

KOMPASFLOW

базовые задачи вычислительной гидрогазодинамики

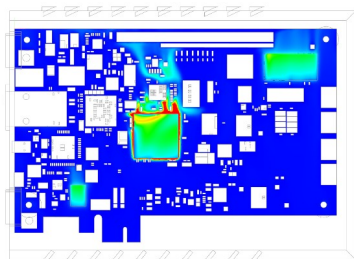


СОДЕРЖАНИЕ

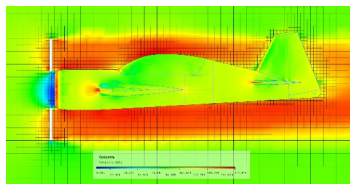
- 1** Информация о продукте
- 2** Возможности продукта
- 3** Этапы решения задач
- 4** Примеры кейсов
- 5** Прямая и обратная задача проектирования

KompasFlow

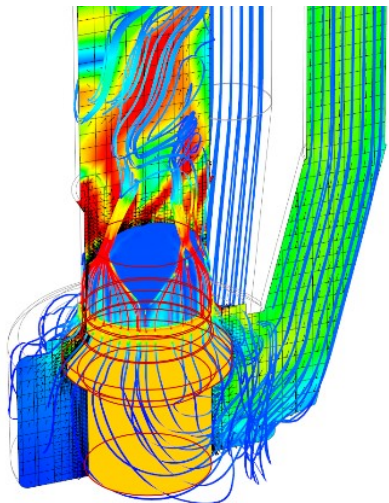
ОСНОВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ



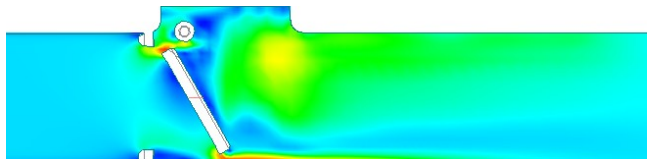
тепловой режим РЭА



аэродинамика самолёта



течение в запорной арматуре



гидродинамика шиберной заслонки

Геометрия – из КОМПАС-3D

Материалы – вручную либо из базы веществ

Задание граничных условий

Автоматическое построение расчётной сетки

Обработка и визуализация результатов расчёта

Течение однокомпонентного газа

внешняя аэродинамика

течение в вентканалах

циркуляция воздуха в помещениях

Течение жидкости

потери в трубах, запорной арматуре

течение в теплообменниках

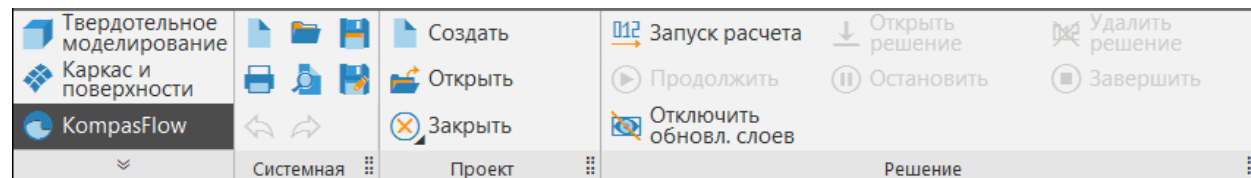
Теплопроводность и естественная конвекция с учетом лучистого теплообмена

охлаждение электротехники

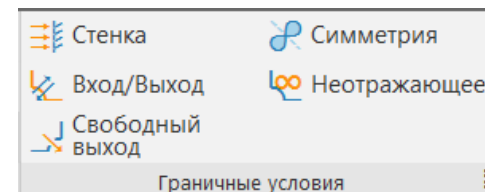
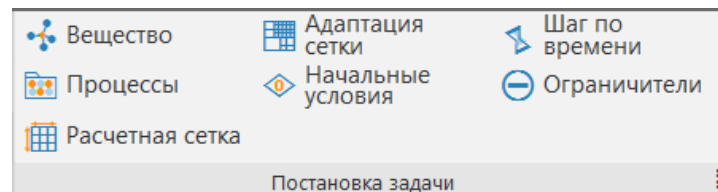
тепловой режим помещений и кабин

ПАНЕЛЬ ИНСТРУМЕНТОВ

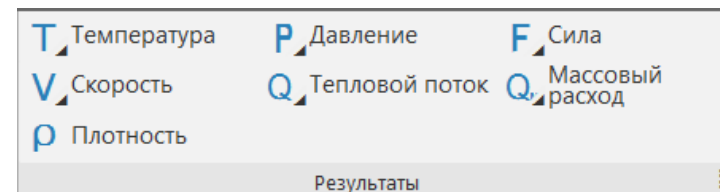
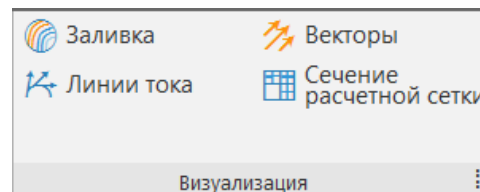
Управление проектом
и процессом решения задачи



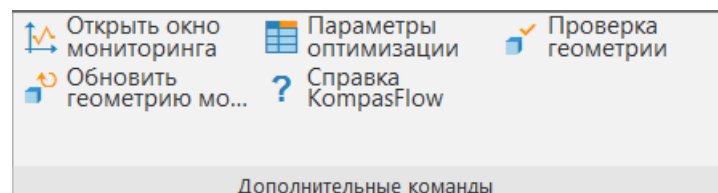
Постановка задачи
Задание граничных условий



Визуализация
Анализ результатов расчётов



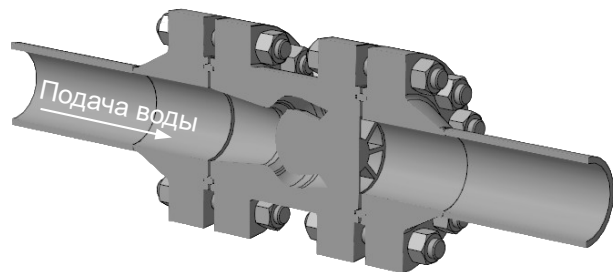
Системные инструменты



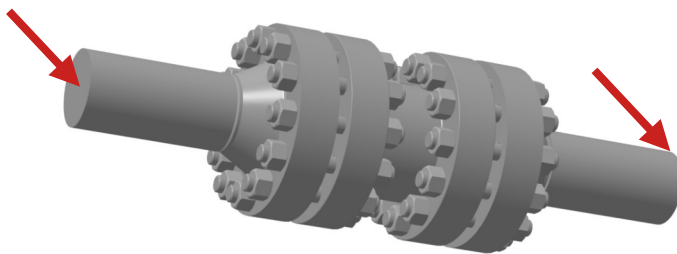
ЭТАПЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

Подготовка геометрии

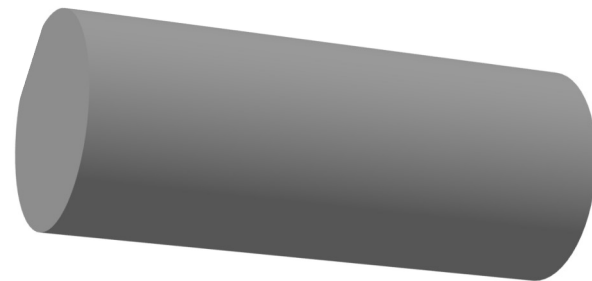
Задача: Моделирование течения воды на участке трубопровода с клапаном.
Определение гидравлического сопротивления участка.



