



Саровский
Инженерный Центр

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. ЭКСПОРТ РАСЧЕТНЫХ УСЛУГ ДЛЯ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ КОМПАНИЙ.

Кудрявцев А. Ю.
ООО «СИНЦ», п. Сатис, Нижегородская обл., Россия
E-mail: info@saec.ru

СИНЦ - научно-инженерная компания:

- Основана в 2006г.
- Число сотрудников – 60...80 чел;
- Выполнено более 250 проектов для более чем 150 российских и зарубежных предприятий;
- Развитые кластерные вычислительные ресурсы производительностью до 30 Tflops.

Компетенции и преимущества:

- Активная работа в области компьютерных технологий инженерного анализа, с использованием технологий вычислительной гидрогазодинамики и прочностного анализа (CAD, CAE, FEA, CFD технологии).
- Опыт разработки методик математического моделирования для зарубежных компаний;
- Опыт разработки поставляемого программного обеспечения;
- Опыт тестирования поставляемого программного обеспечения;
- Техническая поддержка, основанная на системе Dedicated Support Engineer. Решение конкретных задач совместно с Заказчиком. Полное отсутствие сложностей в трансфере технологий, несмотря на экспортные ограничения.

Оказание инженерных сервисов по направлениям:

- Решение комплексных инженерных задач отечественных и зарубежных предприятий;
- Передача методик расчетов;
- Развитие CAE технологий на предприятиях;
- Обучение специалистов работе со специализированным ПО;
- Инженерное сопровождение проектов на основе технической поддержки пользователей предлагаемого ПО;
- Организация эффективного использования ПО на аппаратно-вычислительных ресурсах и арендуемых суперкомпьютерах;
- Поддержка при подготовке к сертификации наукоемких изделий с сокращением количества натурных испытаний.

