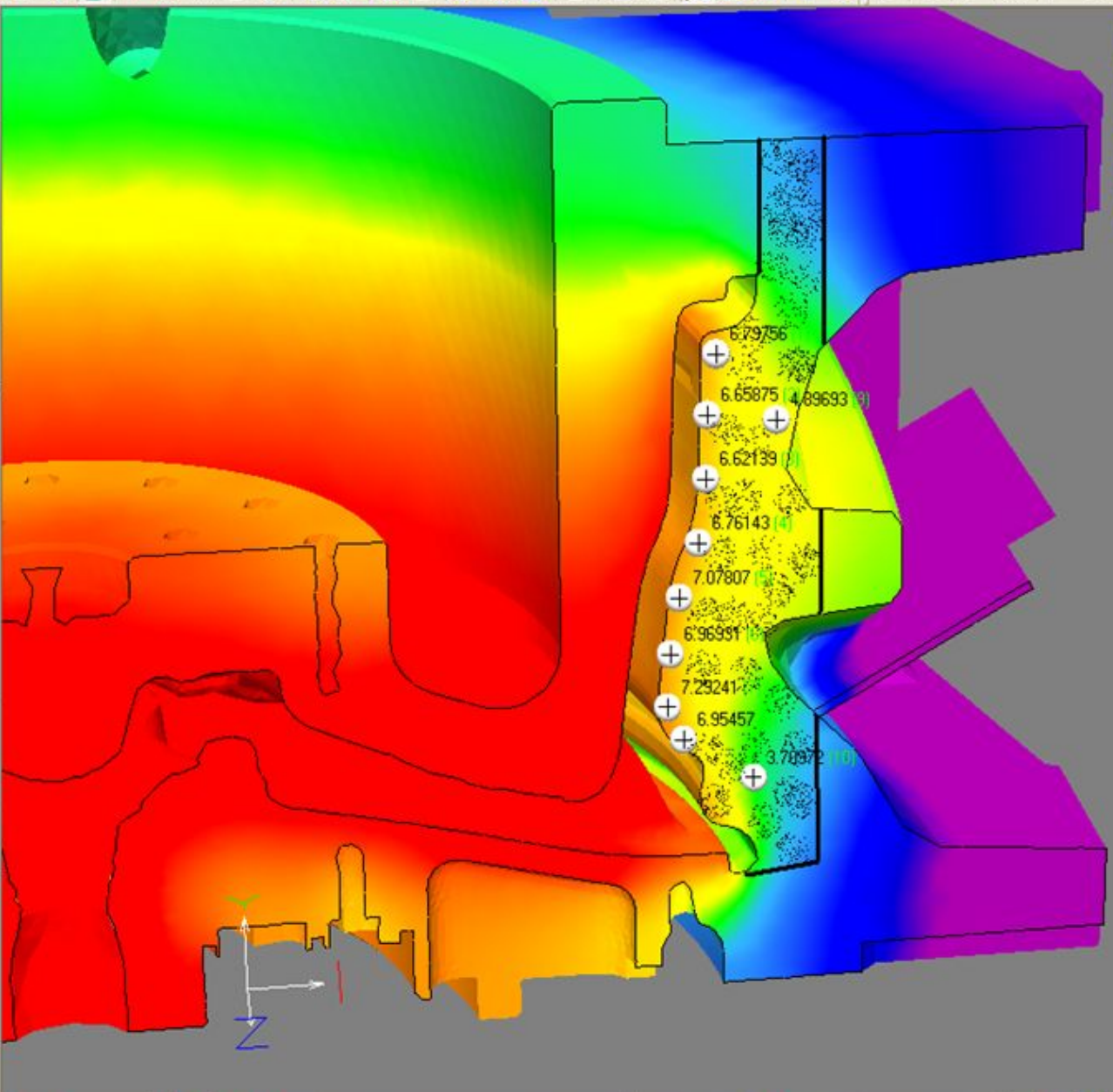
Пористость в диске при выходе на постоянный температурный режим пресс-оснастки



Время, с: 240
00:04:00

Пористость, %





ПРОГНОЗ НАПРЯЖЕНИЙ В ГРАФИТОВОЙ ВСТАВКЕ ПРЕССФОРМЫ

Время, с: 0.00
00:00:00

Шкала
Напряжения, МПа

10	Red
8.75	Orange
7.5	Yellow
6.25	Light Green
5	Green
3.75	Light Blue
2.5	Blue
1.25	Dark Blue
0	Black

Additional icons for simulation and visualization settings.



Хотите узнать подробнее?

Заходите на наш сайт:

www.poligonsoft.ru