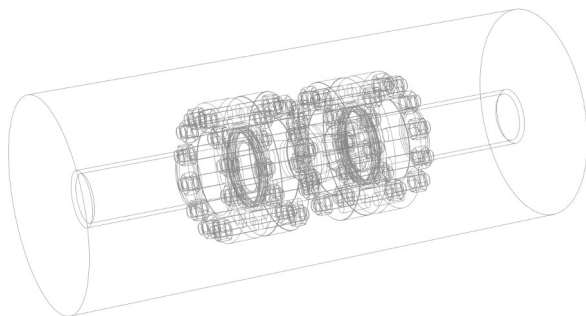
1. Исходная геометрия



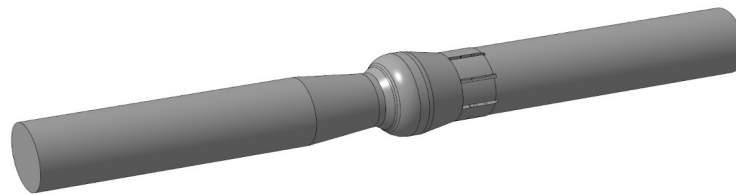
2. Закрытие торцов



3. Создание внешнего цилиндра



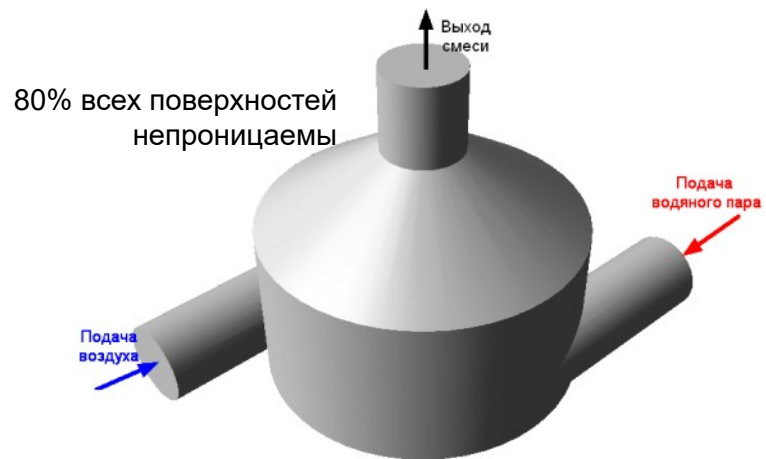
4. Представление контурными линиями



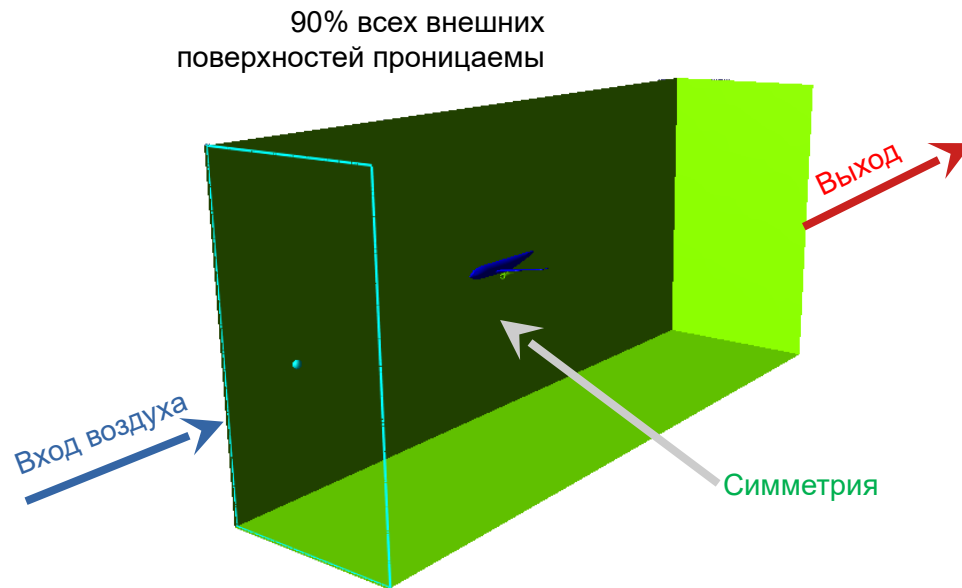
5. Выполнение булевого вычитания

ЭТАПЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

Построение расчётной сетки



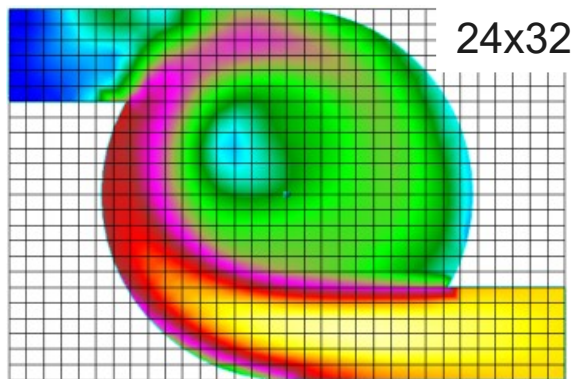
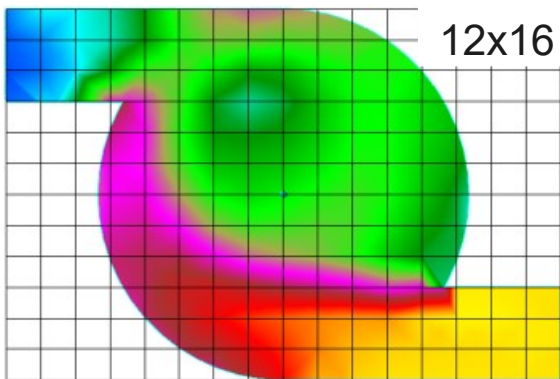
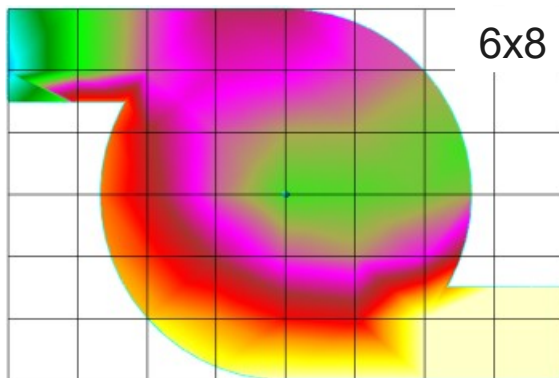
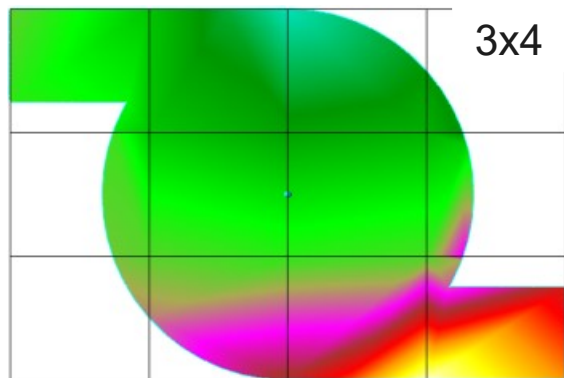
Внутренняя задача



Внешняя задача

ЭТАПЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

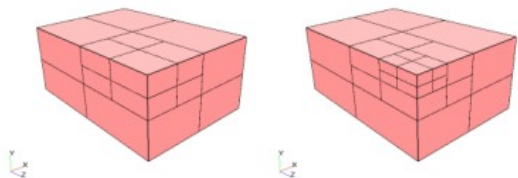
Построение расчётной сетки



Сходимость по расчётной сетки
Влияние степени сгущения
сетки на конечный результат

ЭТАПЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

Построение расчётной сетки



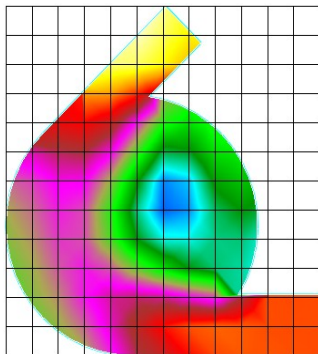
Деление элемента пополам
по каждому направлению

Панель свойств KompasFlow	
Расчетная сетка	
Начальная сетка	
nX	20
nY	20
nZ	30
Адаптация по решению	Да
Начало	10
Длительность	2
Периодичность	10
Переменная	Давление
Адаптировать по градиенту	Да
Макс. количество ячеек	100000
Макс. уровень	2

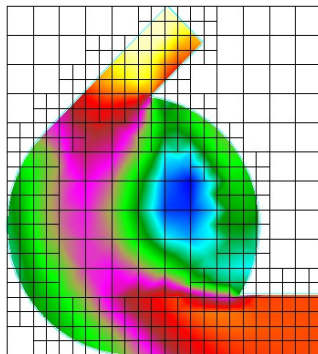
Адаптация сетки по градиенту

Панель свойств KompasFlow	
Расчетная сетка	
Начальная сетка	
nX	20
nY	20
nZ	30
Адаптация по решению	Да
Начало	10
Длительность	2
Периодичность	10
Переменная	Давление
Адаптировать по градиенту	Нет
Значение	150000
Макс. количество ячеек	100000
Макс. уровень	2

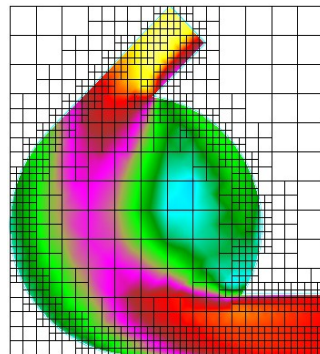
Адаптация сетки по значению



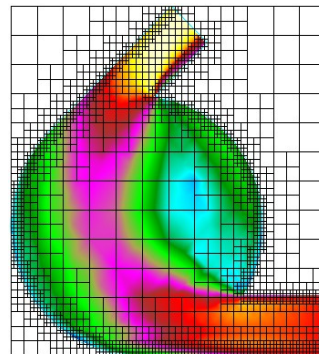
1 уровень



2 уровень

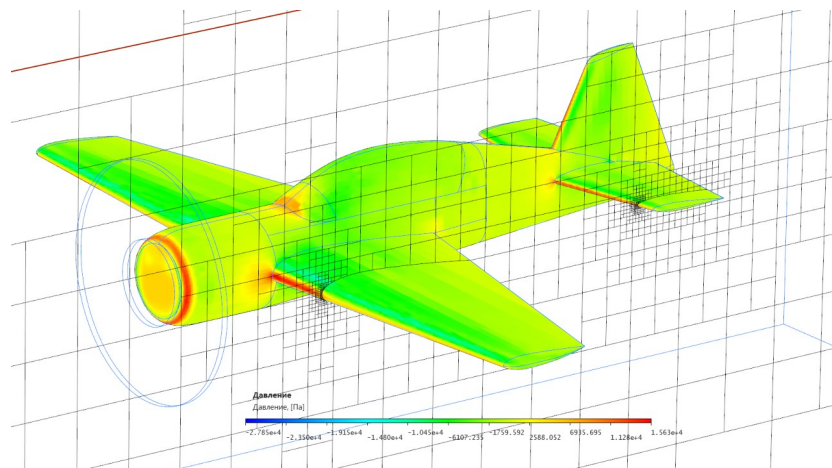


3 уровень



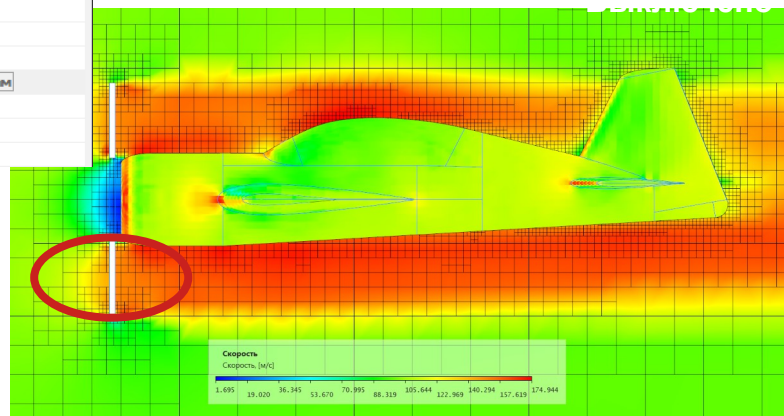
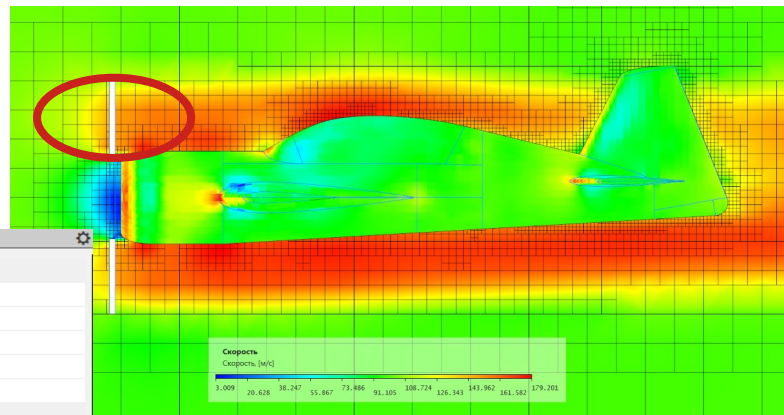
ЭТАПЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

