

SOLIDWORKS SUMMIT RUSSIA 2019

16 октября 2019 г.

Разработка методологии работы в SOLIDWORKS Simulation на примере методики моделирования автомобильных радиаторов

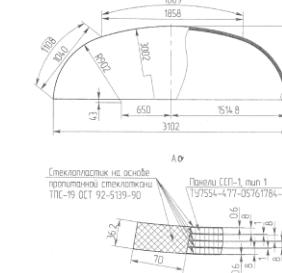
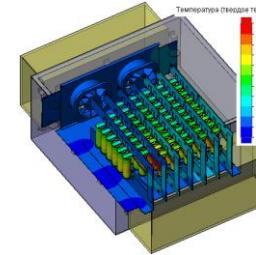
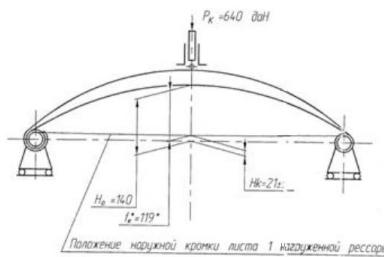


3DEXPERIENCE®

Алямовский Андрей Александрович, к.т.н.
Группа компаний SWR

SWR
Группа компаний

СОДЕРЖАНИЕ

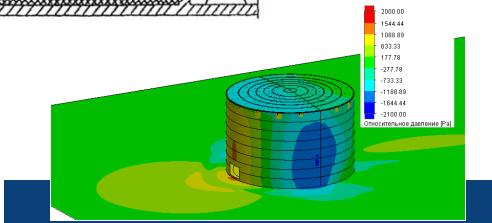
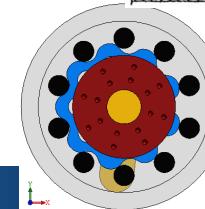
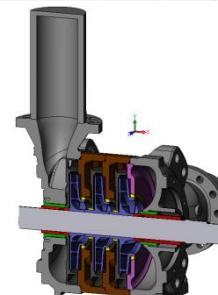
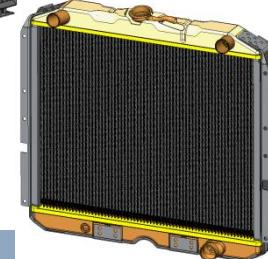
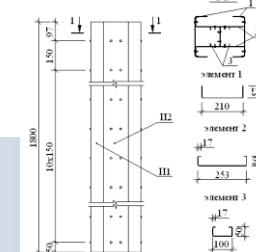
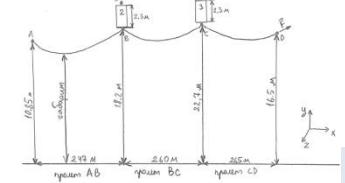
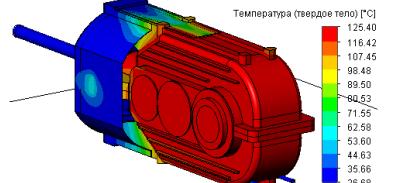
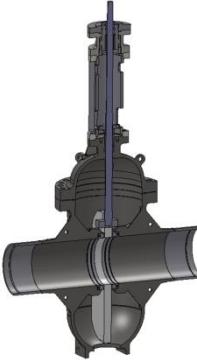
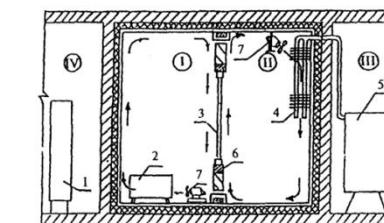
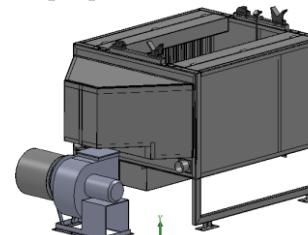
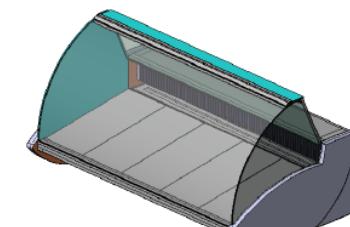
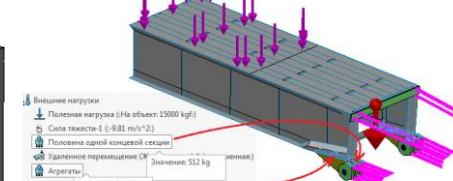
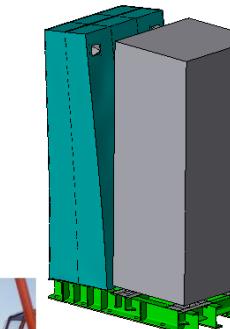
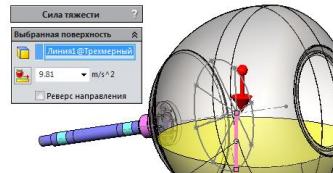
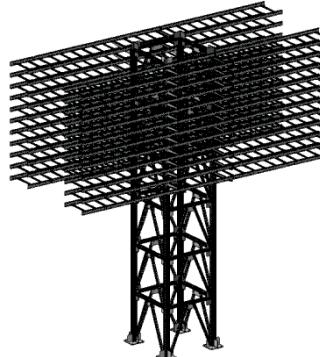


О КОМПАНИИ

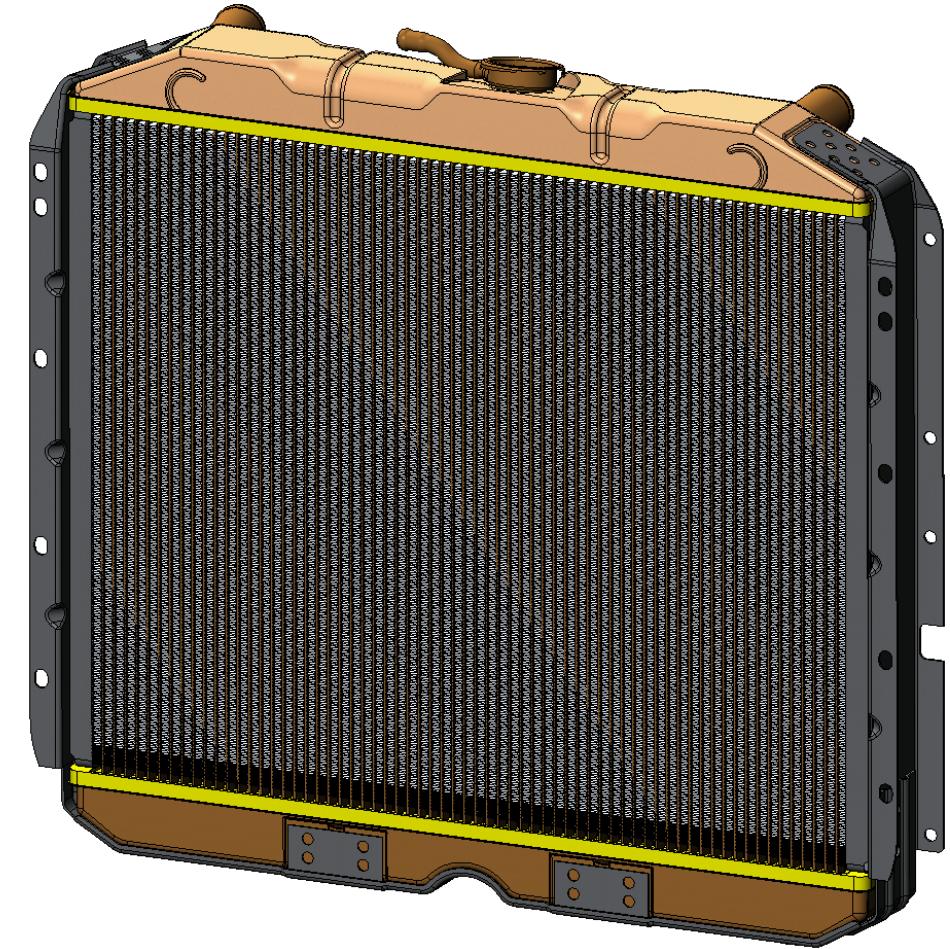
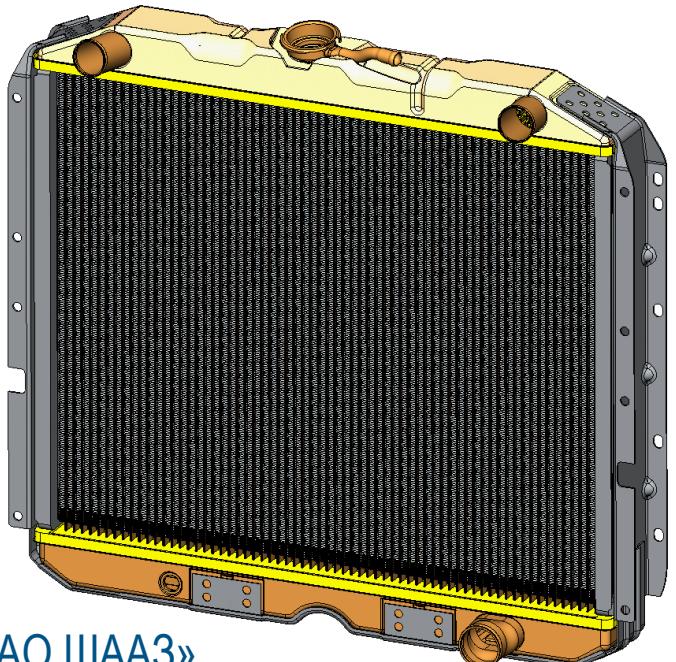
КОМПЕТЕНЦИИ