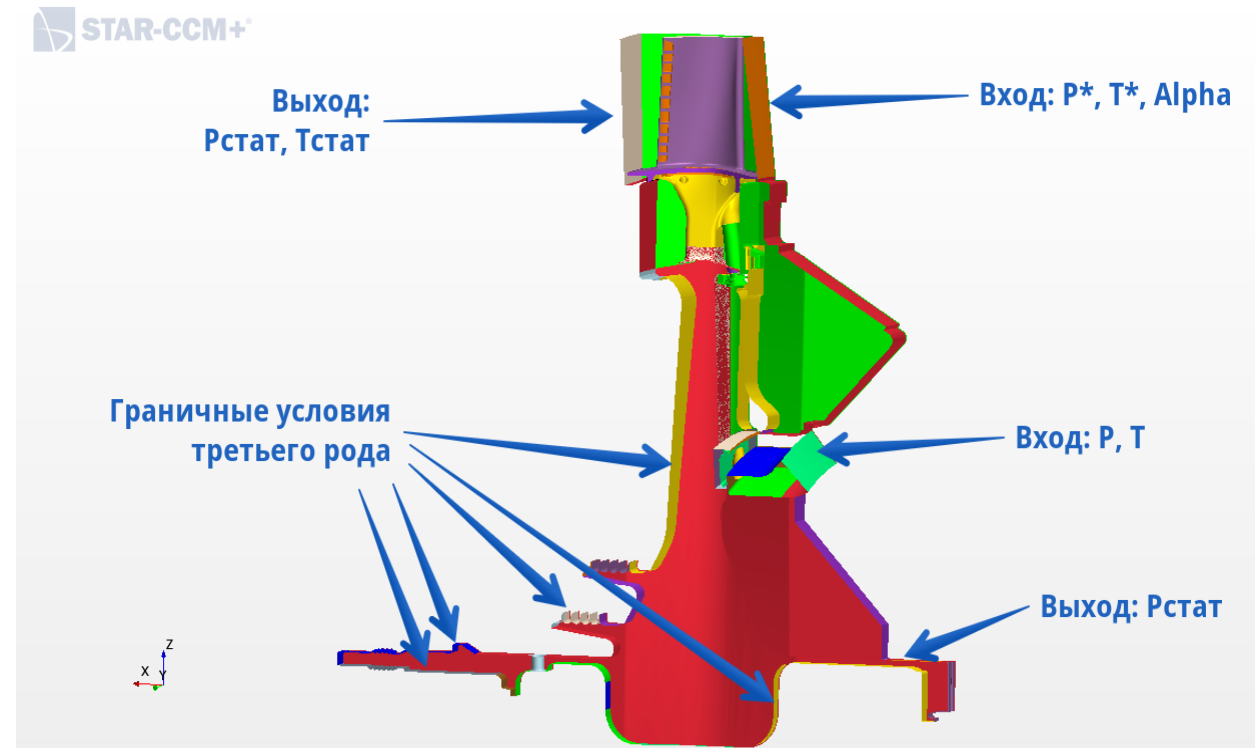
Цель и этапы работы

Цель и этапы работы

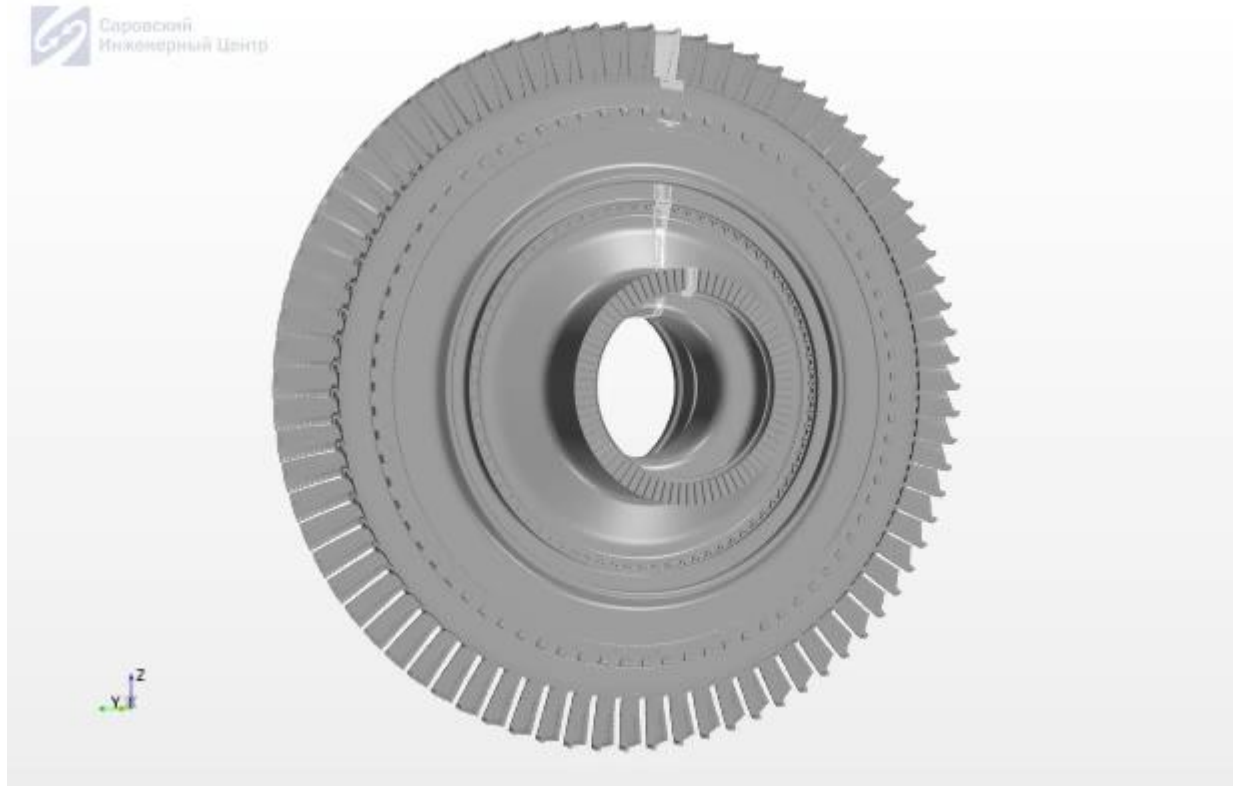
Постановка задачи

Исходные данные:

1. CAD-геометрия модели
2. Эпюры полного давления, полной температуры и угла потока на входе проточной части
3. Эпюра статического давления на выходе проточной части
4. Полное давление и полная температура на входе в аппарат закрутки
5. Коэффициенты теплообмена и температуры для граничных условий третьего рода по диску турбины



Расчётная модель и ресурсы

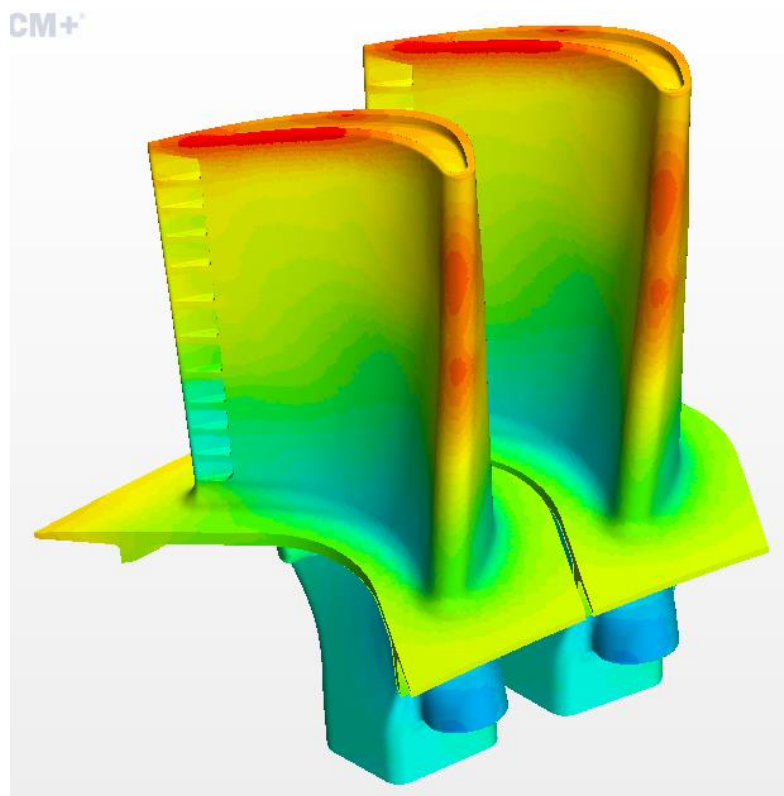


Расчётная модель и ресурсы:

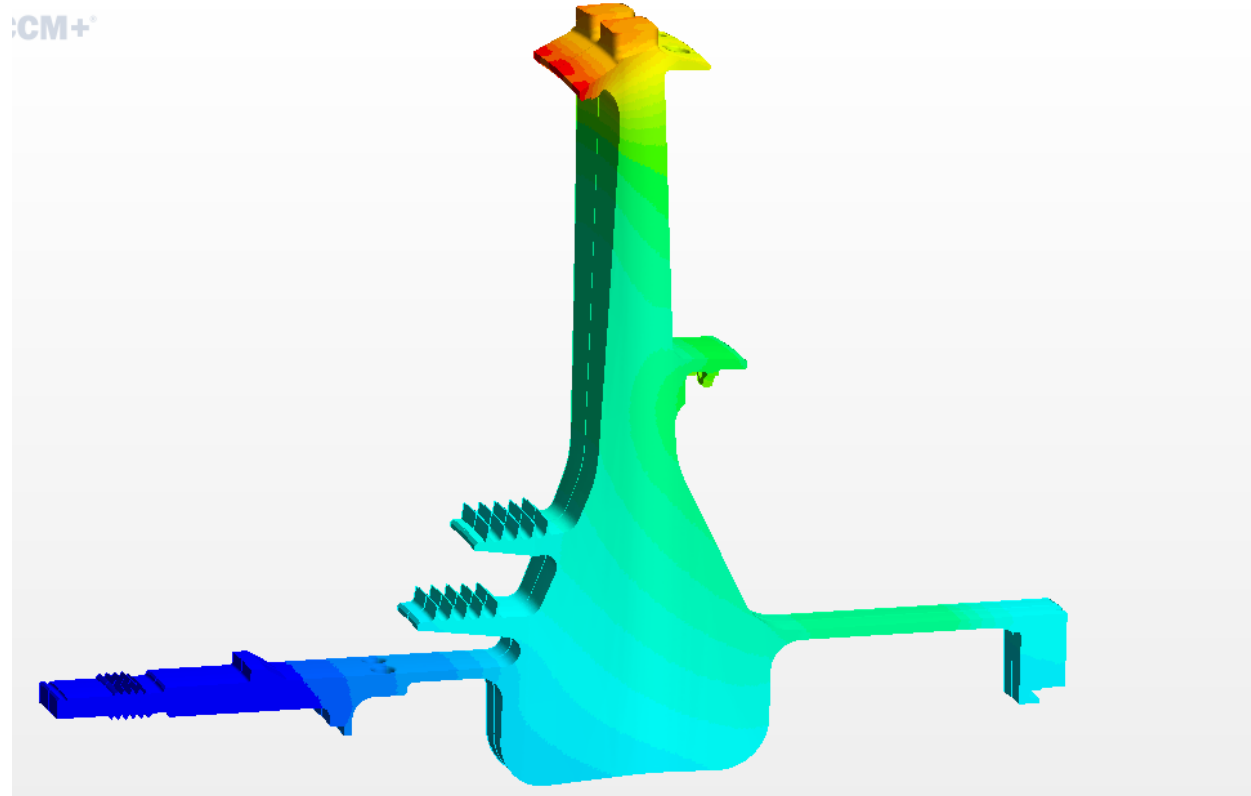
1. 102 млн ячеек с призматическими слоями и локальными измельчениями
2. Стационарный сопряжённый тепло-газодинамический расчёт