Адаптация сетки по острым кромкам и кривизне



Адаптация по кривизне поверхности

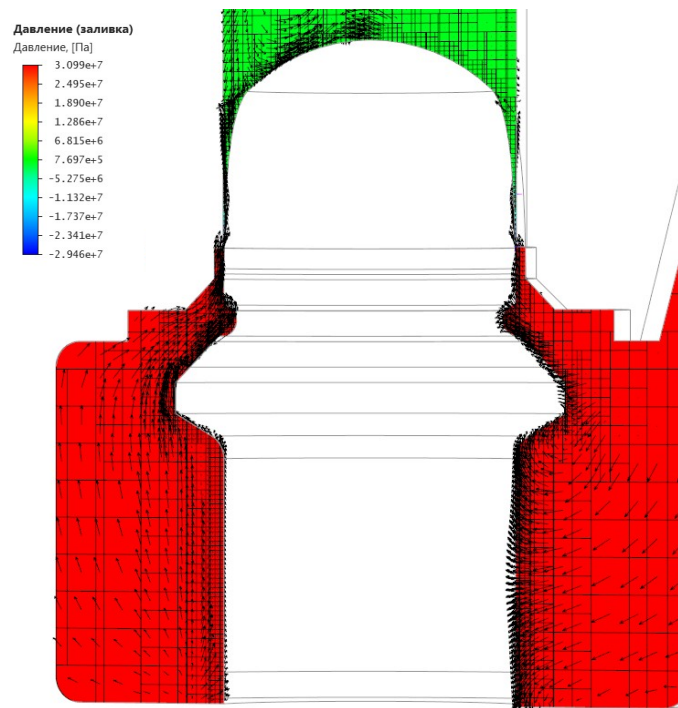
Панель свойств KompasFlow	
Самолет	
Название	Самолет
Активно	Да
Граничное условие	Самолет
Уровень	2
Количество слоев	3
Адаптация по кривизне	
Включить	Да
Доп. макс. уров...	5
Макс. угол	15
Верхний предел	120
Адаптация по острым ребрам	
Включить	Нет
Доп. макс. уров...	1
Угол острого ре...	60



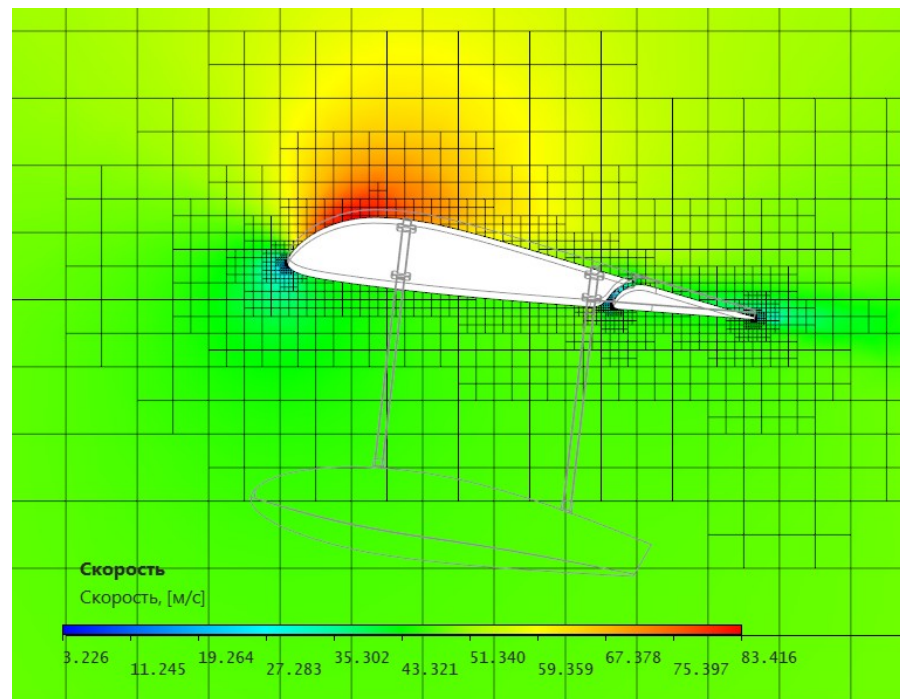
Адаптация по острым рёбрам

ЭТАПЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

Адаптация сетки по острым кромкам и кривизне



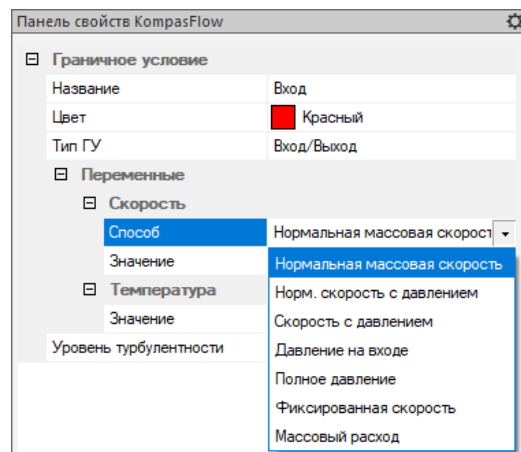
Течение в окрестности запорного клапана



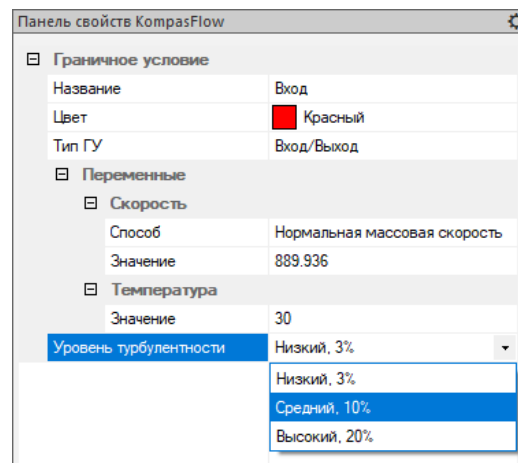
Обтекание крыла с закрылком

ЭТАПЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

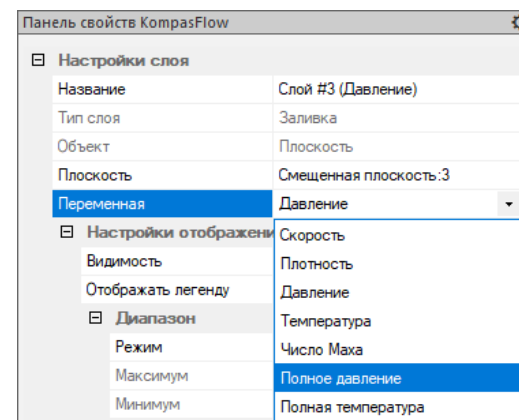
Задание граничных условий



Тип граничного условия



Задание уровня
турбулентности потока на входе



Переменные

ЭТАПЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

Задание граничных условий

Параметры

Новое Граничное Условие

Название ГУ: Стенка #1

Цвет: [Выбор цвета]

Набор граней:

Укажите грани

^ Переменные

Шероховатость: 0

Стенка

Параметры

Новое Граничное Условие

Название ГУ: Симметрия #1

Цвет: [Выбор цвета]

Набор граней:

Укажите грани

Симметрия

Параметры

Новое Граничное Условие

Название ГУ: Вход/Выход #1

Цвет: [Выбор цвета]

Набор граней:

Укажите грани

^ Скорость

Способ: Норм. скорость с давлением

Давление: 0

Скорость: 0

Вход/Выход

Параметры

Новое Граничное Условие

Название ГУ: Свободный выход #1

Цвет: [Выбор цвета]

Набор граней:

Укажите грани

^ Скорость

Давление: 0

Свободный выход

Параметры

Новое Граничное Условие

Название ГУ: Неотражающее #1

Цвет: [Выбор цвета]

Набор граней:

Укажите грани

^ Скорость

Давление на бесконечности: 0

Скорость - X: 0

Скорость - Y: 0

Скорость - Z: 0

Неотражающие

ЭТАПЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

Задание граничных условий

Панель свойств KompasFlow

Граничное условие

Название	Корпус
Цвет	Темно-серый
Тип ГУ	Стенка
Шероховатость	6

Переменные

Температура

Способ	Внешний теплообмен
T внешней среды	60
Козф. теплоотдачи	20
Степень черноты	0.9
Количество слоев	2