КЛИЕНТЫ

ЧТО МЫ МОЖЕМ ПРЕДЛОЖИТЬ ВАМ



Модель - гидродинамика



Чертежи и эксперимент предоставлены «ОАО ШААЗ»,
Шадринск

 **SOLIDWORKS**

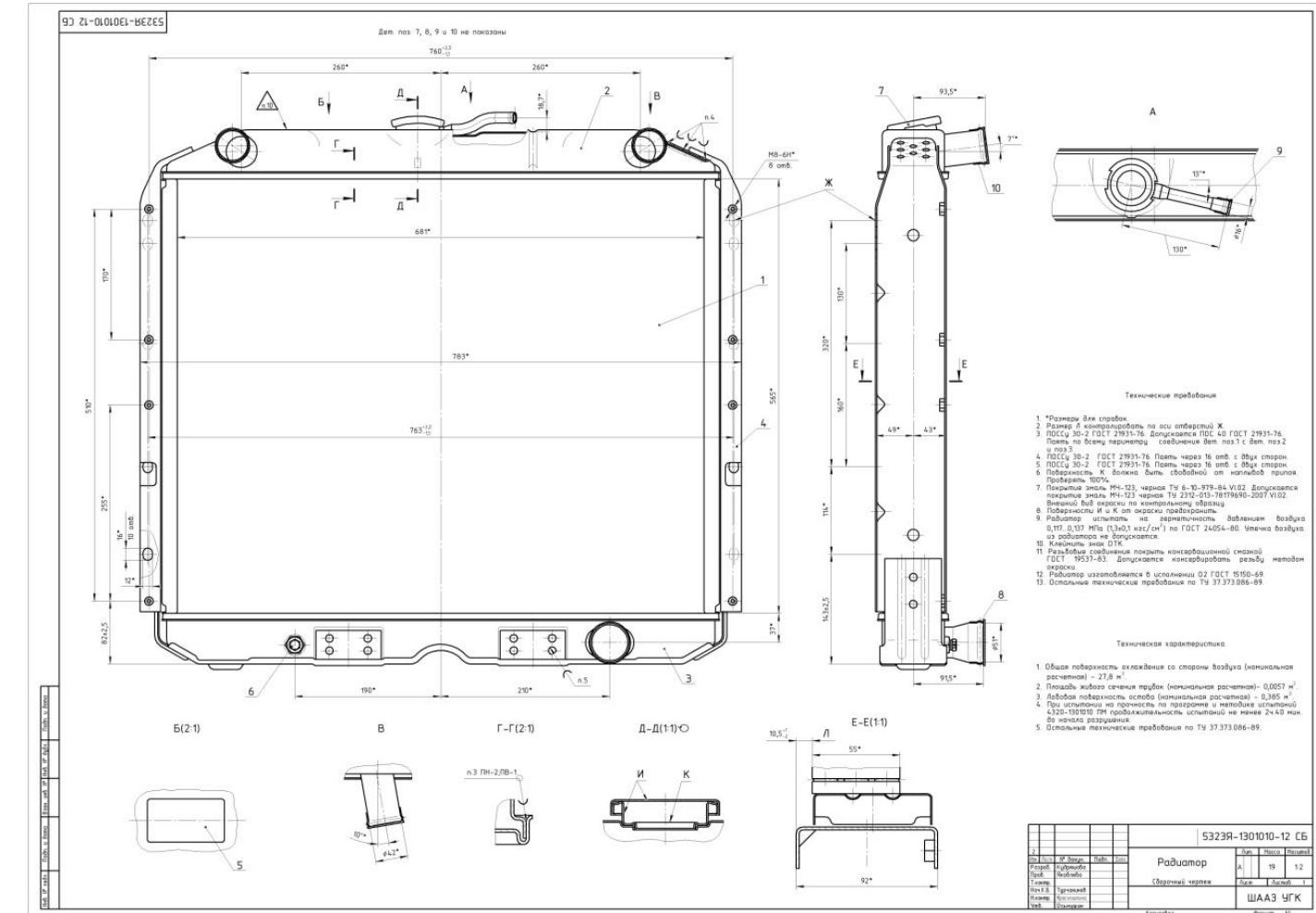
SWR
Группа компаний

 **DASSAULT SYSTEMES** | The **3DEXPERIENCE**® Company

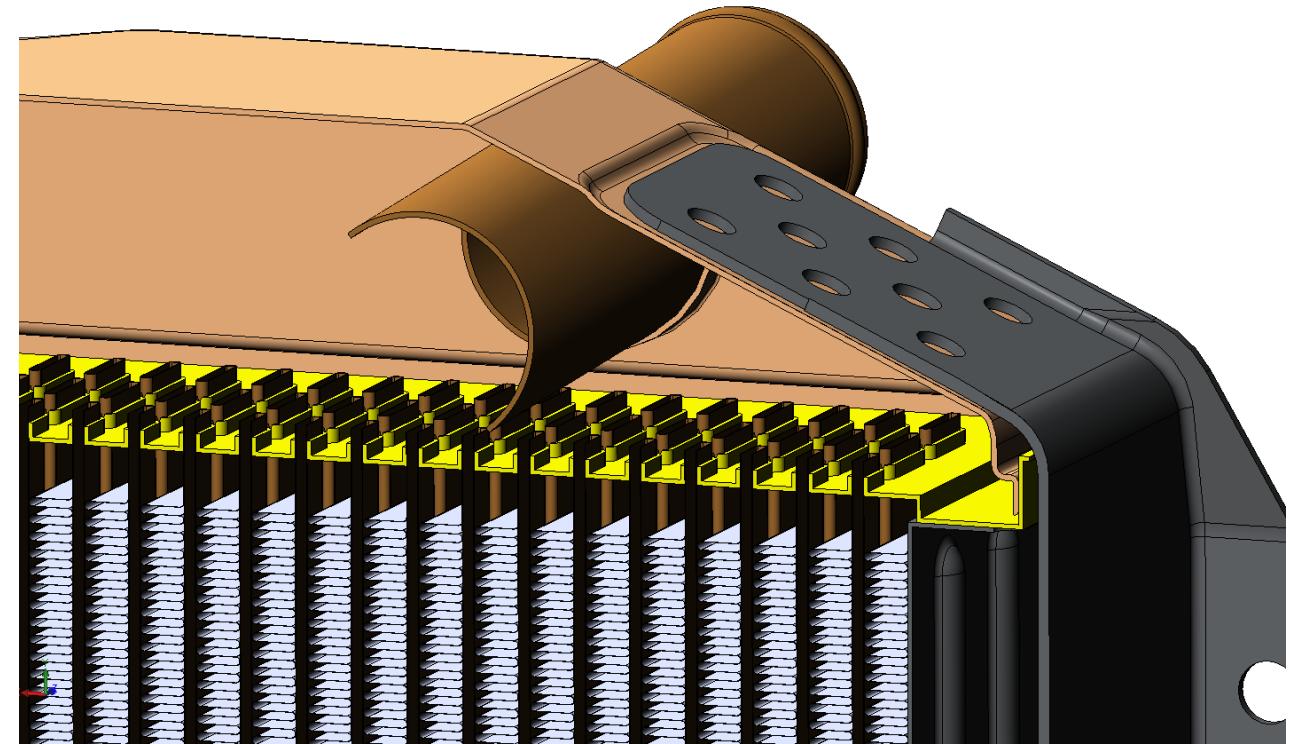
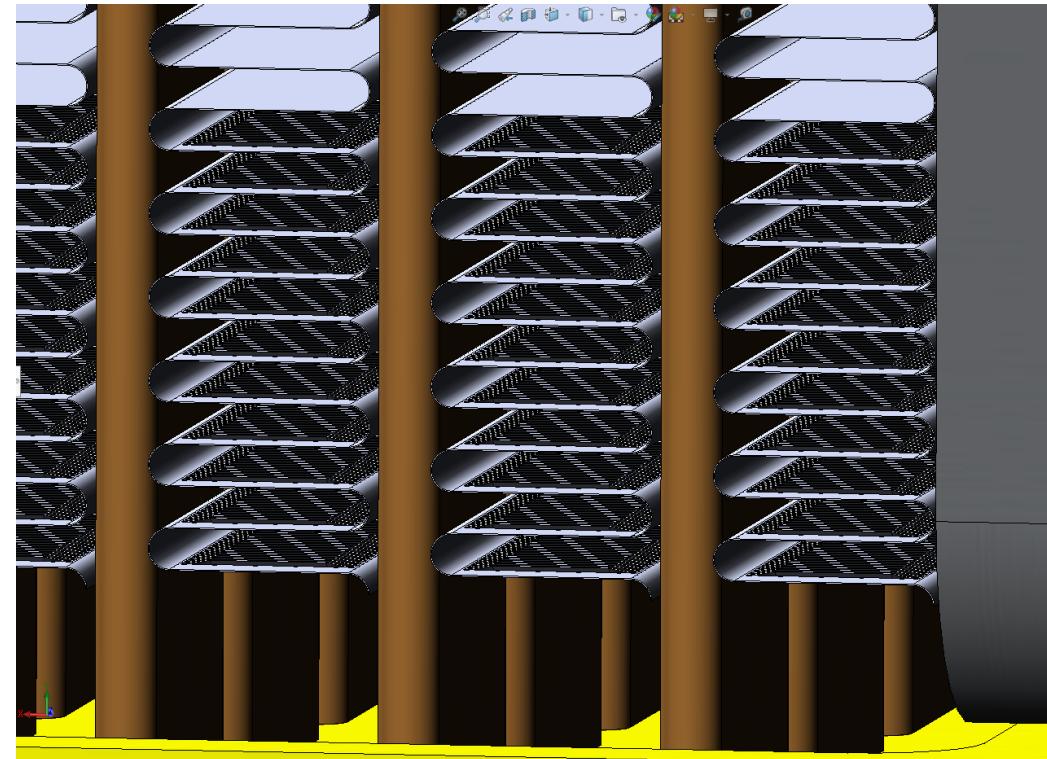
Техническое задание

Основные технические данные

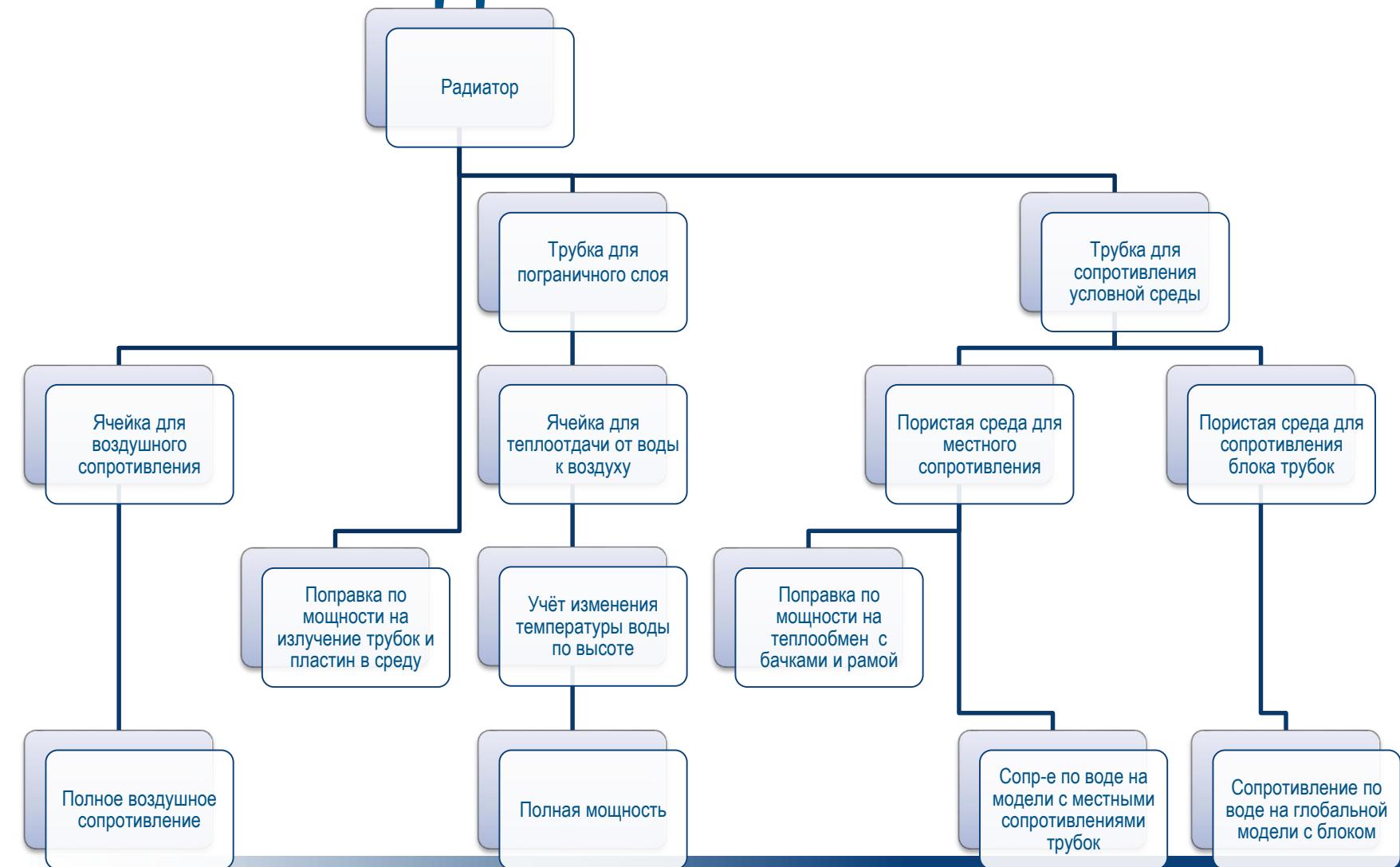
Наименование параметра	Значение
Теплоотдача, кВт	116,28
Гидравлическое сопротивление при расходе жидкости 0,5 м/с, кПа	5,88
Аэродинамическое сопротивление при массовой скорости воздуха 8 кг/(м ² ·с), Па	372,60
Объем, л	8,0
Масса, кг	19,0



Перфорированные пластины и бачок

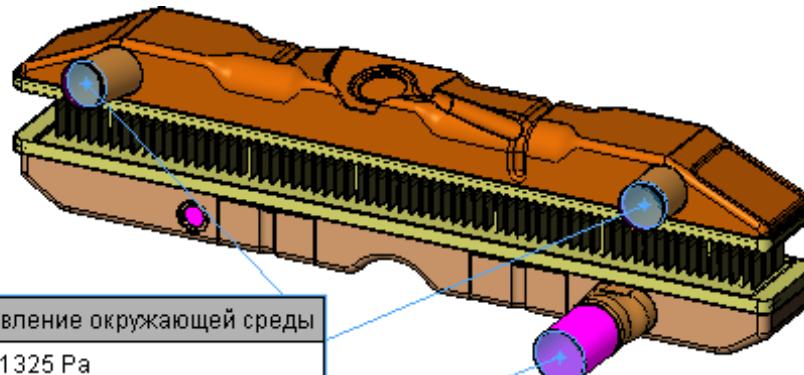


Многоуровневая модель



Сопротивление по воде

Замена реальных
трубок короткими с
компенсацией
сопротивления

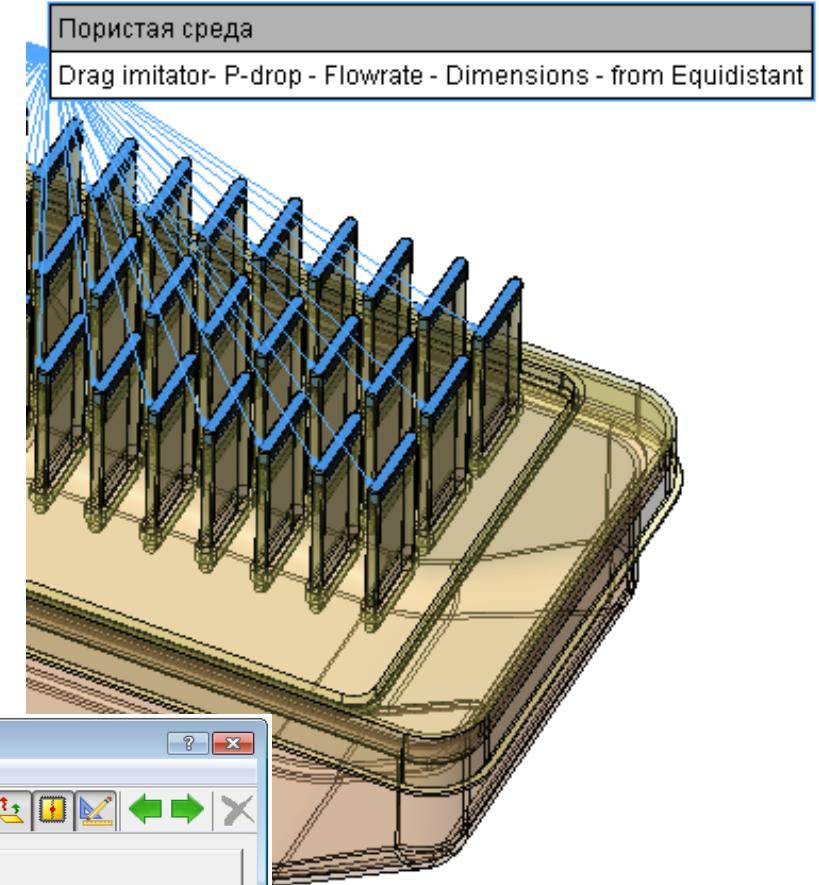
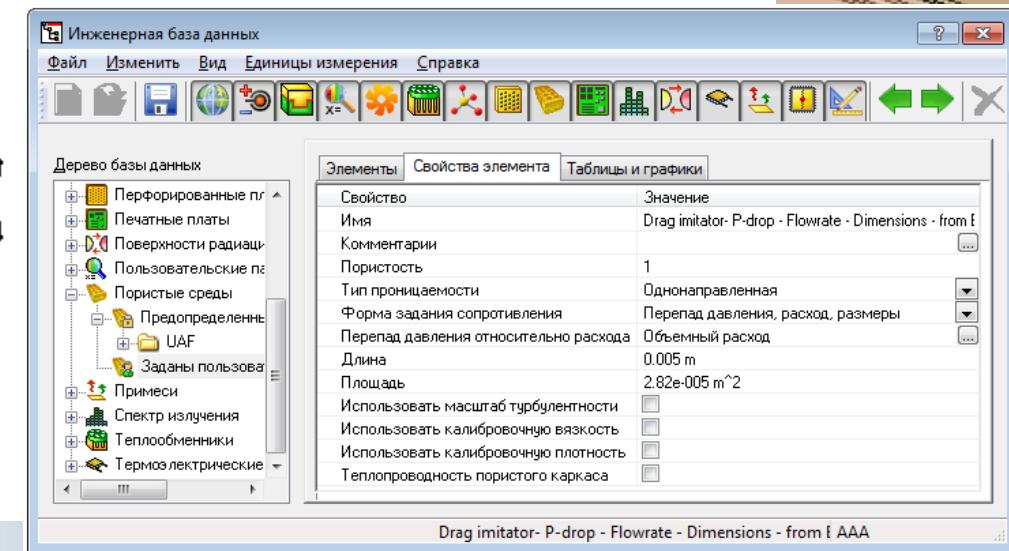