на 300 ядрах кластера в течение 120 часов

Поле температур

Лопатка



Диск



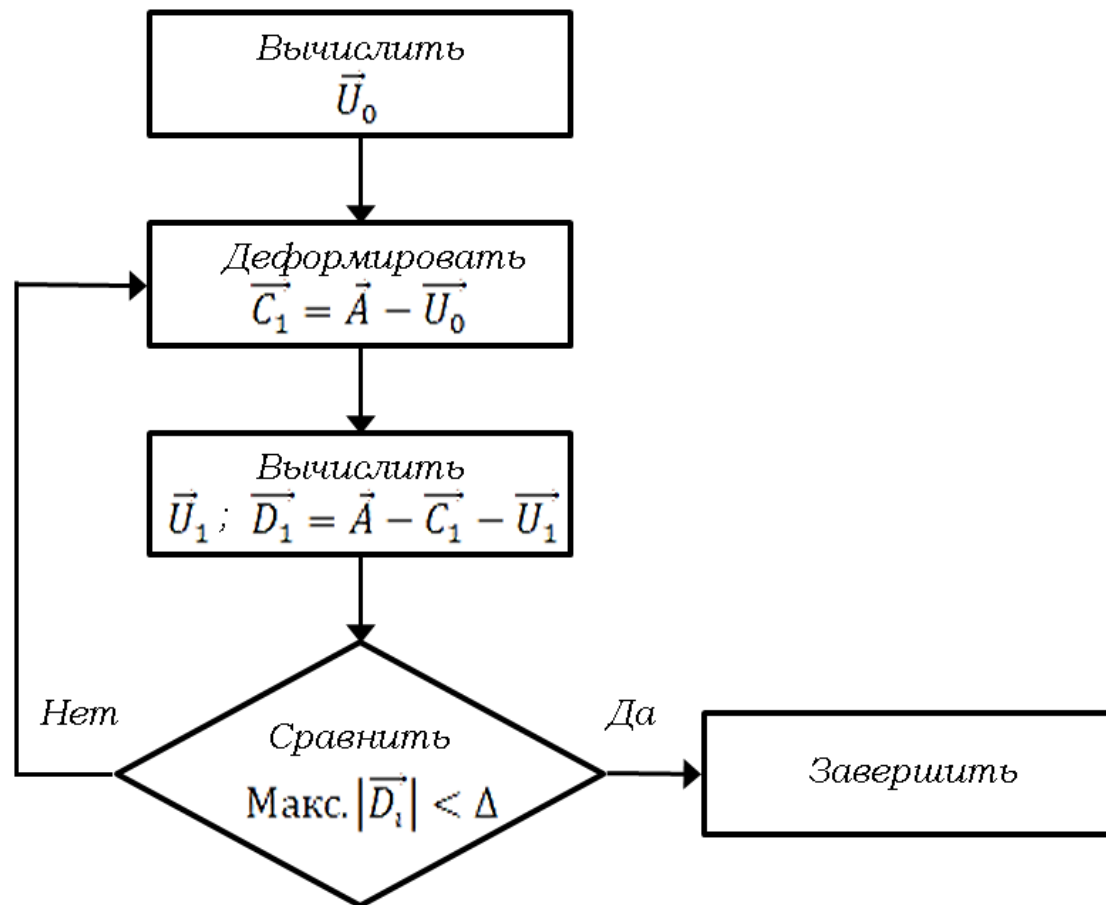
Алгоритм определения «холодных» размеров