Слой 1

Толщина слоя	0.002
Теплопроводность слоя	236

Слой 2

Толщина слоя	0.05
Теплопроводность слоя	80

Панель свойств
для ГУ внешний теплообмен

Панель свойств KompasFlow

Граничное условие

Название	Чип1
Цвет	Синий
Тип ГУ	Стенка
Шероховатость	0

Переменные

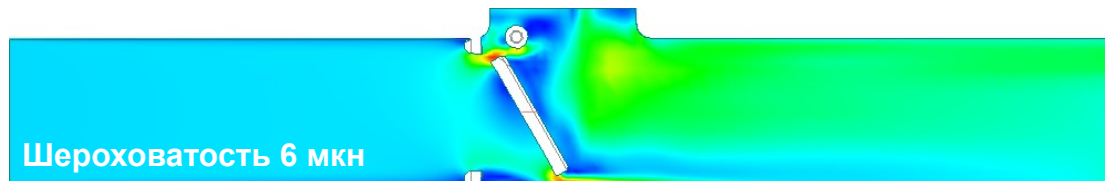
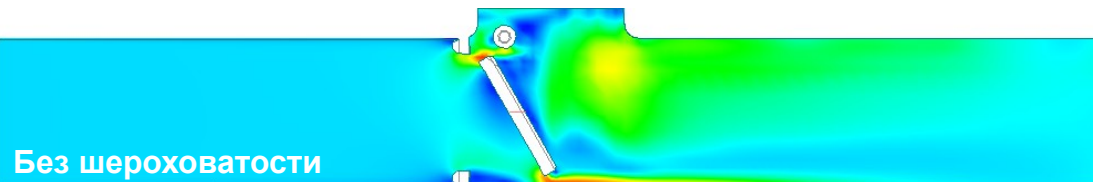
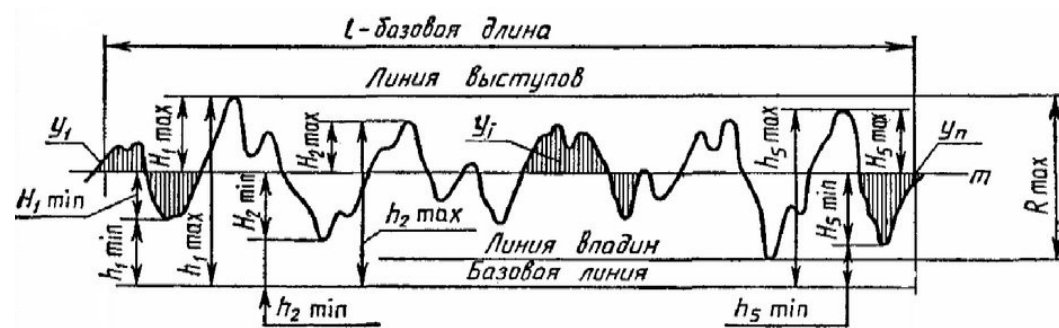
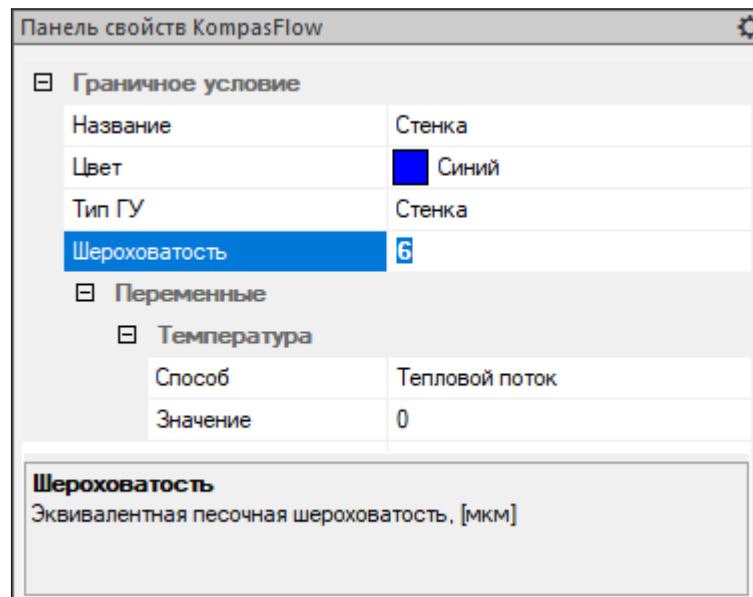
Температура

Способ	Радиационное равновесие
Поток энергии	500
Степень черноты	0.9
T_Inf	100

Панель свойств
для ГУ радиационный теплообмен

ЭТАПЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

Задание граничных условий



Задание
песочной эквивалентной шероховатости

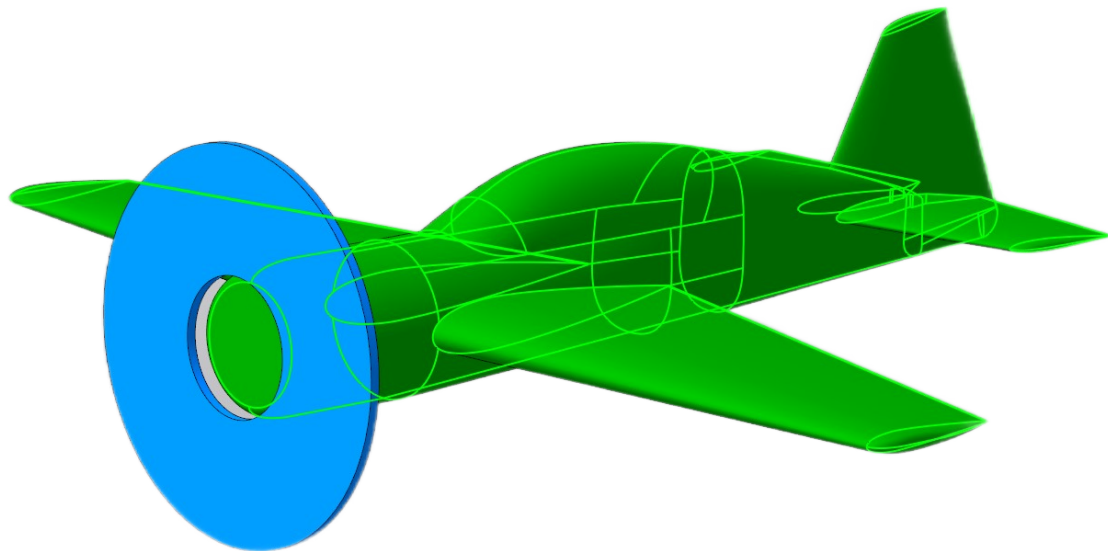
ЭТАПЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

Внешняя задача (дозвуковое и сверхзвуковое обтекание)

Панель свойств KompasFlow

Глобальные параметры

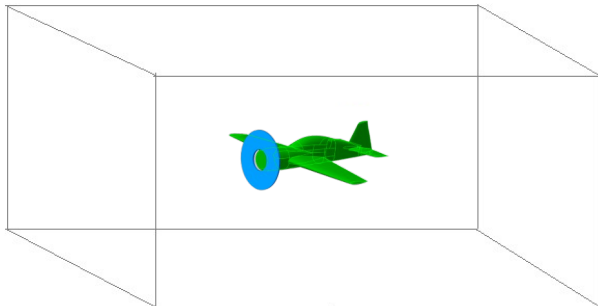
Опорное давление	101000
Опорная температу...	273
Вектор гравита...	0, 0, 0
Учет гидростатики	Нет
Толерантность гео...	1e-08
Внешняя задача	Да
ГУ внешней области	Да
	Нет
Внешняя задача	Да
ГУ внешней области	Неотражающие
	Неотражающие
	Вход/Выход



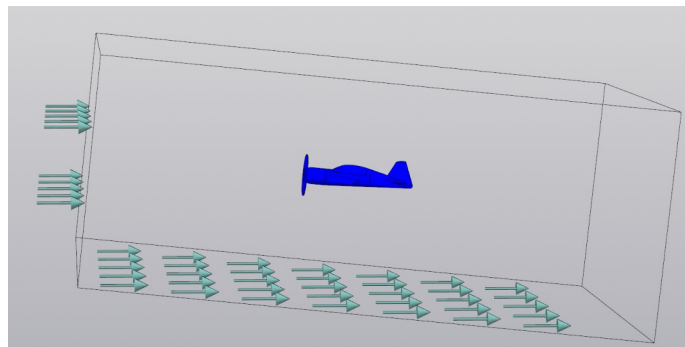
Исходная твердотельная модель
без булевого вычитания из области расчета

ЭТАПЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

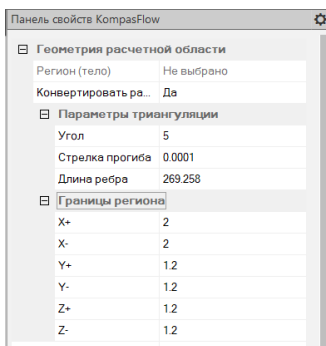
Внешняя задача (дозвуковое и сверхзвуковое обтекание)



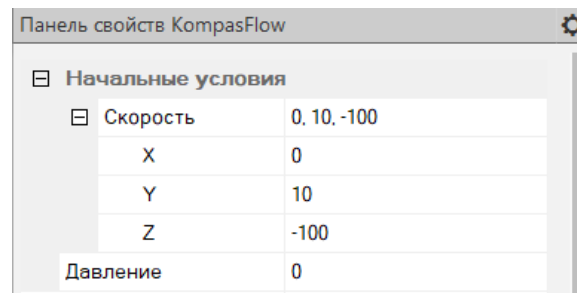
Внешние границы расчетной области создаются автоматически



Отображение направления скорости набегающего потока



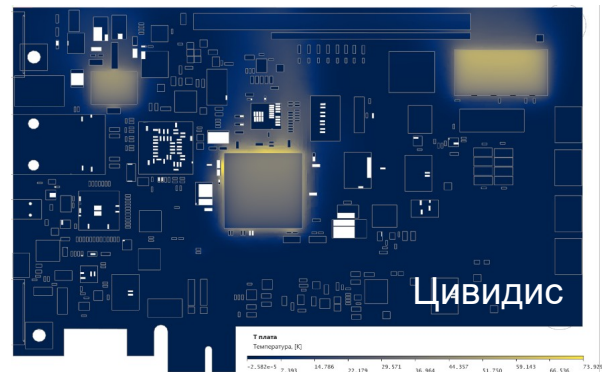
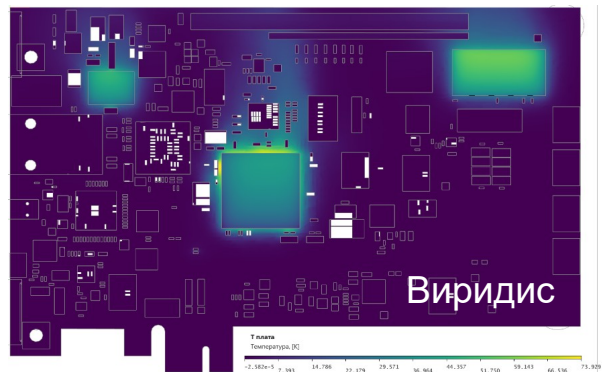
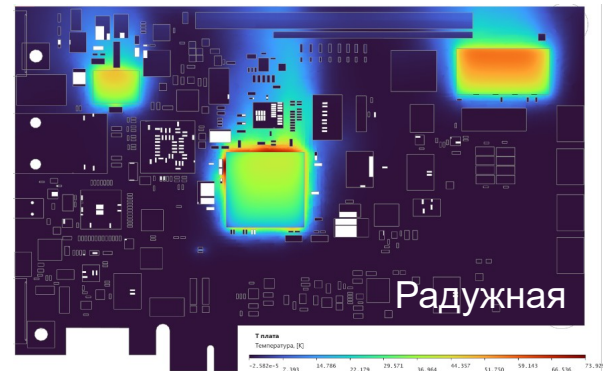
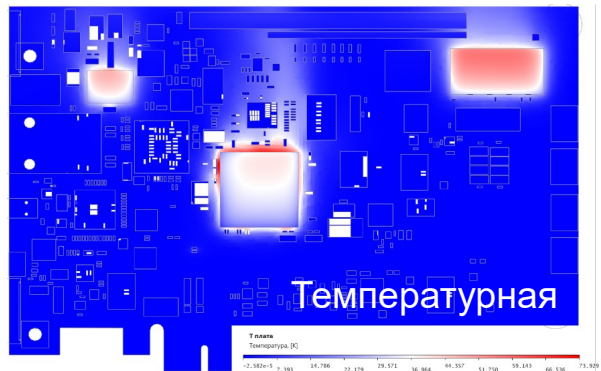
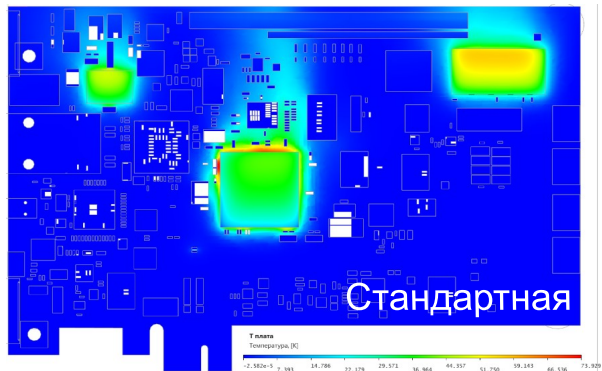
Задание размеров пользователем