Давление окружающей среды

101325 Pa

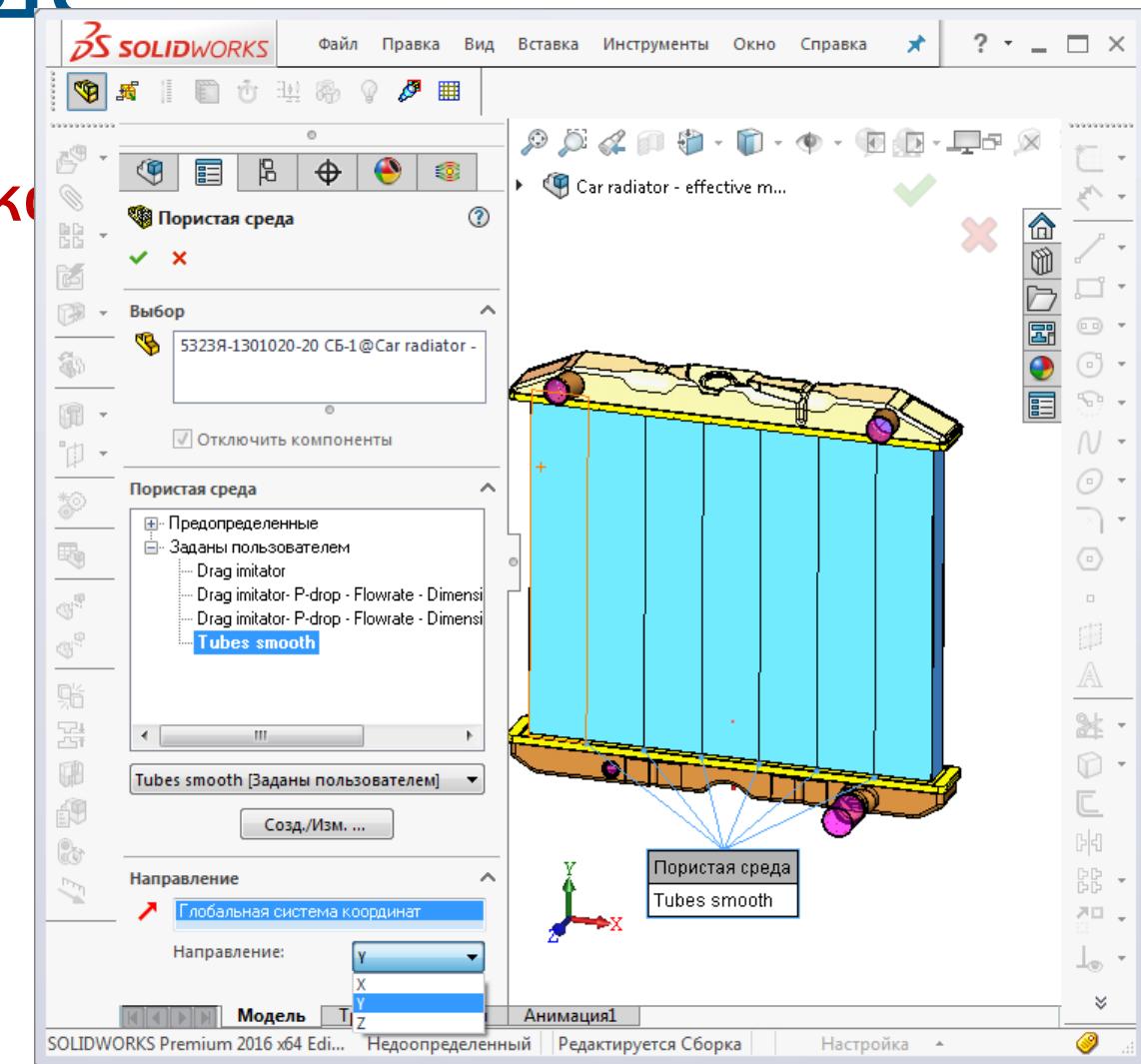
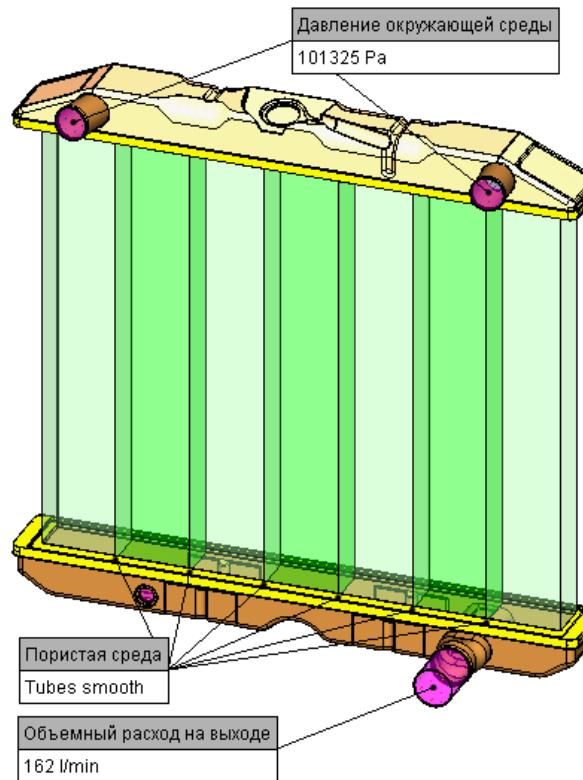
Объемный расход на выходе

162 l/min



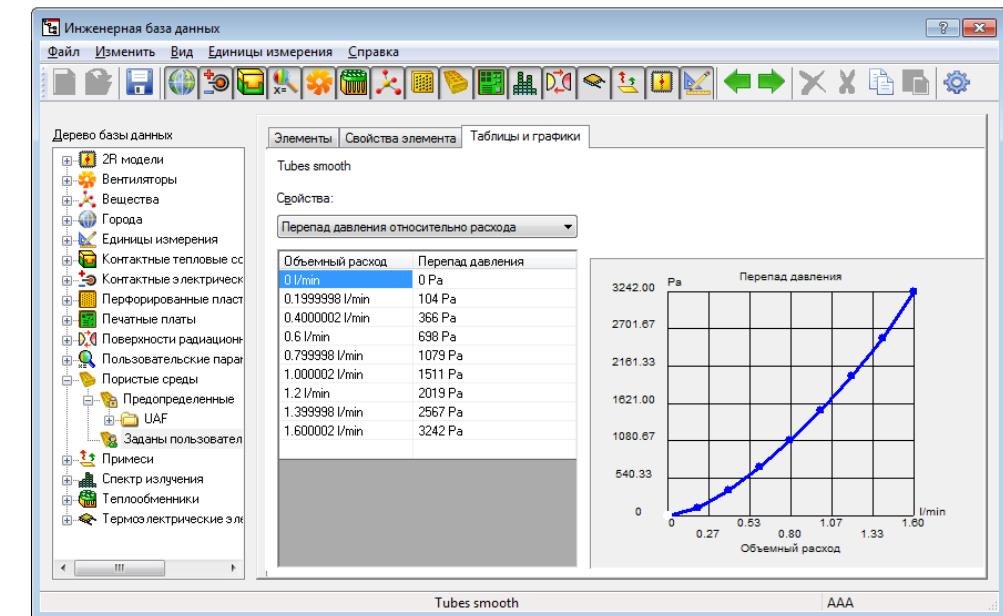
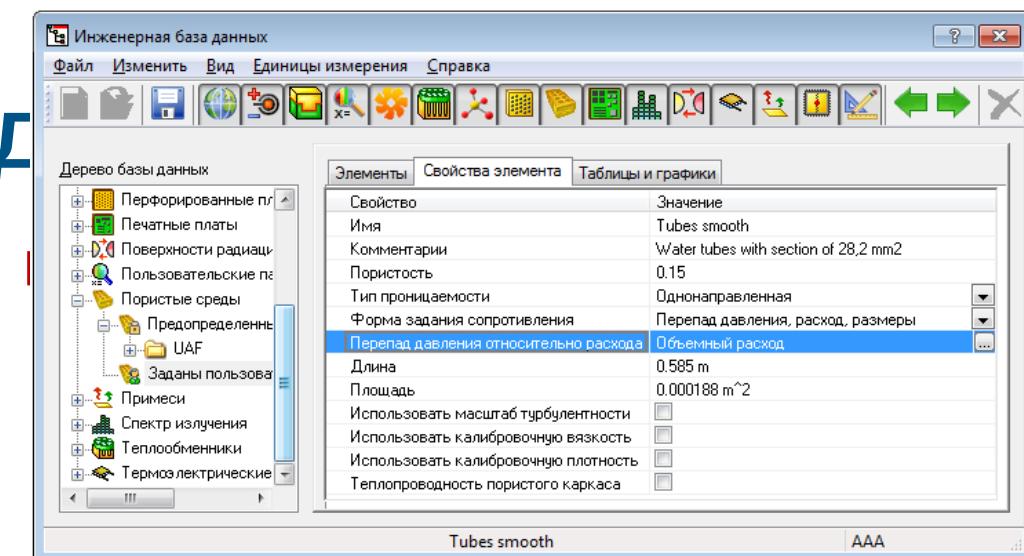
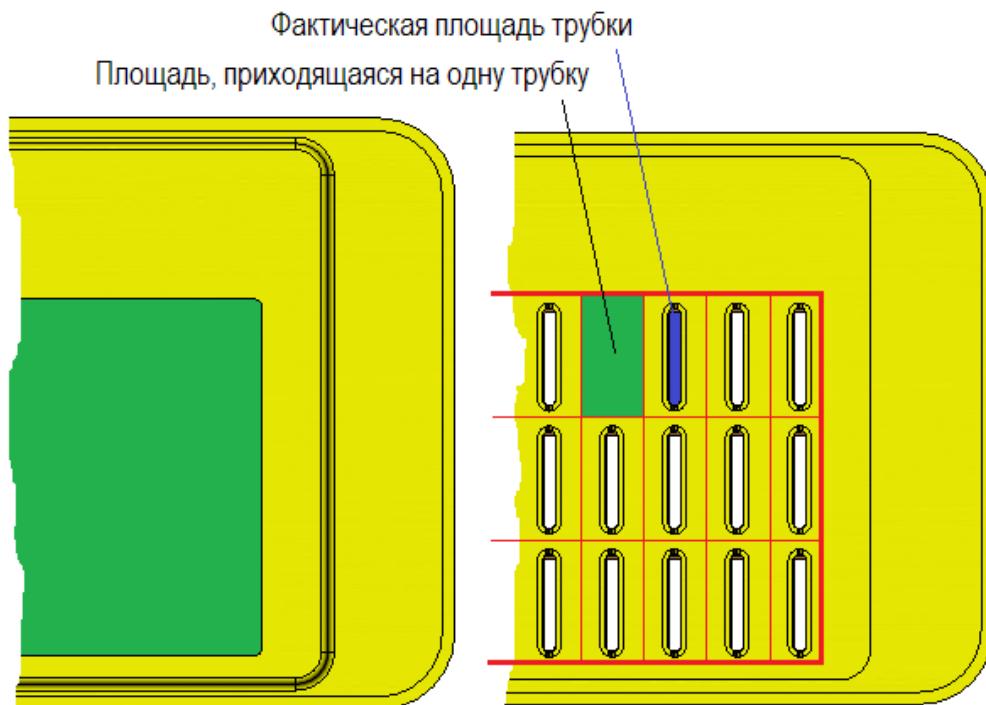
Сопротивление по воде