A – Начальная (заданная) форма

U - Вектор перемещения

C – «Холодная» форма

D – Отличие «горячей» формы от начальной



КЭМ рабочего колеса

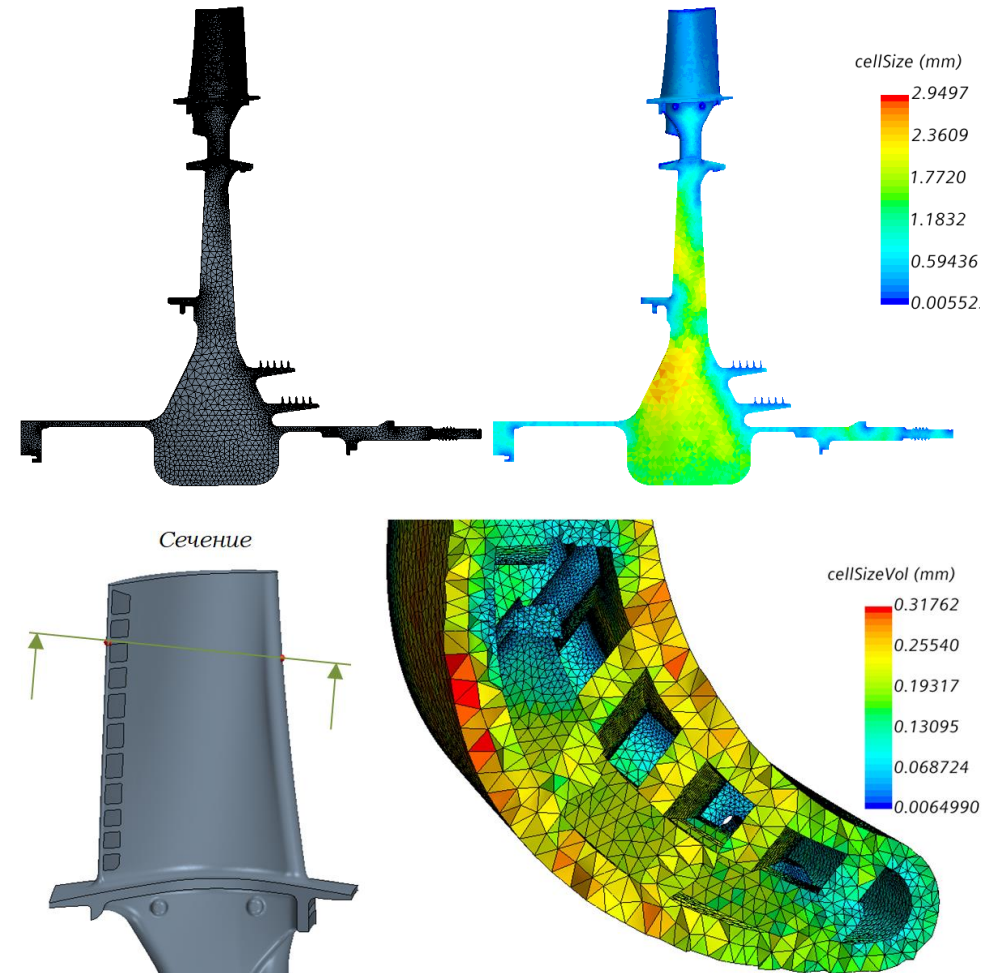
Тип КЭ: STAR_QUADRATIC_TETRA

2,5 млн. ячеек

3,9 млн. узлов

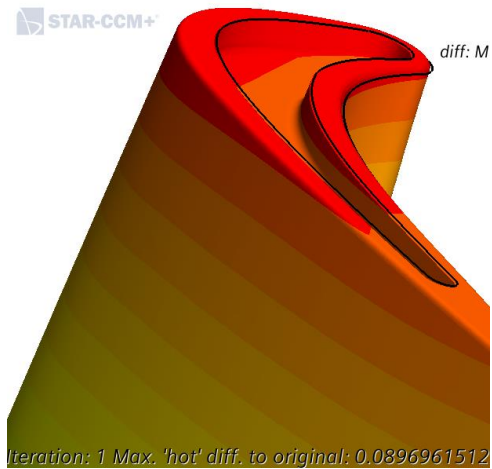
Минимальный размер ячейки: 0,006 мм

Максимальный размер ячейки: 3 мм

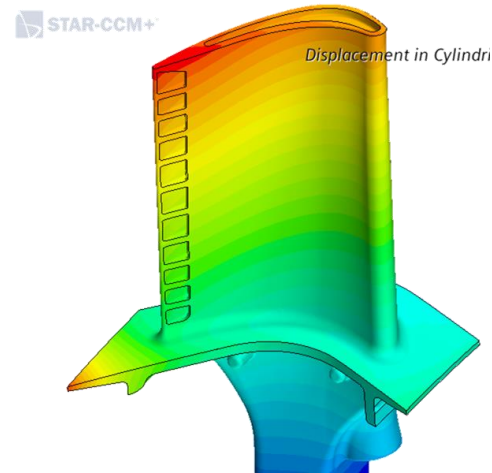


Результаты прочностного расчёта после 1-й итерации

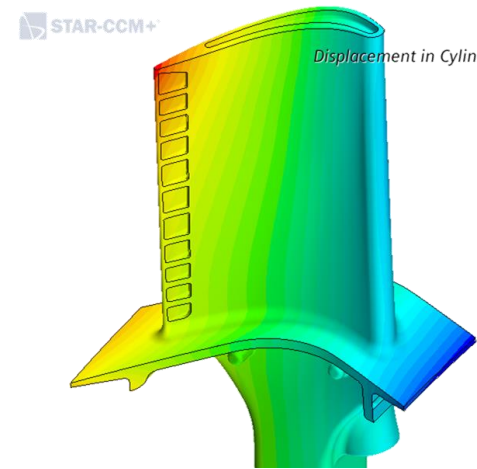
Локализация максимума $|D|$



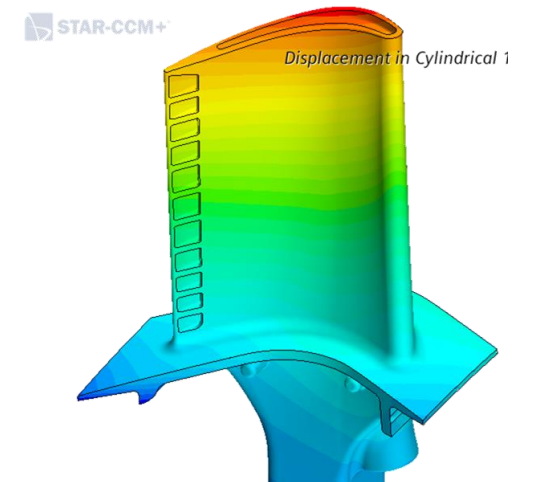
Поле радиальных перемещений



Поле осевых перемещений

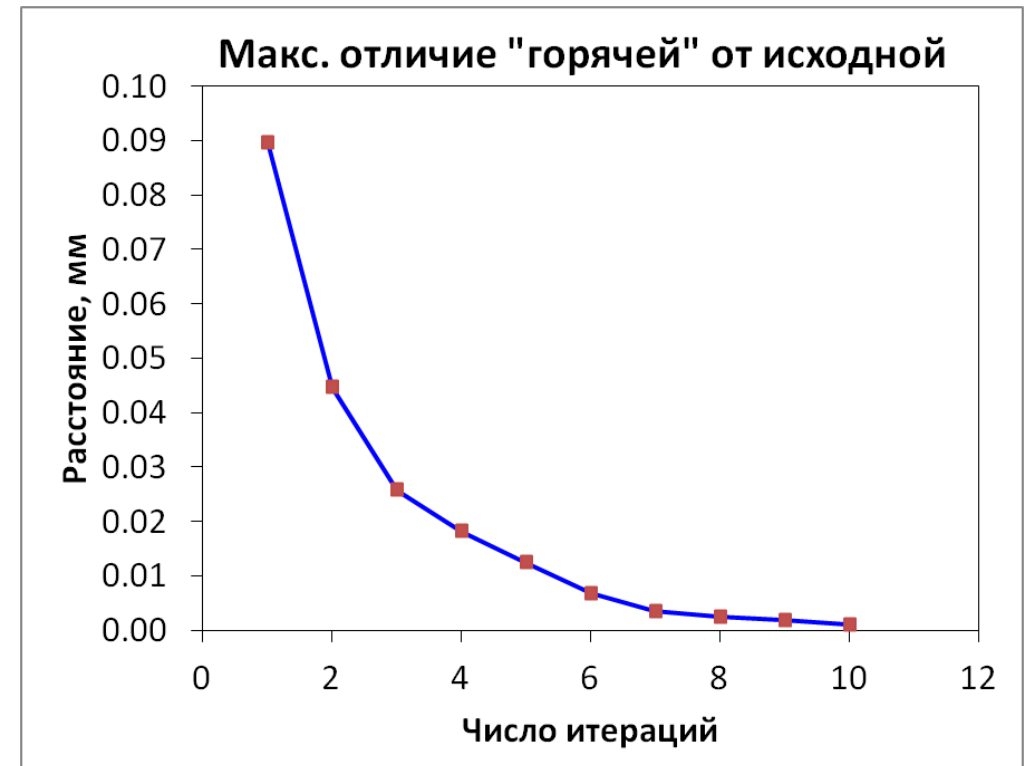


Поле окружных перемещений



Проверка сходимости максимальной величины вектора D

1. Зависимость максимального расстояния между «горячей» и исходной формами от числа итераций
2. Расстояние монотонно уменьшается с увеличением числа итераций
3. Выбранный алгоритм вычисления «холодной» формы колеса с заданной погрешностью можно считать работоспособным.



Максимальное расстояния между формами

Заключение

1. Разработана методика вычисления «холодной» формы рабочего колеса ГТД на базе «горячей» с заданной погрешностью
2. Выполнена серия прочностных расчётов для вычисления «холодной» формы колеса методом последовательных приближений на основе лицензионного программного комплекса STAR-CCM+
3. Уже на первой итерации максимальное расстояние между «горячей» и исходной формами составило $\sim 0,035\%$ радиального размера рабочего колеса, что меньше заданного в ТЗ допуска $0,06\%$.
4. С увеличением числа итераций расстояние монотонно уменьшается, что свидетельствует о работоспособности выбранного алгоритма

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



Нижегородская обл., Дивеевский район, п. Сатис,
ул. Парковая 1, стр.3, Технопарк "Саров"



saec.ru



info@saec.ru



+7 (831) 469-03-41



Саровский
Инженерный Центр