Задание режима полета

ЭТАПЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

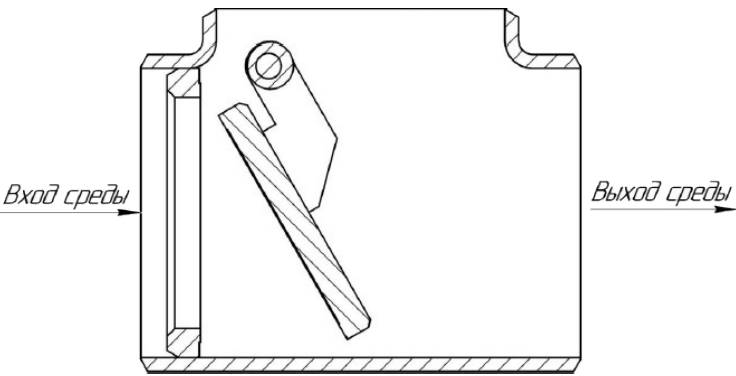
Визуализация результатов



ПРЯМАЯ ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Постановка задачи

Моделирование течения пара через запорный клапан



Входные параметры:

Режим	1	2
Рабочее вещество	Пар (база веществ KompasFlow)	
Расход, кг/с	8,33	25
Температура газа, °K	653,15	633,15
Давление на входе, МПа	3	1,5

Результат расчета:

Перепад давления на входе/выходе.

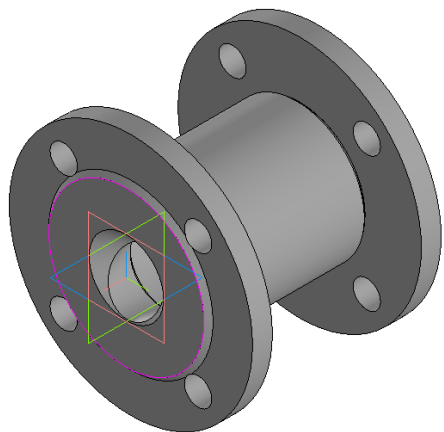
Поиск оптимального угла захлопки, соответствующей параметрам одновременно :

Перепад давления $\geq 9806,65$ Па (Режим 1), перепад давления $\leq 235359,6$ Па (Режим 2)

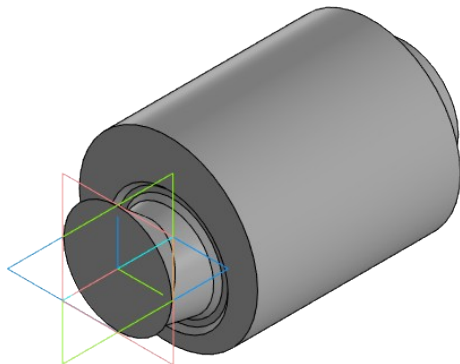
ПРЯМАЯ ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Подготовка геометрии

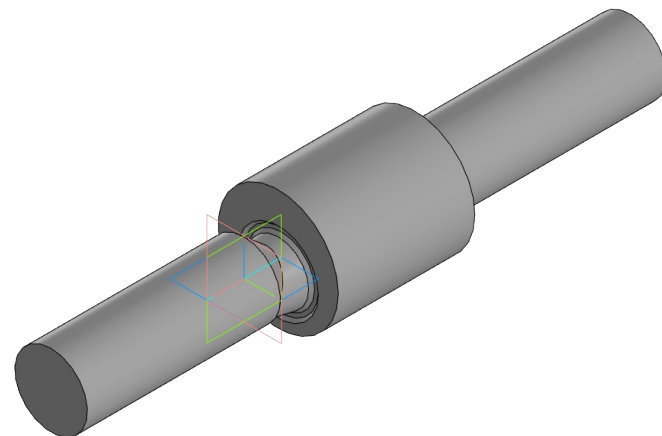
Создание проточной части и добавление входного и выходного участка трубы



1. Создание геометрии



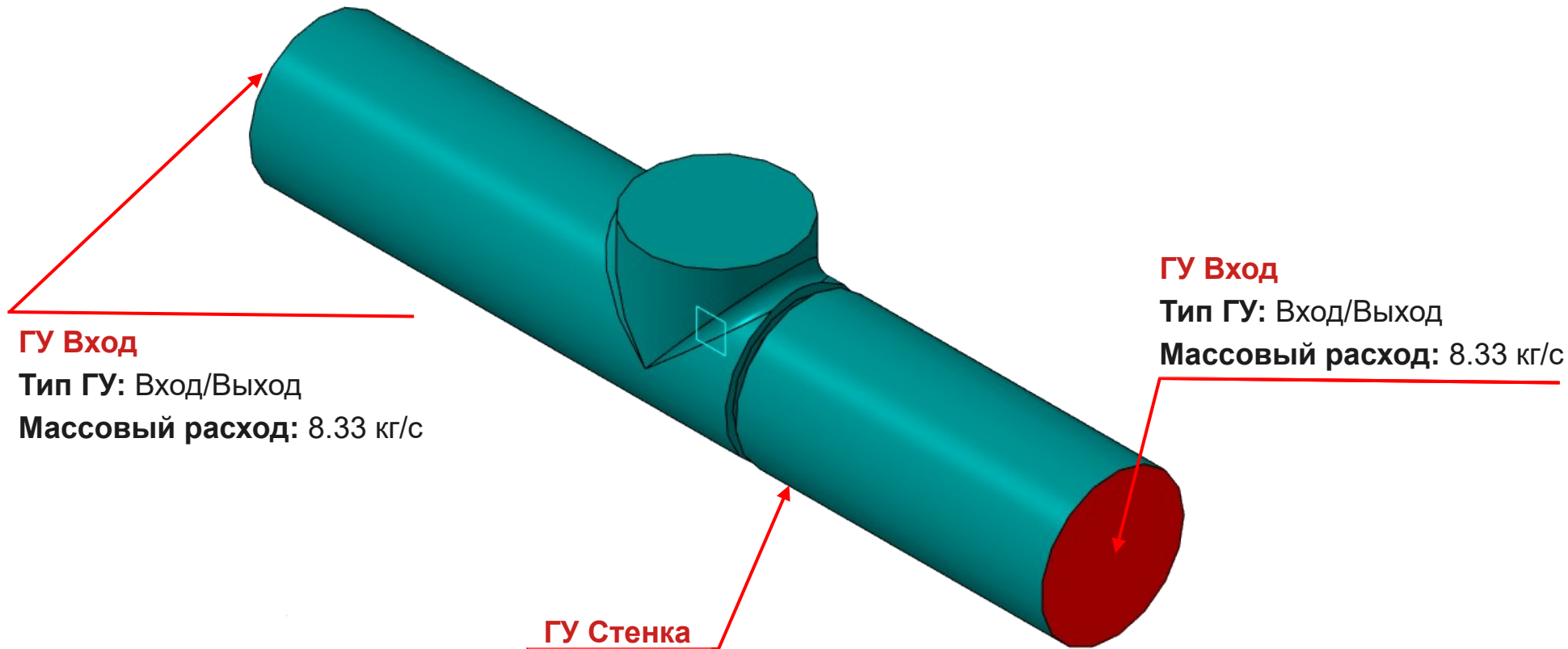
2. Промежуточные операции



3. Добавление входной и выходное
трубы

ПРЯМАЯ ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

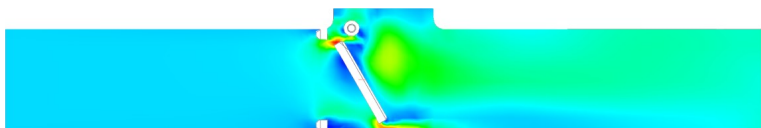
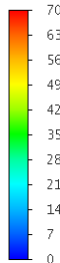
Задание граничных условий



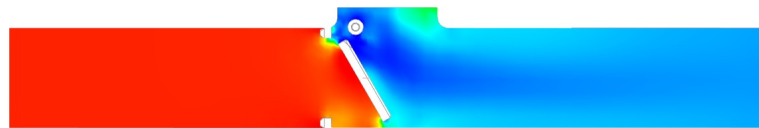
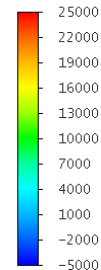
ПРЯМАЯ ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Результаты расчёта

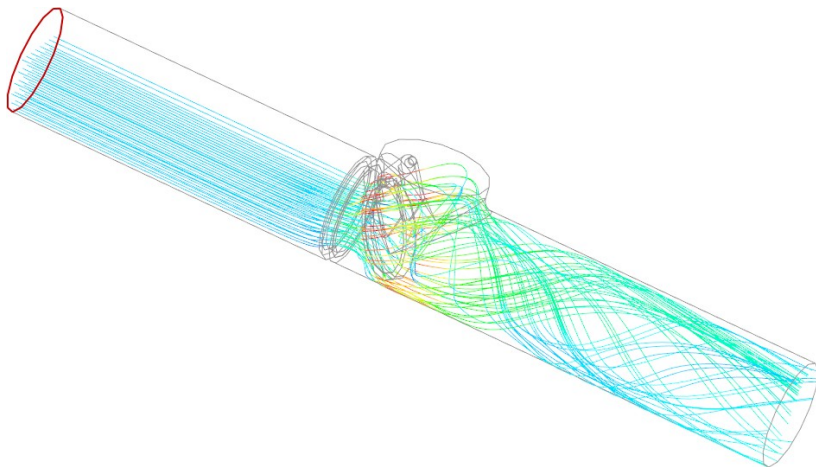
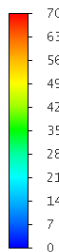
Скорость
Скорость, [м/с]