Замена совокупности трубок
проницаемым анизотропным блоком



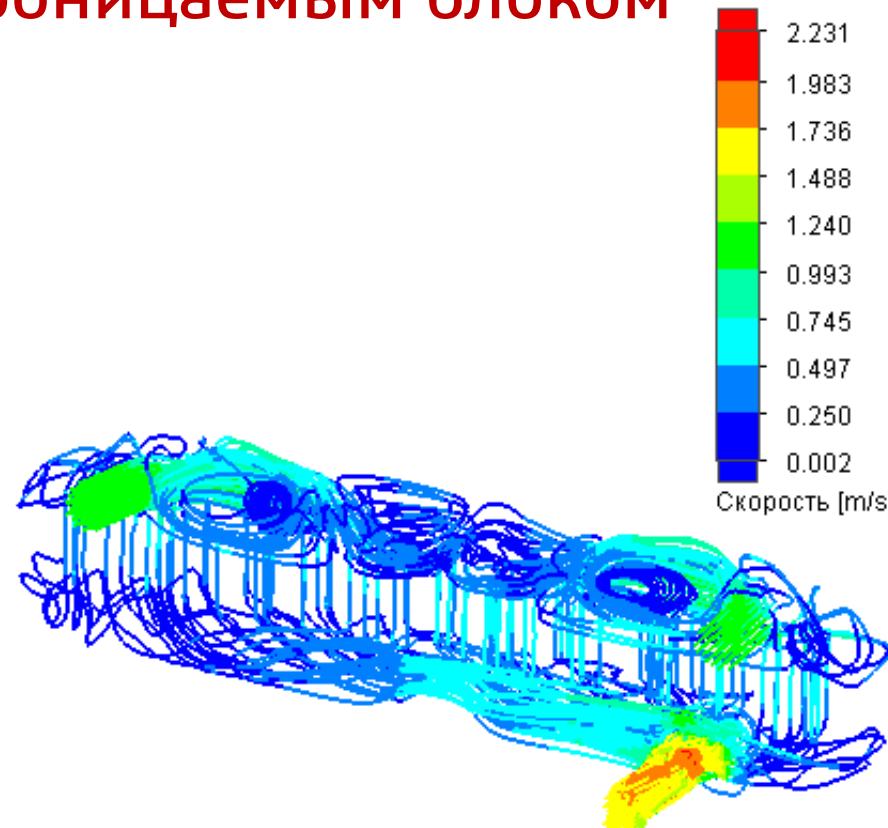
Сопротивление по воде

Эквивалентная среда для «блока» из трубок

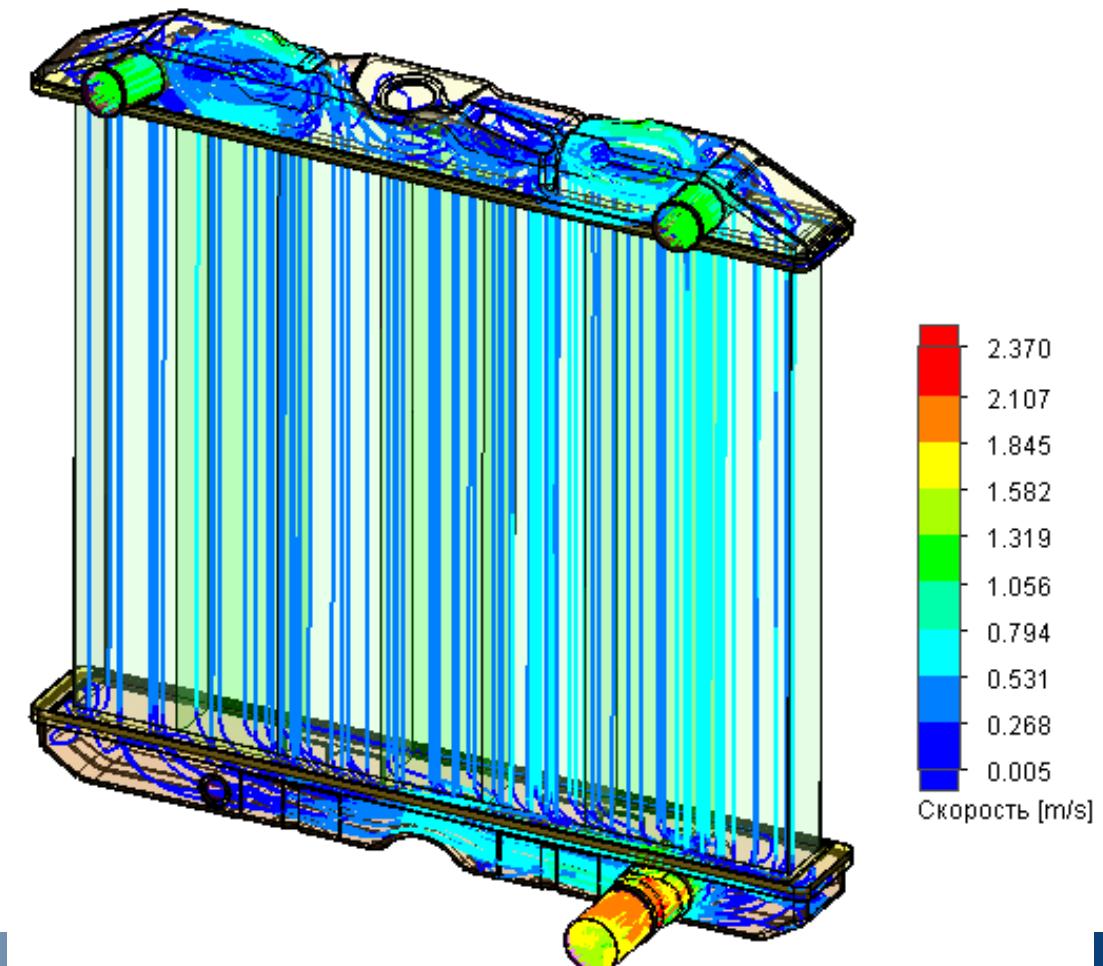


Сопротивление по воде

Линии тока со скоростью в модели с укороченными трубками и с проницаемым блоком



Гидравлическое сопротивление, испытание 5880 Па				
	Проницаемый блок		Сопротивления в трубках	
Число ячеек	Сетка редкая	Сетка плотная	Сетка редкая	Сетка плотная
dP, Па	389934	1315627	746018	4715746



Сопротивление по воздуху и

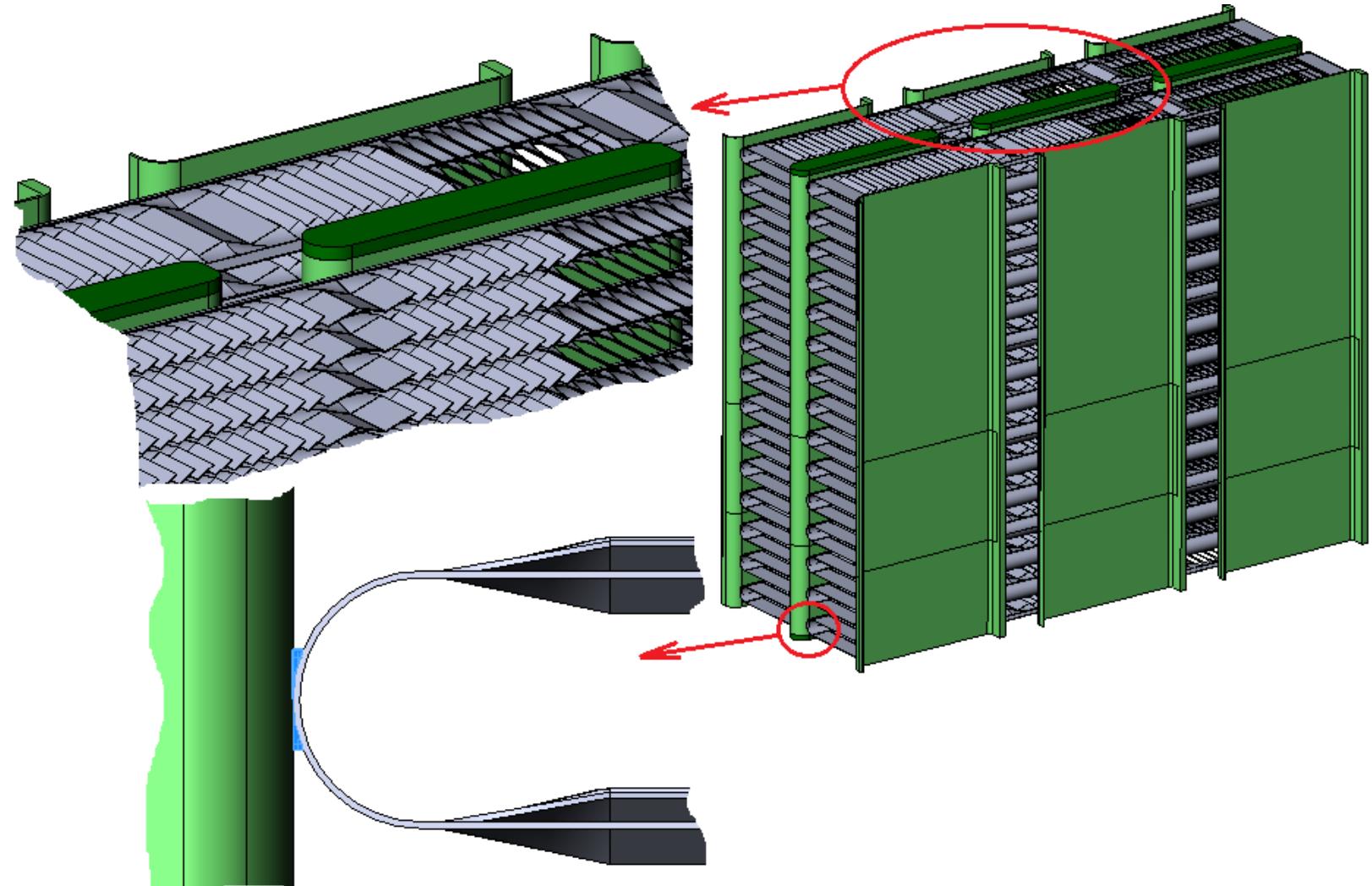
теплоотдача

Элементарная

ячейка -

геометрическая

модель



Сопротивление по воздуху и

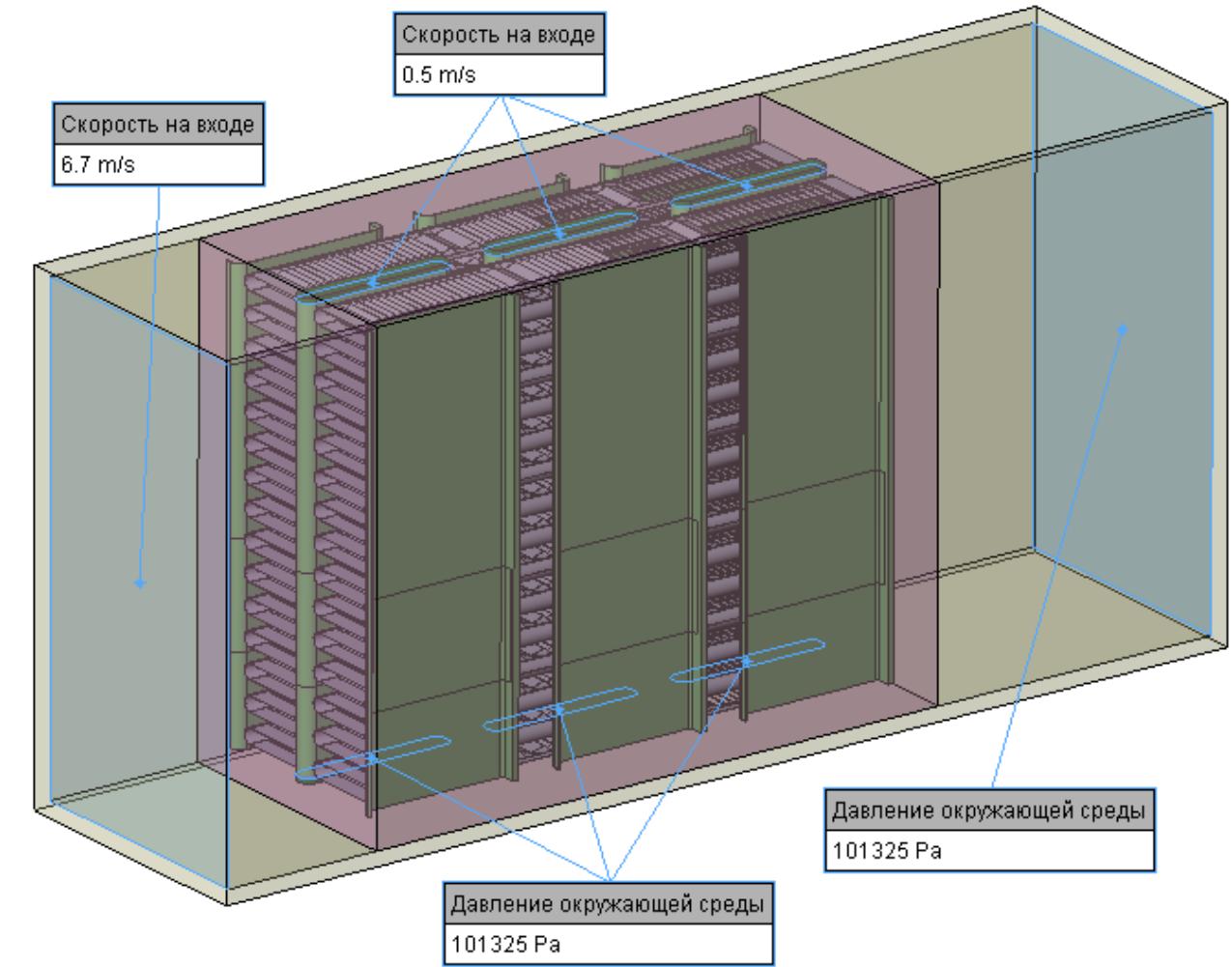
теплоотдача

Элементарная

ячейка -

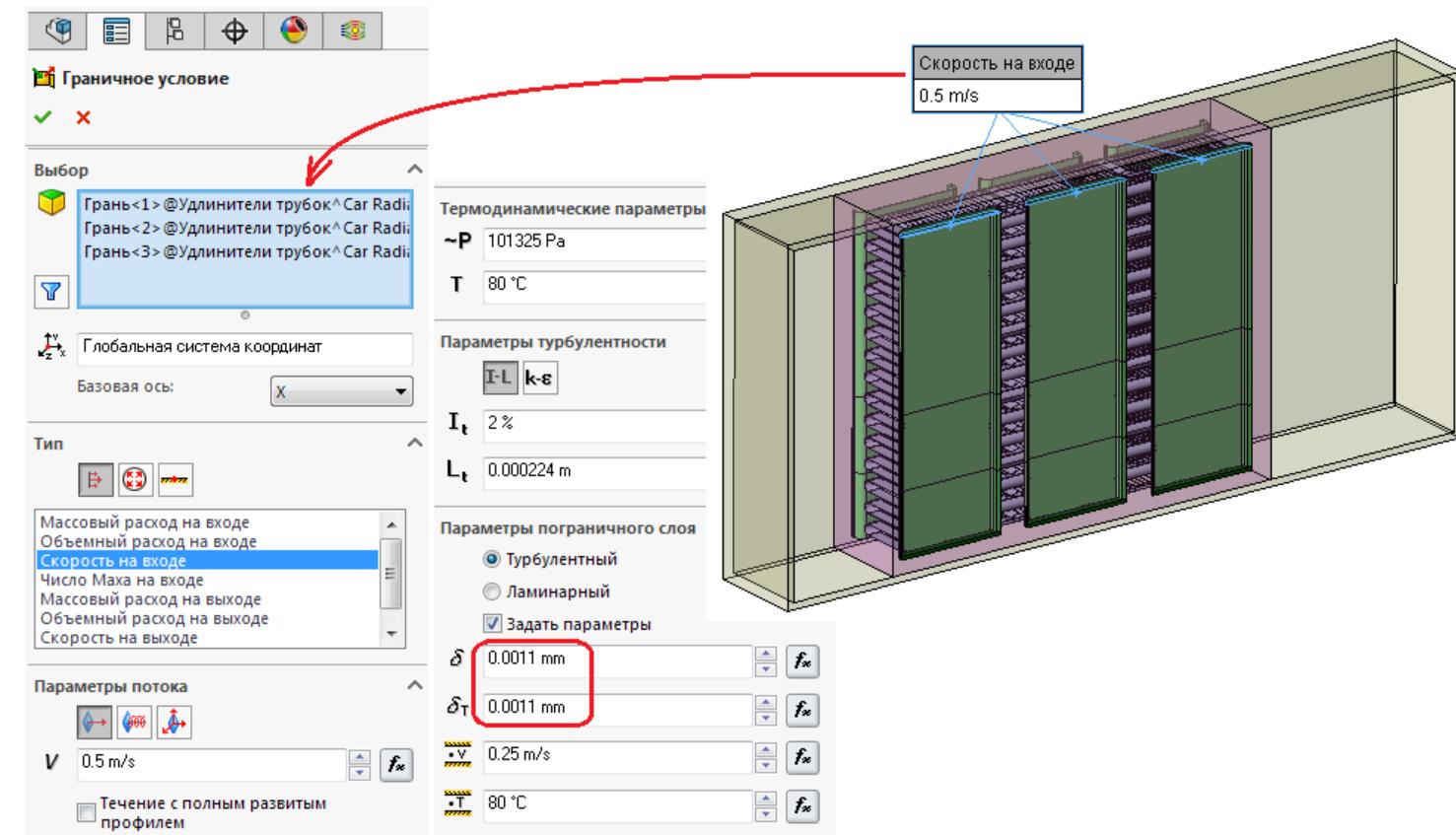
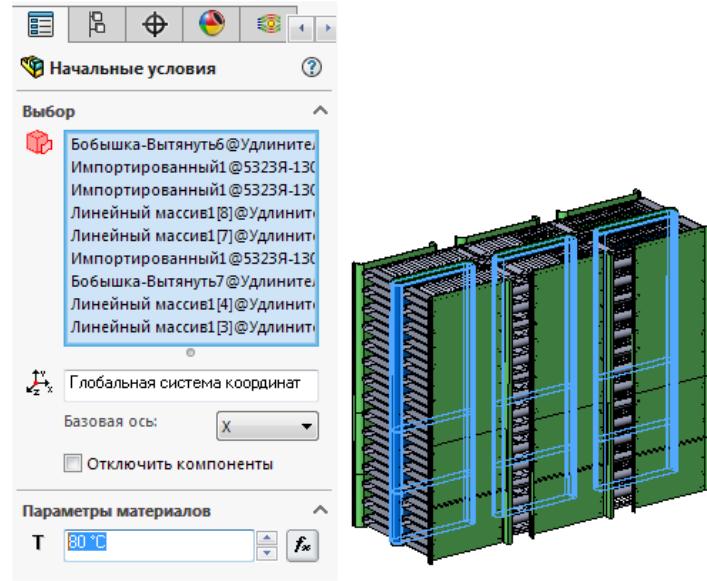
границы

условия



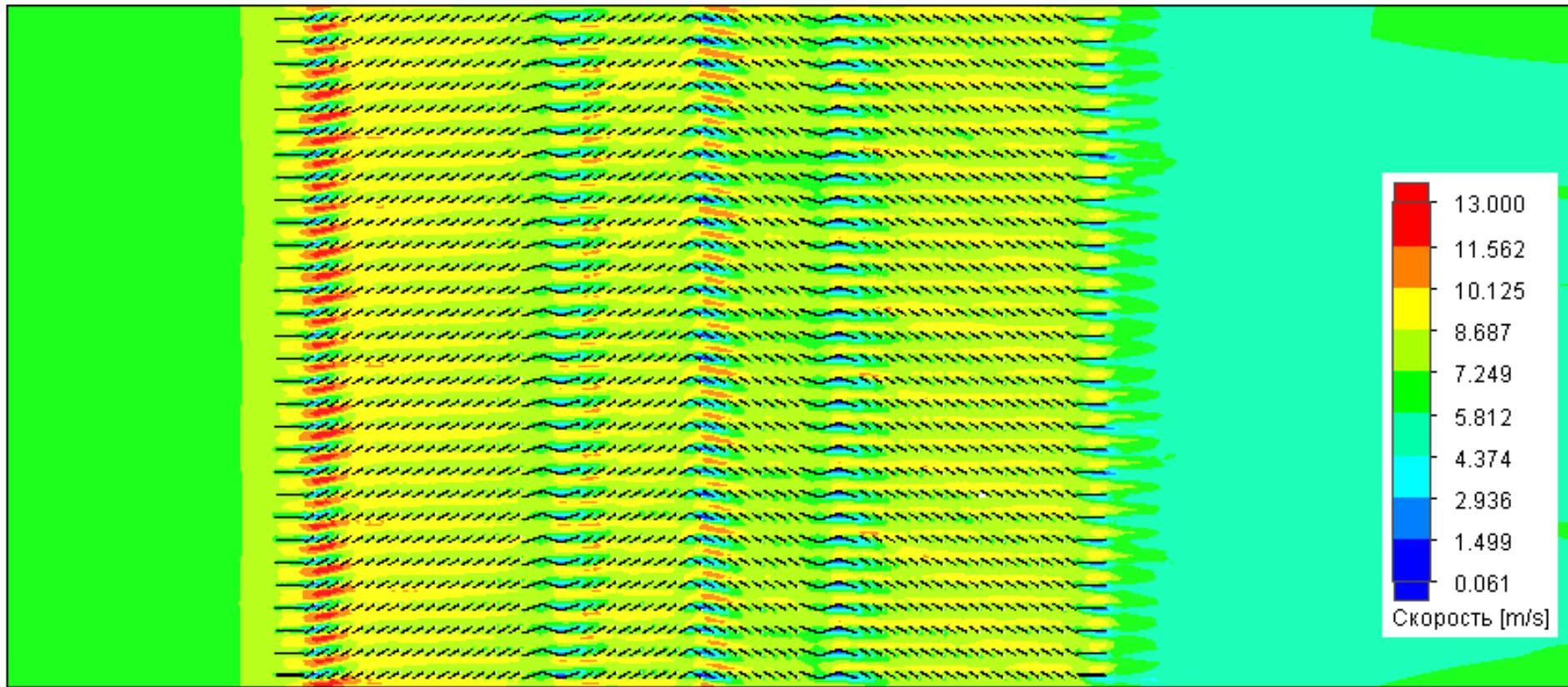
Сопротивление по воздуху и теплоотдача

Границные условия по воде на входе и начальные по температуре для трубок



Сопротивление по воздуху и теплоотдача

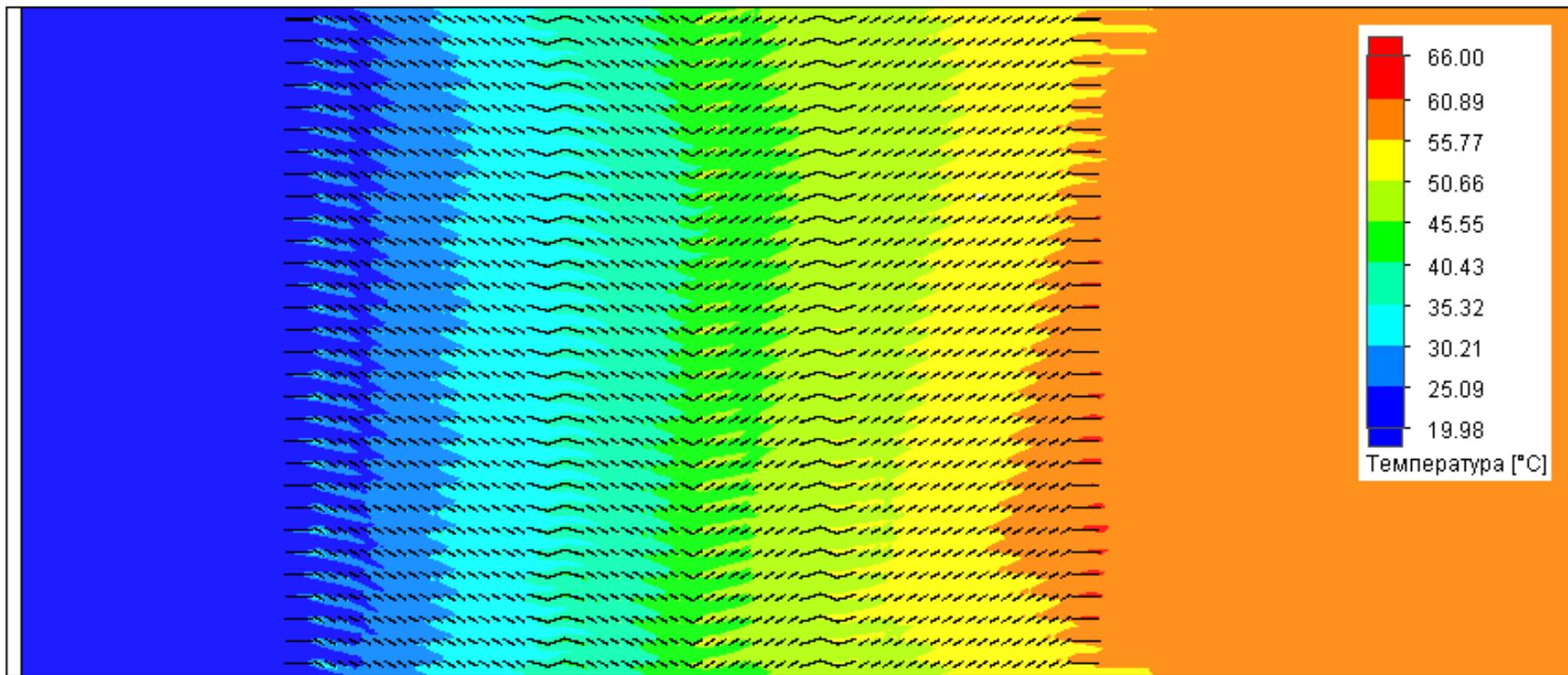
Скорость воздуха в продольном вертикальном сечении,
проходящем через пластины