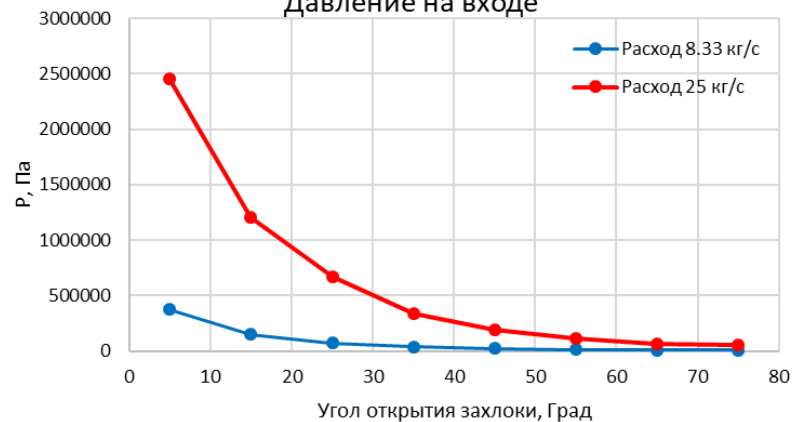
Давление
Давление, [Па]



Скорость
Скорость, [м/с]



Давление на входе



ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Теория

Тип задачи, когда значения параметров проектируемой технической системы (устройства), режимов ее работы должны быть получены в результате проведения вычислительных экспериментов.

Полученные параметры должны обеспечить заданные характеристики для проектируемой системы

Примеры:

Определение геометрических параметров системы вентиляции и режимов ее работы, обеспечивающих равный расход воздуха через патрубки подачи воздуха

Определение геометрических параметров изделия, обеспечивающих заданный коэффициент запаса прочности

ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ

Теория

Поиск комбинации параметров системы, при которых целевая функция (характеристики системы) достигает экстремального значения.

Параметры системы (объекта), обеспечивающих достижение экстремум целевой функции, называются оптимальными.

Параметры системы должны быть непрерывными в заданном диапазоне поиска.

Примеры:

- Определение оптимальных геометрических параметров лопаточной машины, обеспечивающих максимально возможный К.П.Д.
- Определение геометрических параметров системы вентиляции и режимов ее работы, обеспечивающих максимальный теплоотвод с заданной поверхности при минимальном расходе воздуха.

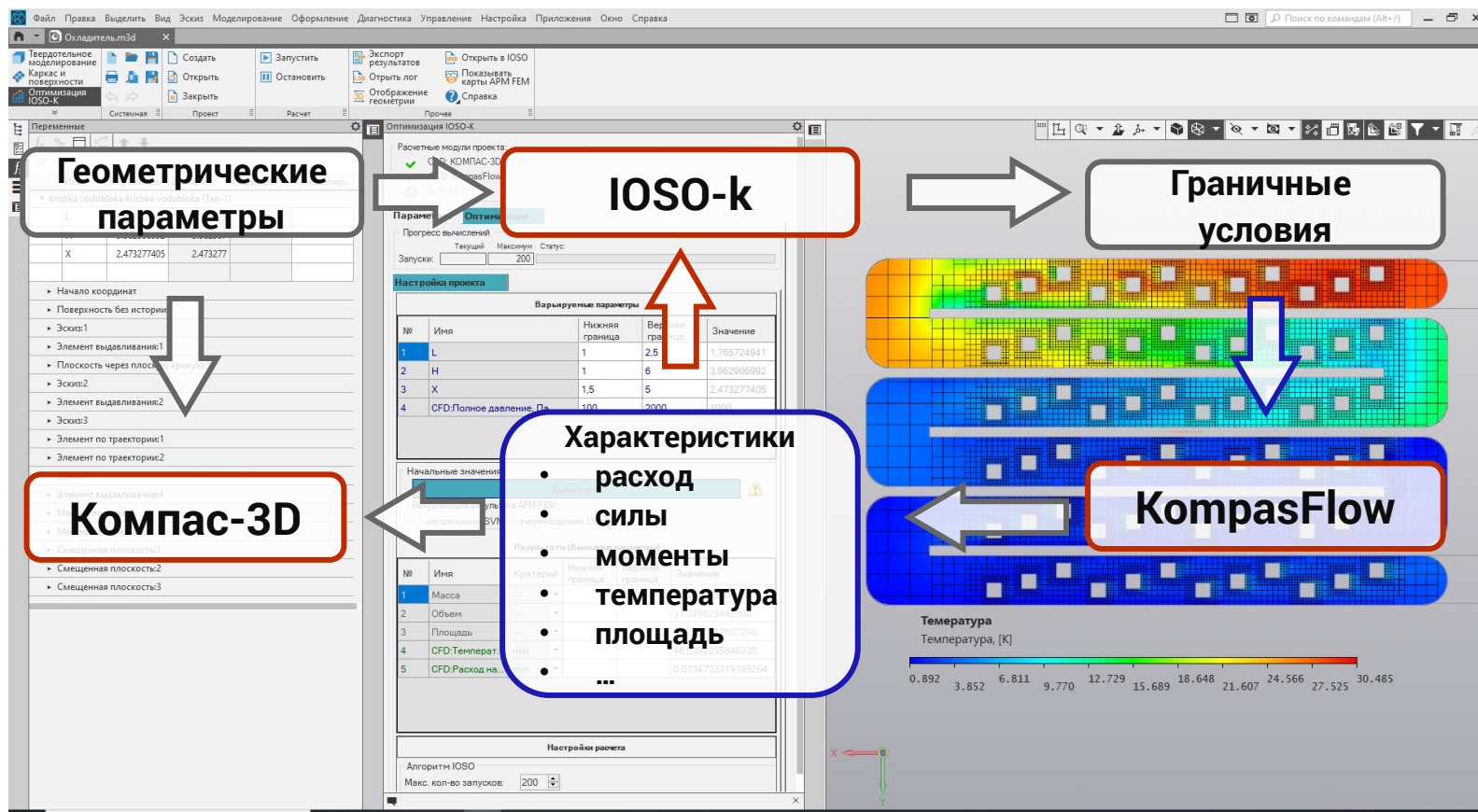
ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ

Теория

В задаче параметрической оптимизации используются:

- **Входные параметры** – геометрические параметры системы или режимов, которые изменяются в заданном диапазоне или задаваться константой
Варьируемые параметры – входные параметры, изменяемые в заданном диапазоне
- **Выходные характеристики** – характеристики системы, полученные в результате её численного моделирования
Критерии – выходные характеристики, выбранные при решении задачи оптимизации, как целевые и достижение предельных значений которых является задачей оптимизации
Ограничения – граничные значения накладываемые на выходные характеристики, которые должны соблюдаться при нахождении оптимальных значений параметров моделируемой системы

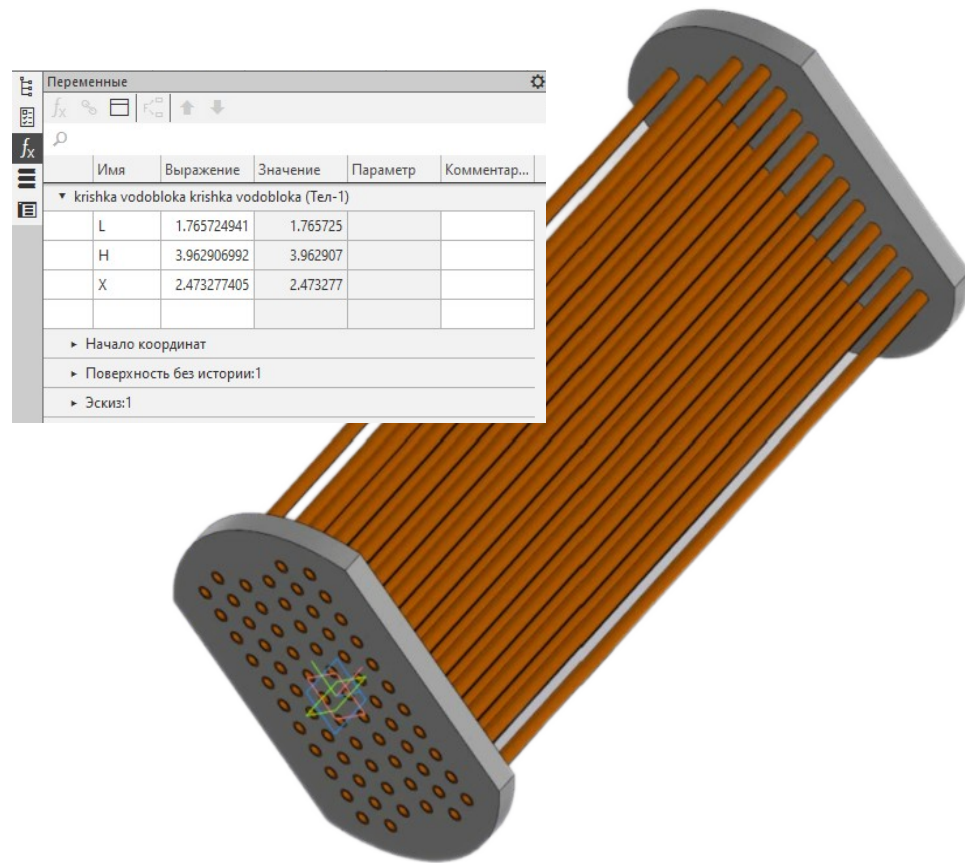
ПРИЛОЖЕНИЕ IOSO-K



ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ

Параметризация геометрии

Создание геометрической модели системы (объекта) с использованием параметров элементов модели и соотношений между этими параметрами.