Сопротивление по воздуху и

теплоотдача

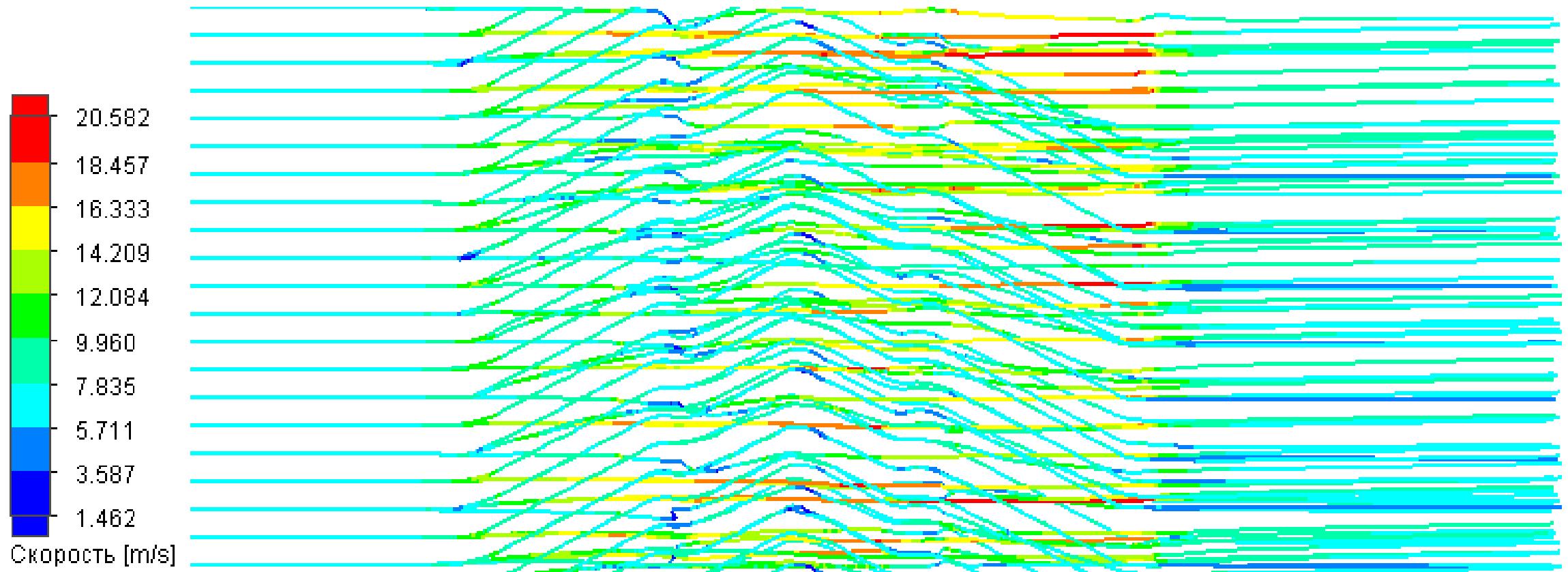
Температура в сечении, проходящем через пластины



Сопротивление по воздуху и

теплоотдача

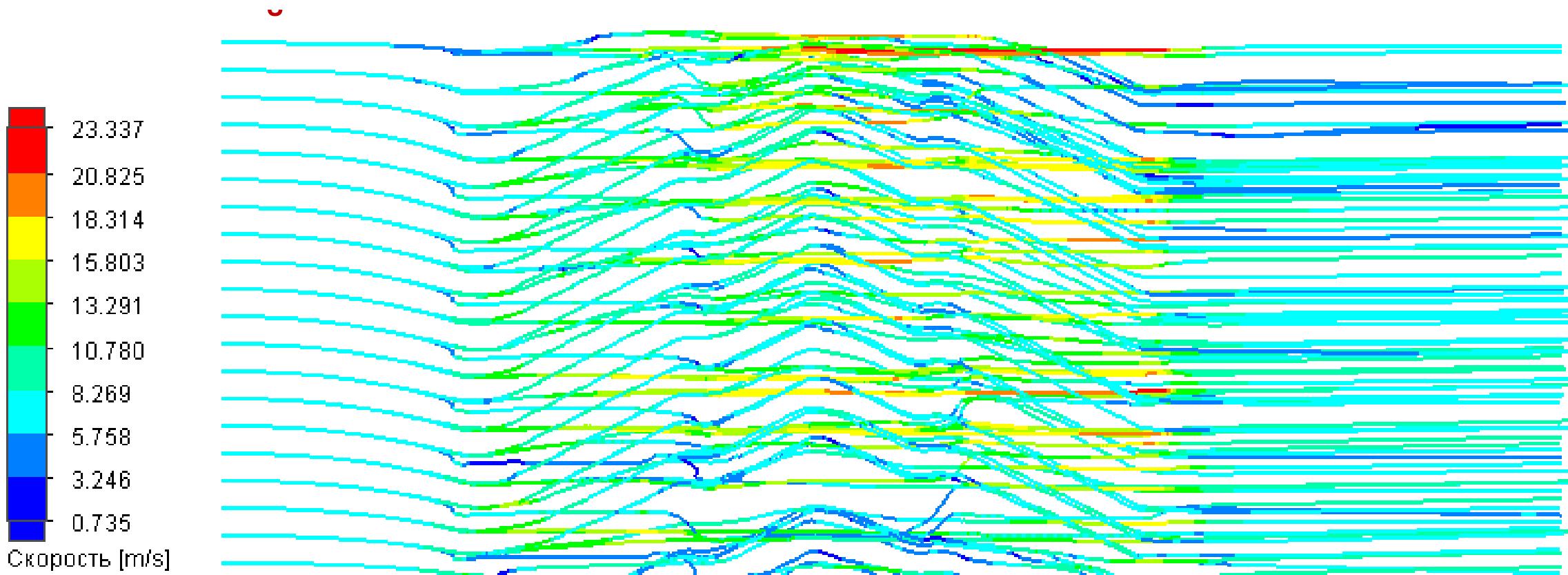
Линии тока в модели с периодической симметрией



Сопротивление по воздуху и

теплоотдача

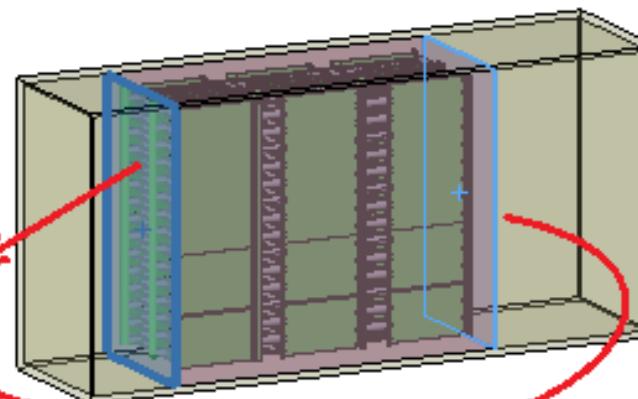
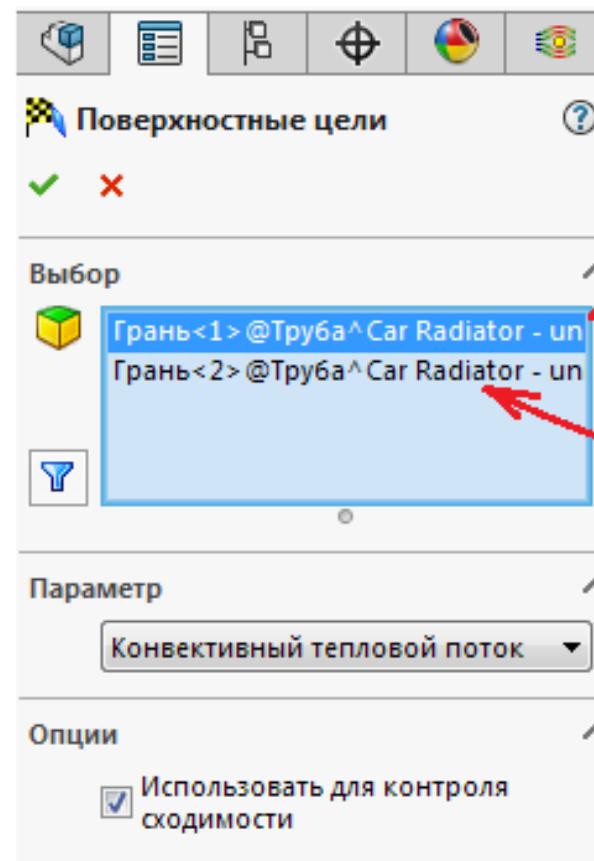
Линии тока в модели с симметрией относительно



Сопротивление по воздуху и

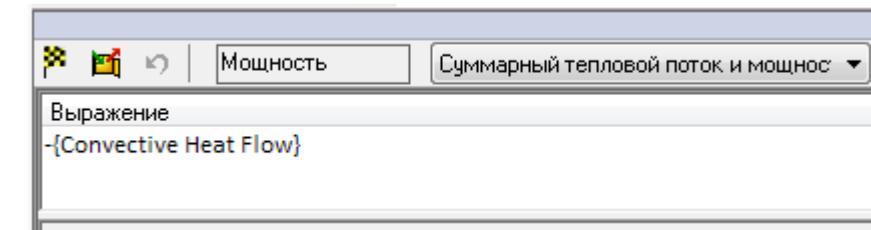
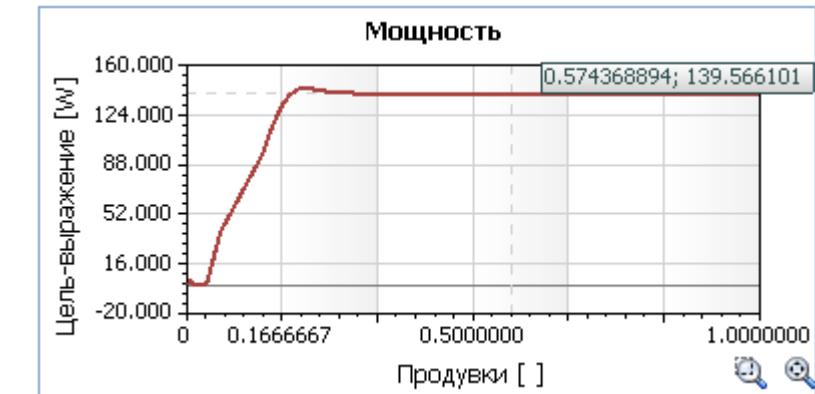
теплоотдача

Мощность ячейки 139,6 Вт



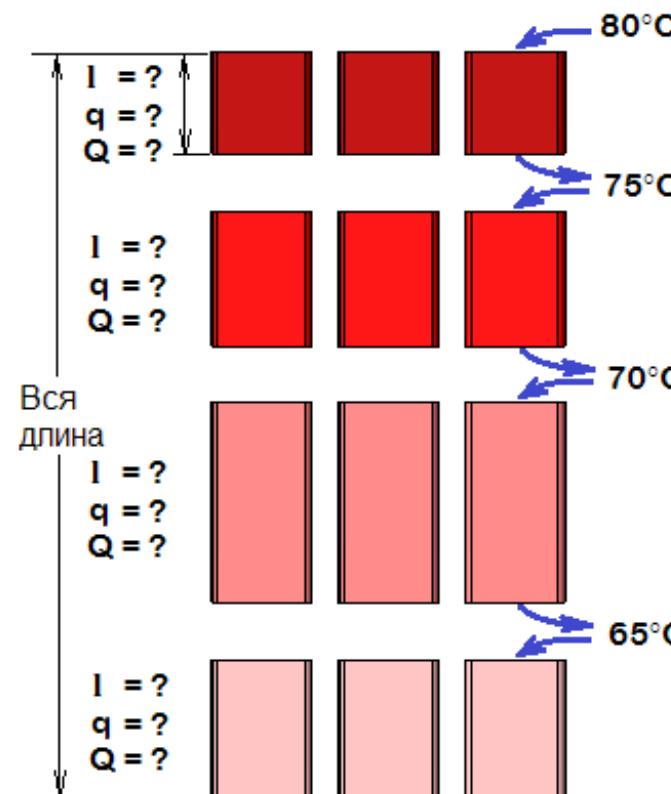
Распределение мощности между рядами трубок по ходу потока воздуха, %

1	43
2	33
3	24



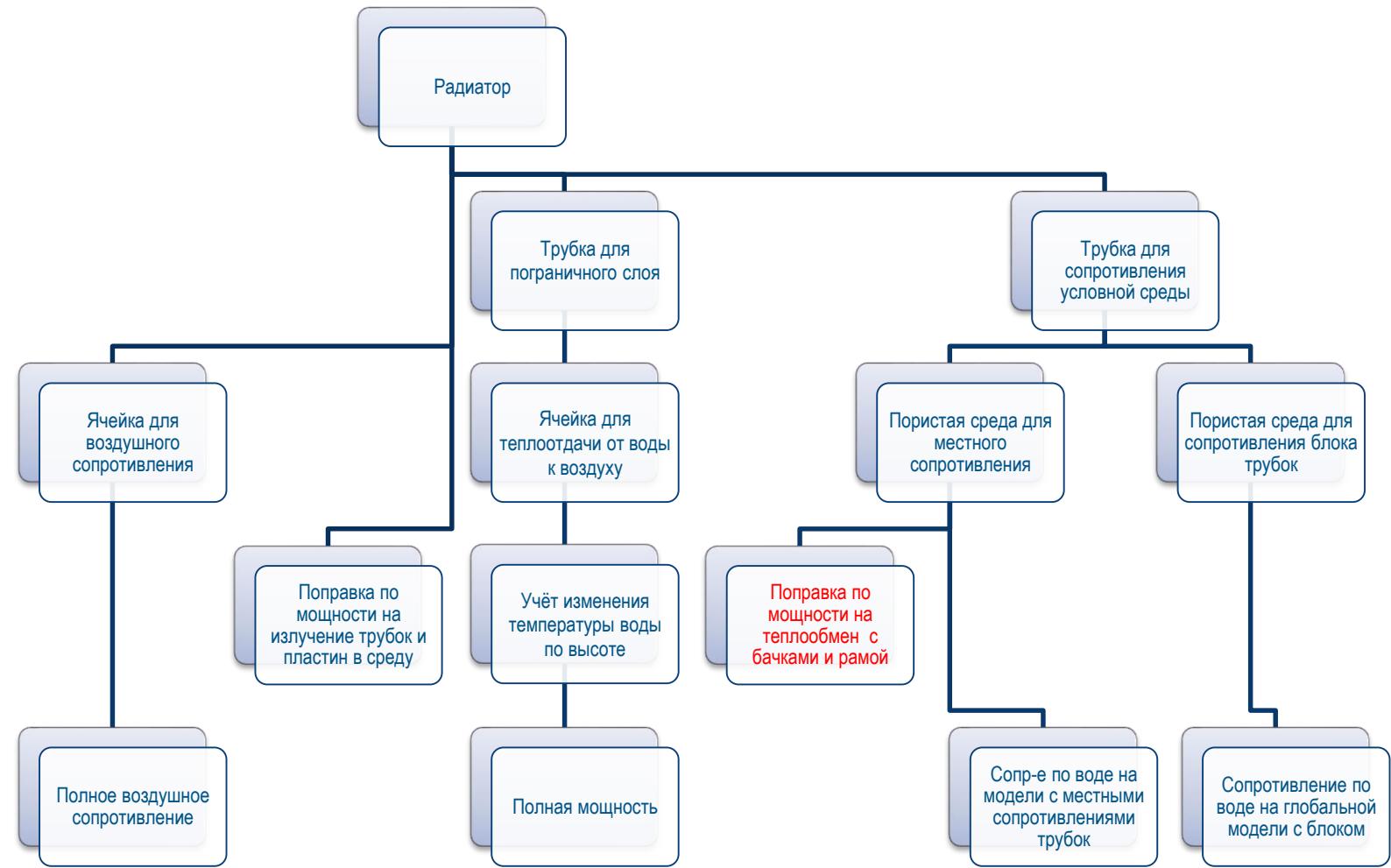
Сопротивление по воздуху и теплоотдача

Расчёт мощности с учётом изменения температуры по



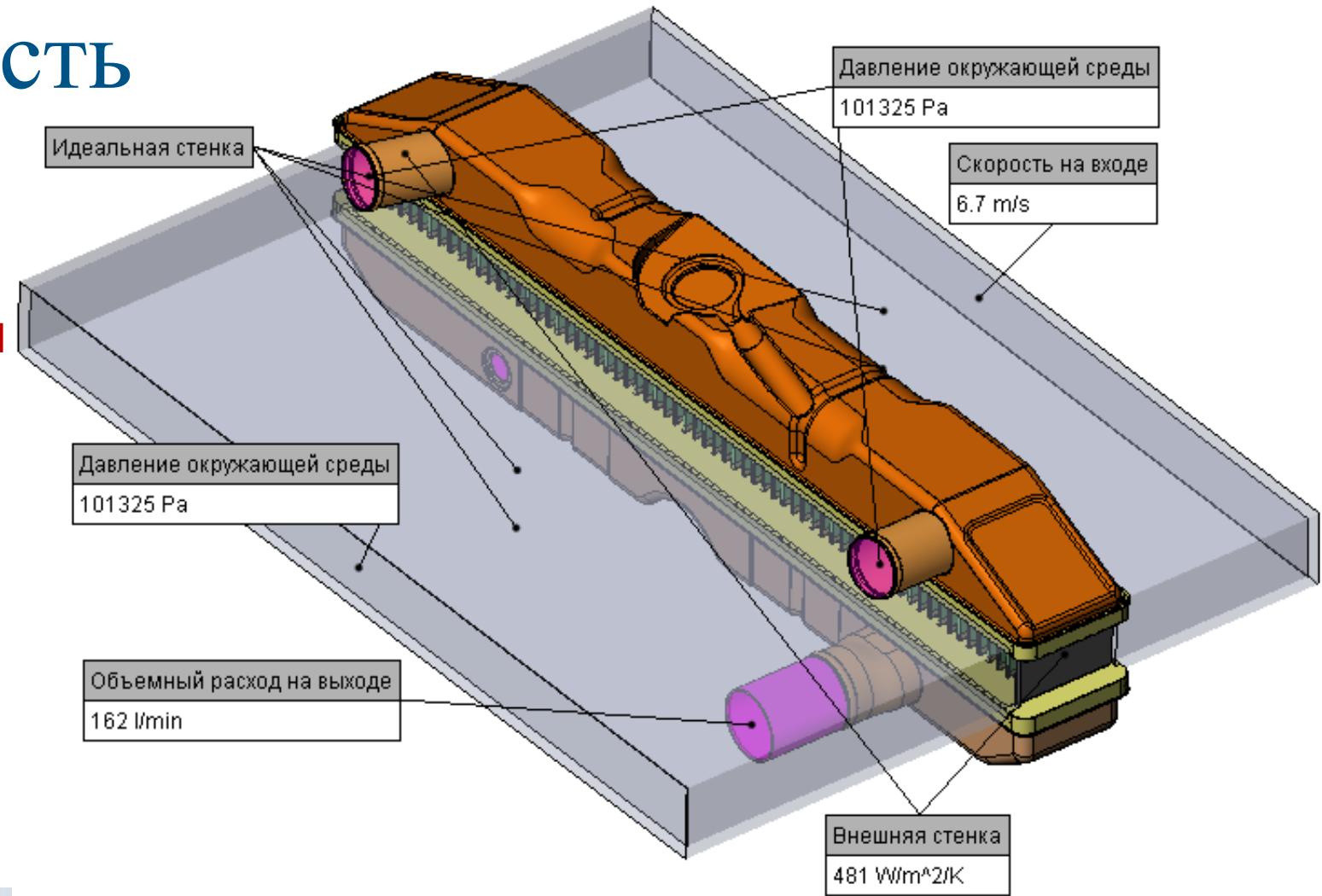
Температура	60	65	70	75	80	85
Снижение на 45,1 мм (высота ячейки), °C	1,29	1,44	1,58	1,73	1,87	2,01
Снижение, °/мм		0,0277	0,0335	0,0367	0,0399	0,043
Чтобы снизилась на 5°, нужна длина, мм		220	149	136	125	116
Длина с накоплением сверху, мм		410+220=610 «лишняя» длина будет 565-410=155	261+149=410 261	125+136=261	125	
Теплоотдача ячейки q , Вт	92,3	104,0	115,9	127,7	139,6	151,5
Теплоотдача ячейки, средняя на интервале q , Вт		98,2	110	122	128	146
Площадь зоны фактическая, мм^2		681,2×35=23842	681,2×192=130790	681,2×176=119891	681,2×162=110354	
В фактической зоне ячеек		52	284	260	110354/460=240	
Мощность зоны Q , Вт		5106	31240	31720	240x137=30720	
Итого				98,3 кВт		

Вклад теплообмена с бачками и рамой в общую мощность

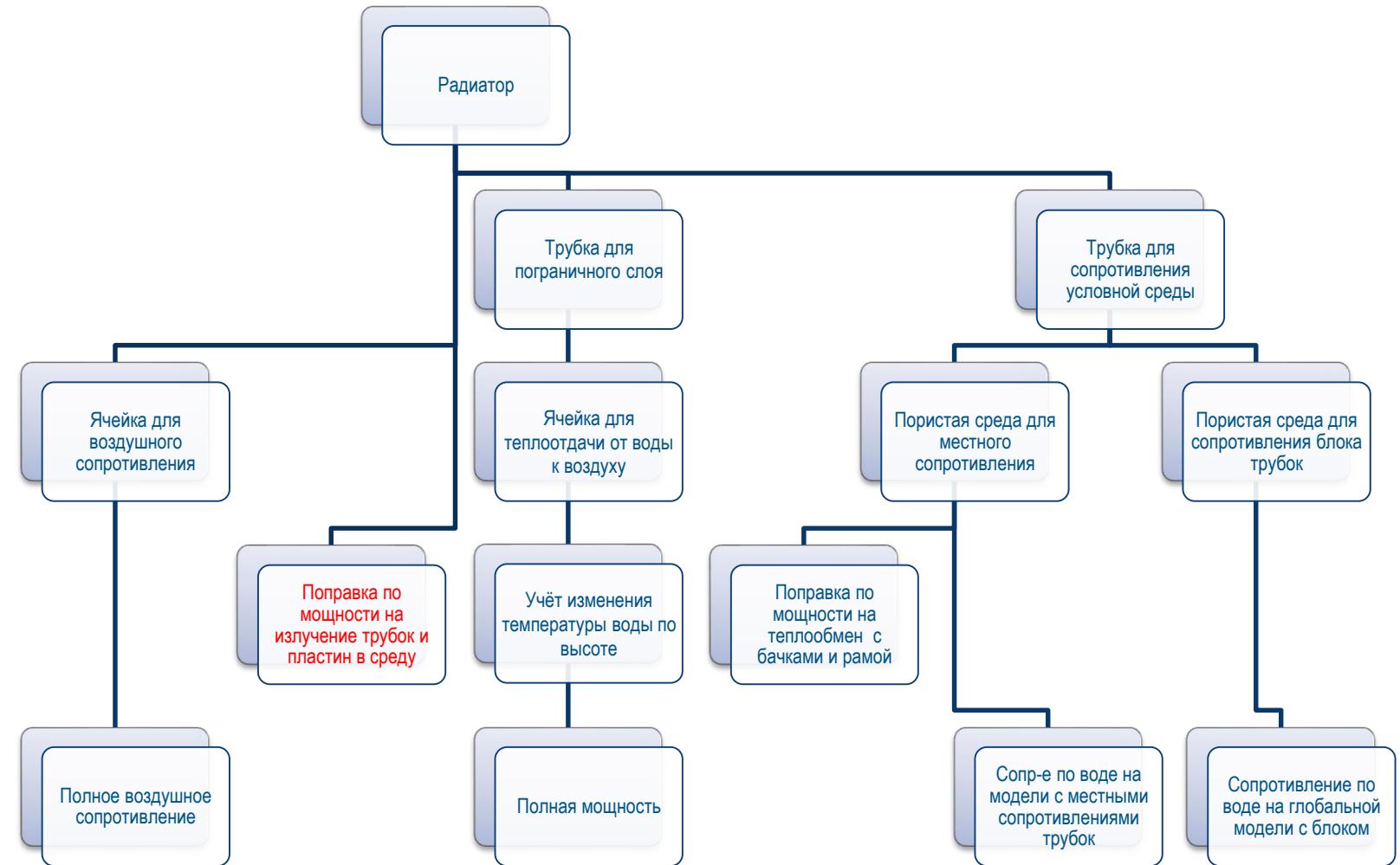


Вклад теплообмена с бачками и рамой в общую мощность

Расчётная
геометрическая
модель с граничными
условиями

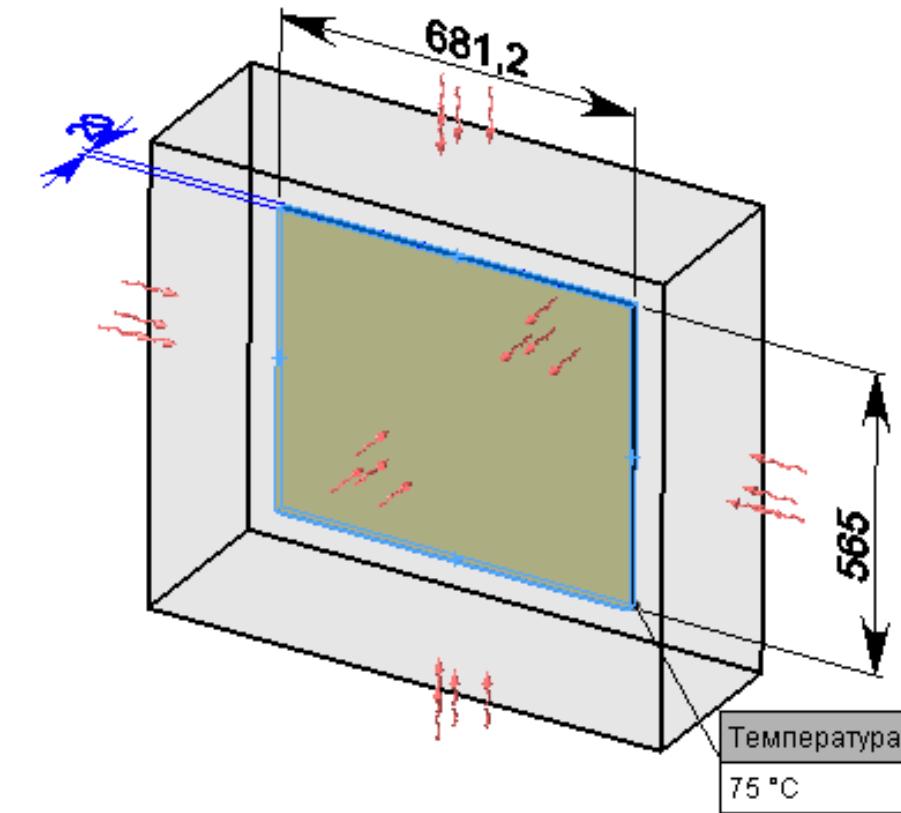
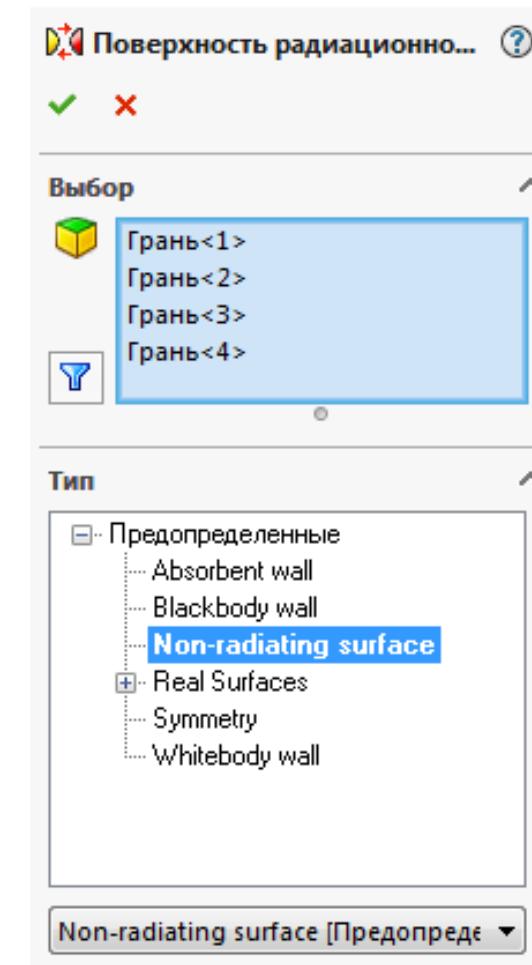