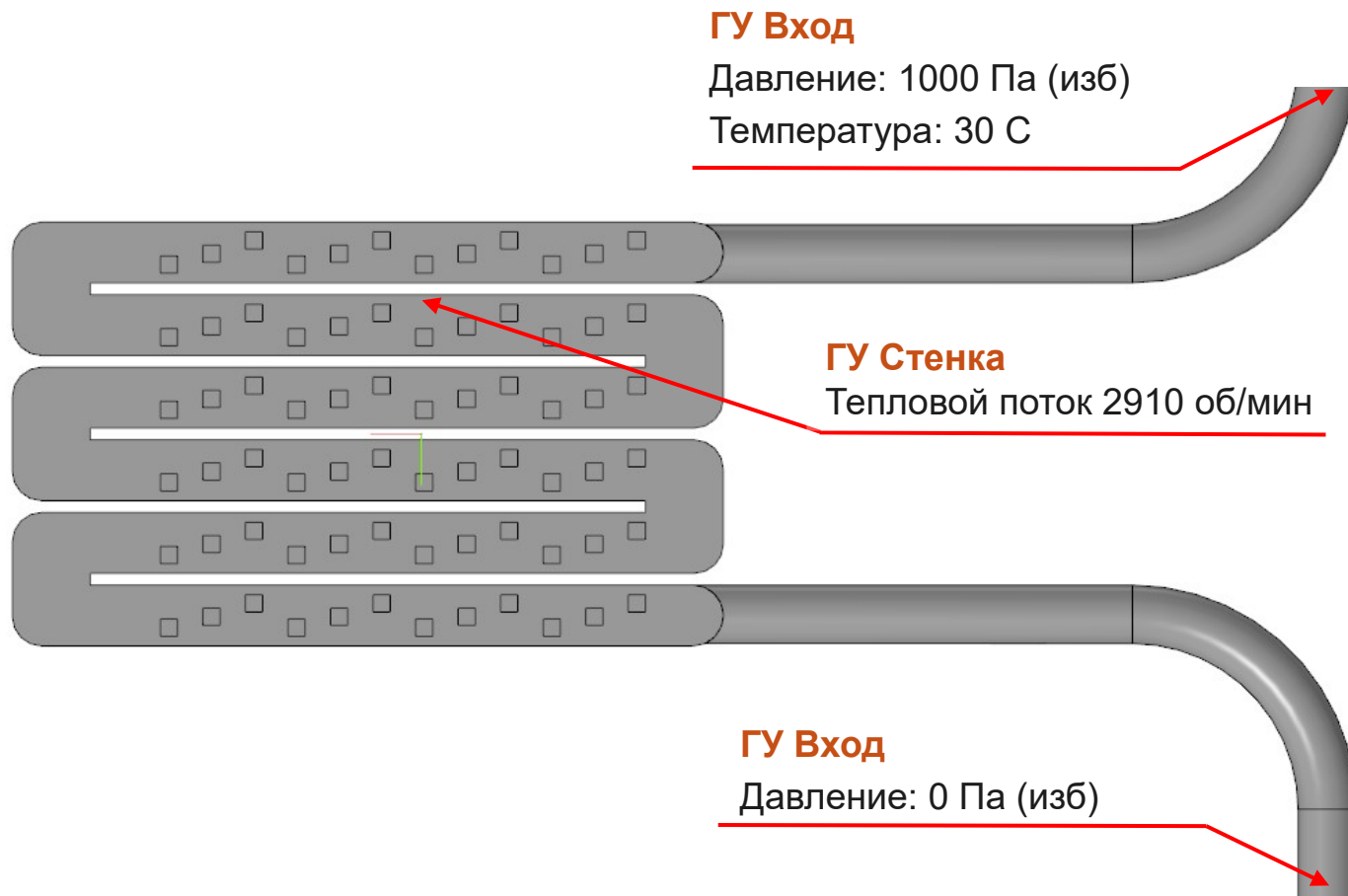


ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Задание граничных условий

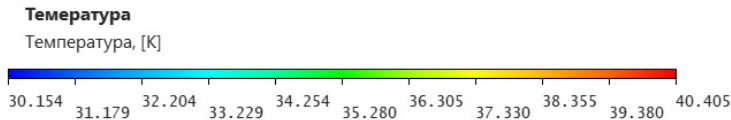
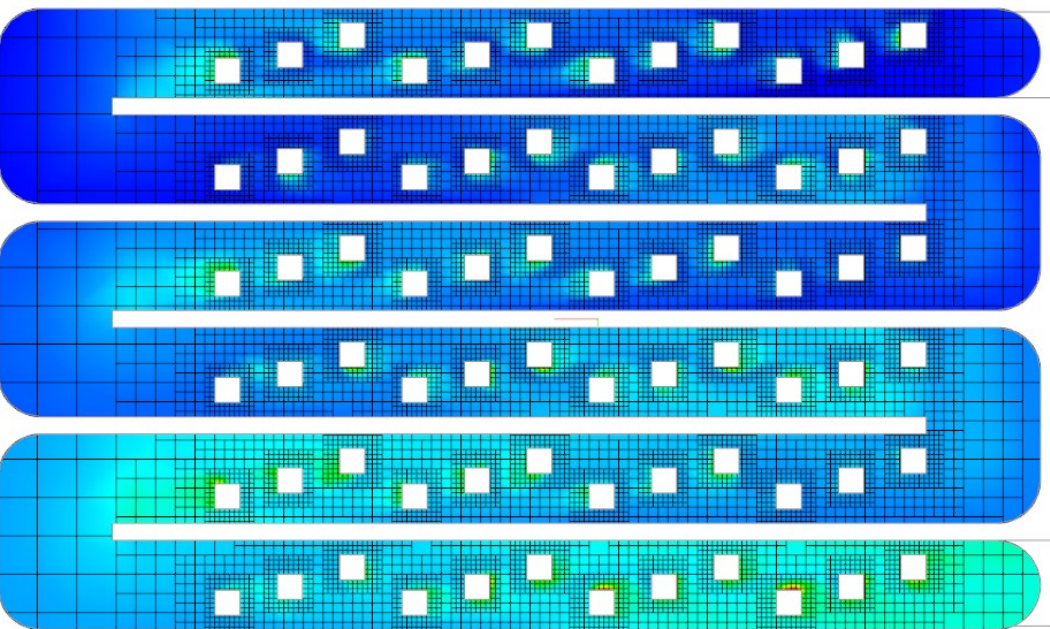
Требуется:

Определить геометрические параметры решетки охлаждения для получения минимальной температуры на стенке при обеспечении минимального расхода жидкости



ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Отладка параметров задачи



Панель свойств KompasFlow	
Параметры расчета	
CFL	200
Макс. шаг по времени	0.1
Моделируемое время	5
Частота сохранений	50

Панель свойств KompasFlow	
Адаптация #1	
Название	Адаптация #1
Активно	Да
Граничное условие	Шашечки тепло
Уровень	2
Количество слоев	3
Адаптация по кривизне	
Адаптация по острым ребрам	
Включить	Да
Доп. макс. уровень	1
Угол острого ребра	60

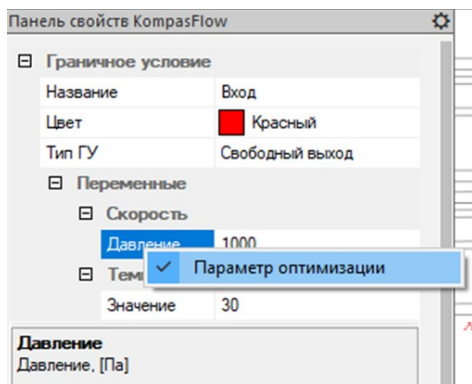


ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

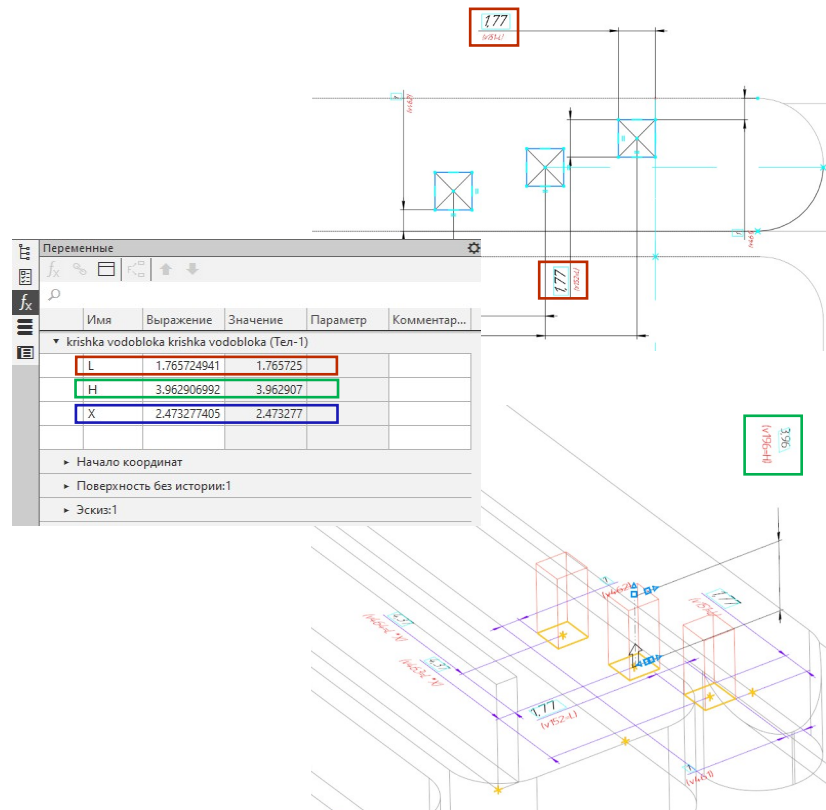
Варьируемые параметры

Настройка проекта				
Варьируемые параметры				
№	Имя	Нижняя граница	Верхняя граница	Значение
1	L	1	2.5	1.765724941
2	H	1	6	3.962906992
3	X	1.5	5	2.473277405
4	CFD:Полное давление, Па	100	2000	1000

Все параметры



Механические параметры



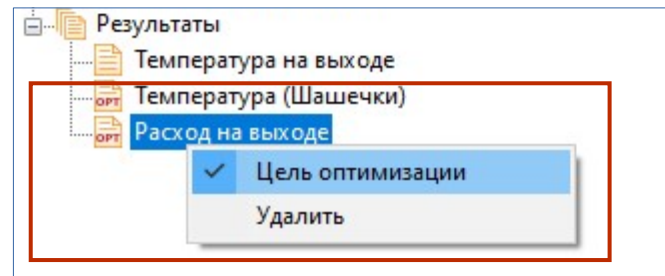
Геометрические параметры

ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Задание критерия оптимизации в IOSO-k:

- обеспечить MIN температуру решетки охлаждения
- обеспечить MIN охлаждающей жидкости

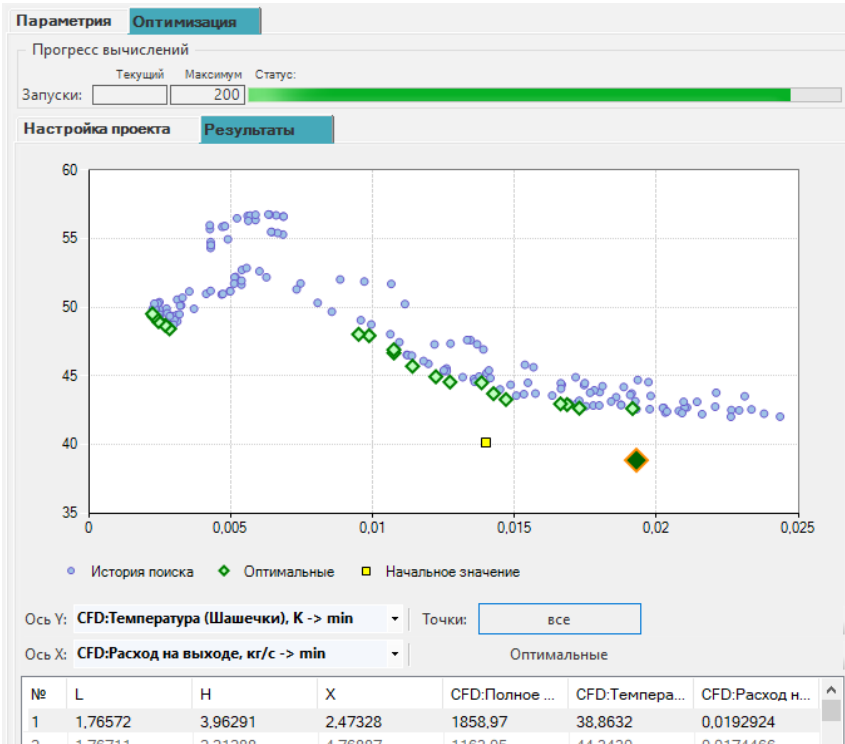
Результаты (Выходные параметры)					
№	Имя	Критерий	Нижняя граница	Верхняя граница	Значение
1	Масса	—			245,465657046692
2	Объем	—			31,245628442808
3	Площадь	—			201,991712507299
4	CFD:Температ...	min			46,5399295846238
5	CFD:Расход на...	min			0,0134733319195264



Выбор критерия оптимизации
в KompasFlow

ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

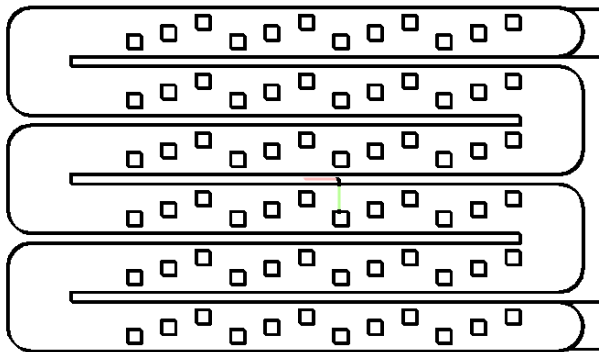
Результаты



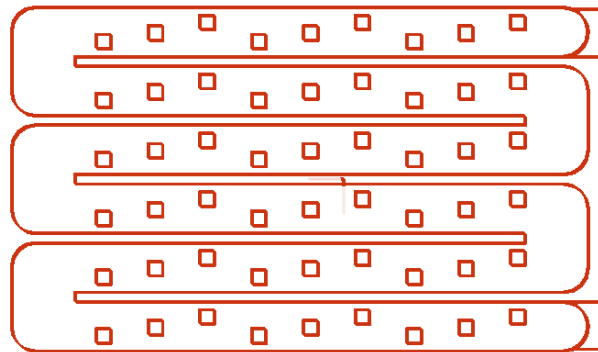
Ось Y:	CFD:Температура (Шашечки), К -> min	Точки:	все			
Ось X:	CFD:Расход на выходе, кг/с -> min	Оптимальные				
№	L	H	X	CFD:Полное ...	CFD:Темпера...	CFD:Расход н...
28	1,47432	5,35943	2,69279	1288,61	44,9705	0,0137494
29	2,20484	2,59467	1,50000	2000,00	42,7111	0,0210755
30	1,000000	6,00000	1,50000	314,294	52,2303	0,00516180
31	1,000000	4,66573	1,50000	2000,00	43,4600	0,0185771
32	1,000000	4,03230	5,00000	1979,38	42,7092	0,0209909
33	1,41791	3,82521	5,00000	1933,41	42,4579	0,0207872
34	1,73723	3,55765	2,63360	1989,44	42,3022	0,0209032
35	1,60972	6,00000	1,85987	100,0000	48,9697	0,00244647
36	2,50000	3,90573	5,00000	100,0000	51,1652	0,00353123
37	1,32510	6,00000	5,00000	187,866	50,9502	0,00467054
38	1,44084	6,00000	1,50000	100,0000	49,5325	0,00223132
39	1,77654	4,12184	2,71647	568,637	48,7584	0,00994354
40	2,50000	3,09308	1,50000	2000,00	42,2236	0,0216080
41	1,000000	6,00000	1,50000	109,524	49,8315	0,00248463
42	2,50000	6,00000	5,00000	113,284	49,4530	0,00308728
43	1,57749	1,000000	1,50000	1173,78	44,4830	0,0174732
44	1,89534	6,00000	1,50099	100,0000	49,8934	0,00223743
45	1,66394	5,86165	2,04137	100,0000	49,4783	0,00248797
46	1,34347	1,000000	1,50000	725,298	47,6158	0,0134467
47	1,81115	6,00000	5,00000	100,0000	48,9901	0,00310384
48	1,000000	1,000000	1,50000	152,765	56,6697	0,00558348
49	1,000000	1,000000	5,00000	100,0000	54,7660	0,00428252
50	1,58689	5,54162	1,50000	100,0000	50,3906	0,00247535
51	2,21863	2,96542	2,90670	1221,91	44,0742	0,0166332
52	2,50000	6,00000	5,00000	1698,03	43,6841	0,0153260
53	1,99655	3,25943	3,37527	1770,10	42,6874	0,0202561

ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

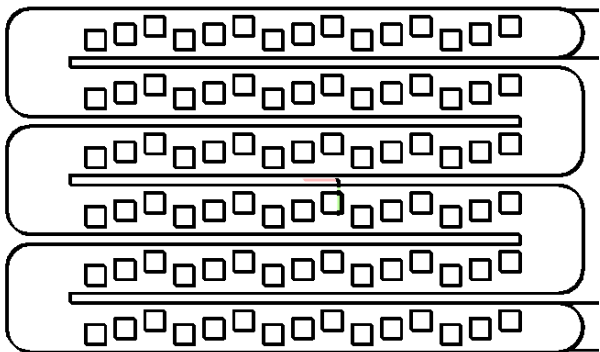
Результаты



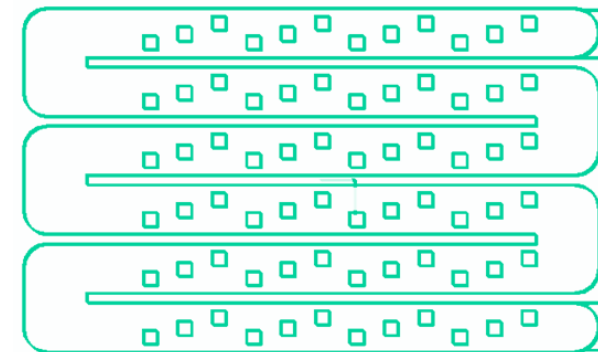
Исходная конструкция



Расход MIN – Температура MAX

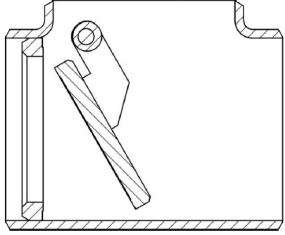


Решение



Расход MAX – Температура MIN

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ



Выход

См. Режим 2
2 параметра

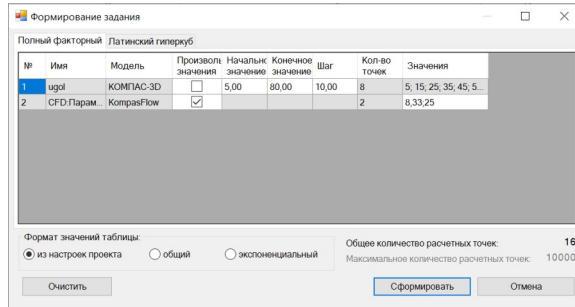
Расход на входе: 8,33 и 25 кг/с

Угол открытия заплюпки:
5 – 80 градусов

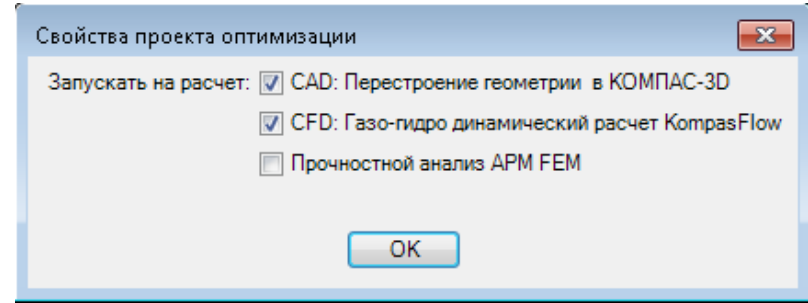
1. Исходные данные

Угол открытия заплюпки:
от 5 до 80 градусов (шаг 10)

Параметр Массовый расход:
8,33 и 25 кг/с

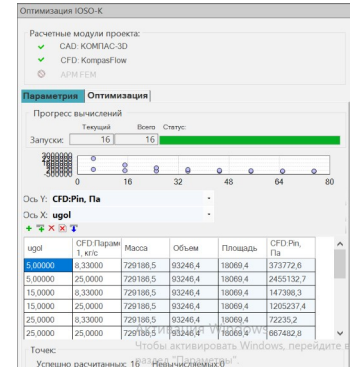


3. Генерация точек и выбор характеристик



2. Загрузка задачи со свойствами

Формируется таблица
и график результатов



4. Результаты расчёта

АСКОН объединяет решения для расчётов в комплексное решение

Санкт-Петербург
ул. Одоевского, дом 5, лит. «А»