Вклад излучения наружу в общую мощность



Вклад излучения наружу в общую мощность

Геометрическая
модель с расчётной
областью и условиями
на боковых стенках



Составляющие теплоотдачи и интегральные характеристики радиатора

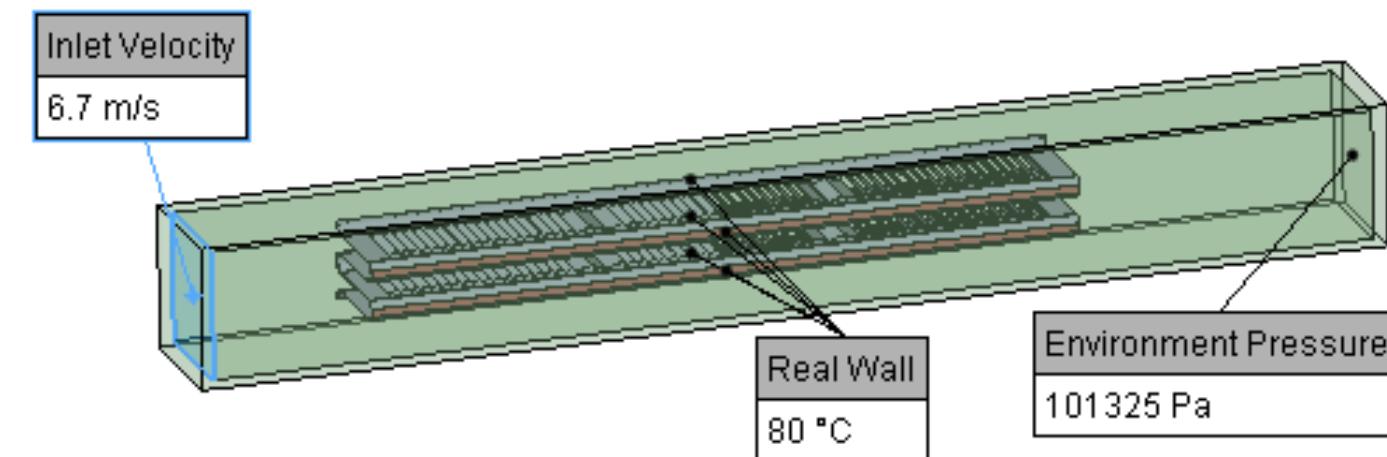
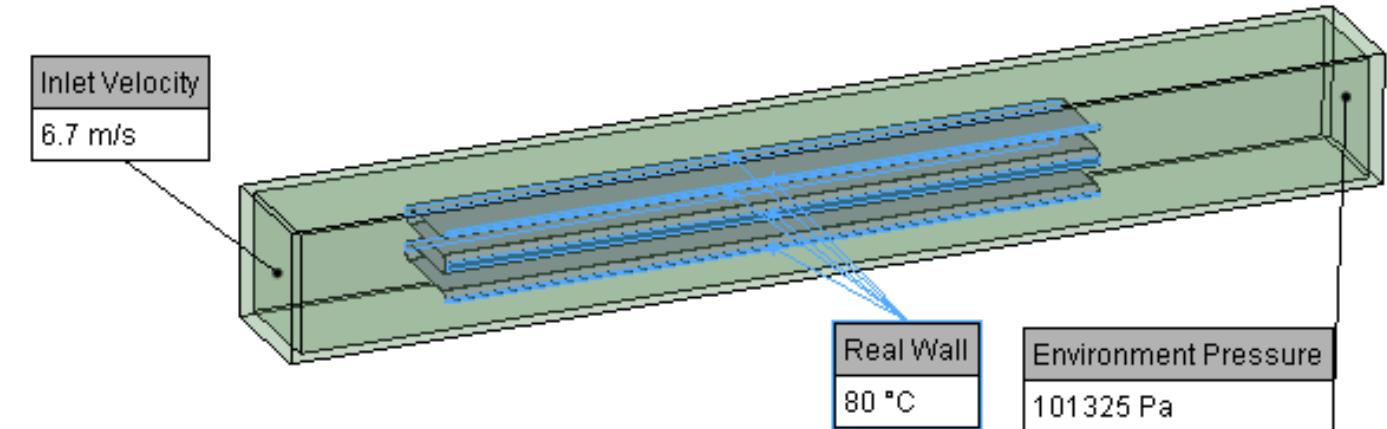


	Вклад в теплоотдачу, кВт
Теплообмен трубок и пластин с воздухом	98,3
Теплообмен трубок и пластин излучением с окружением	0,15
Теплообмен бачков и рамы с воздухом и излучением с окружением	1,06

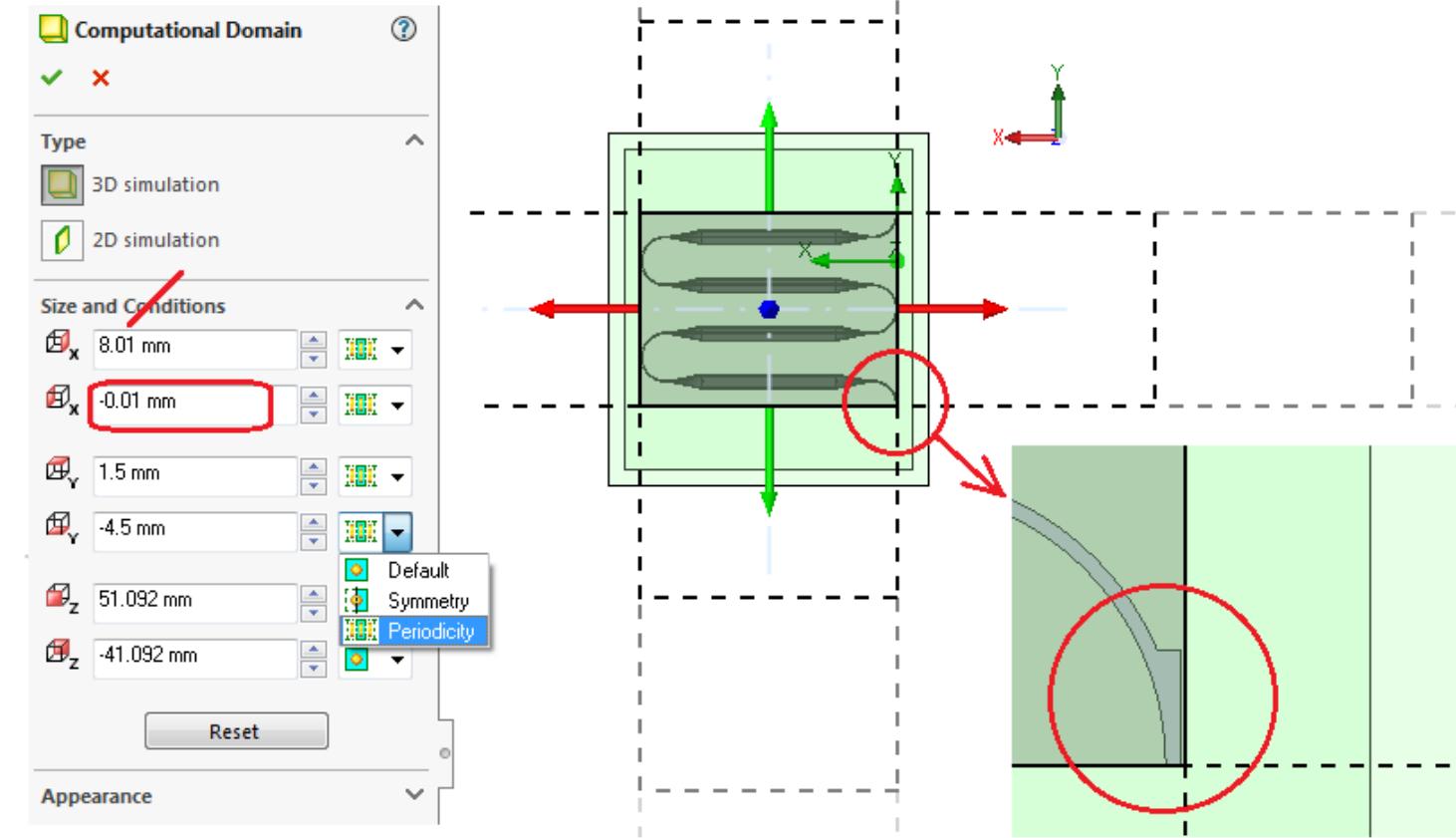
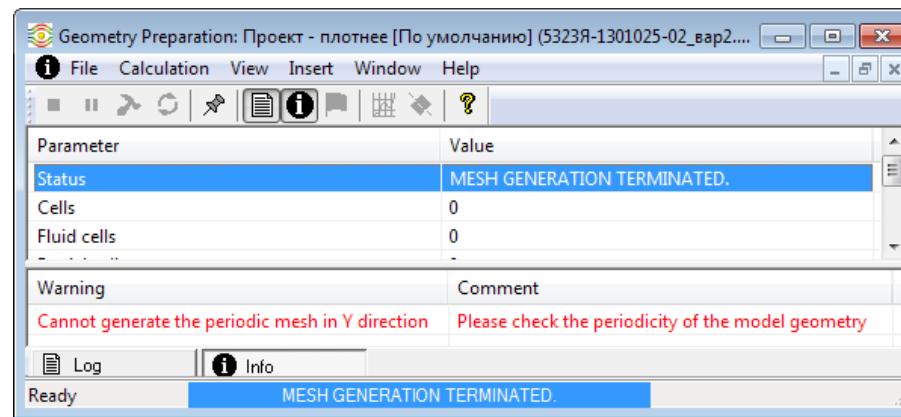
	Испытание	Расчёт
Теплоотдача, кВт	116	99,5
Гидравлическое сопротивление, Па	5880	3980
Аэродинамическое сопротивление, Па	373	447

Анализ эффективности жалюзи на пластинах

Сравнение пластин
плоских и
перфорированных

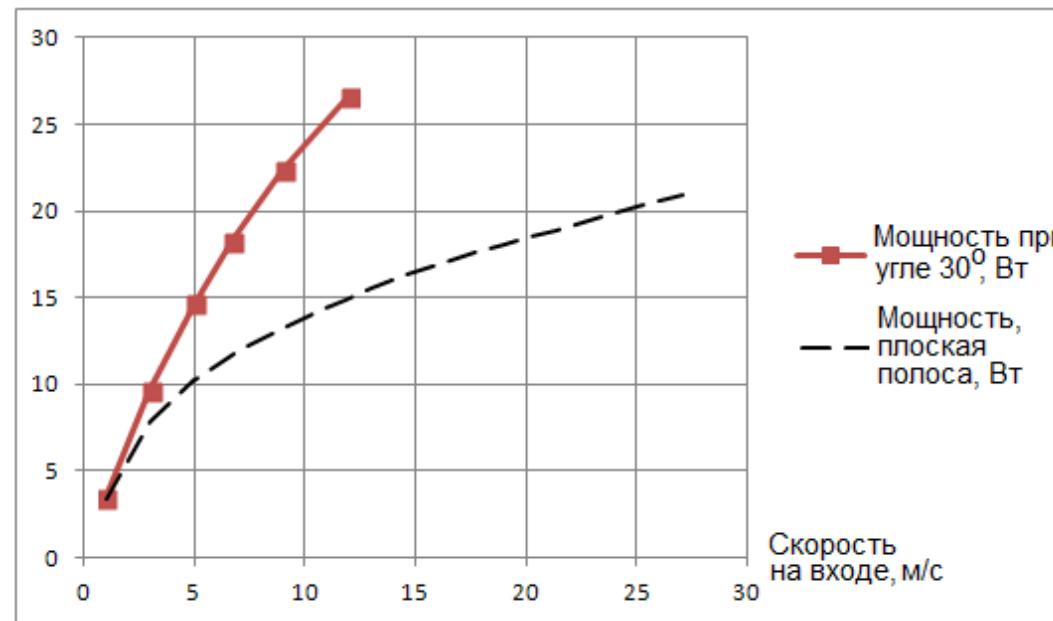


Учёт условий периодичности в расчётом домене

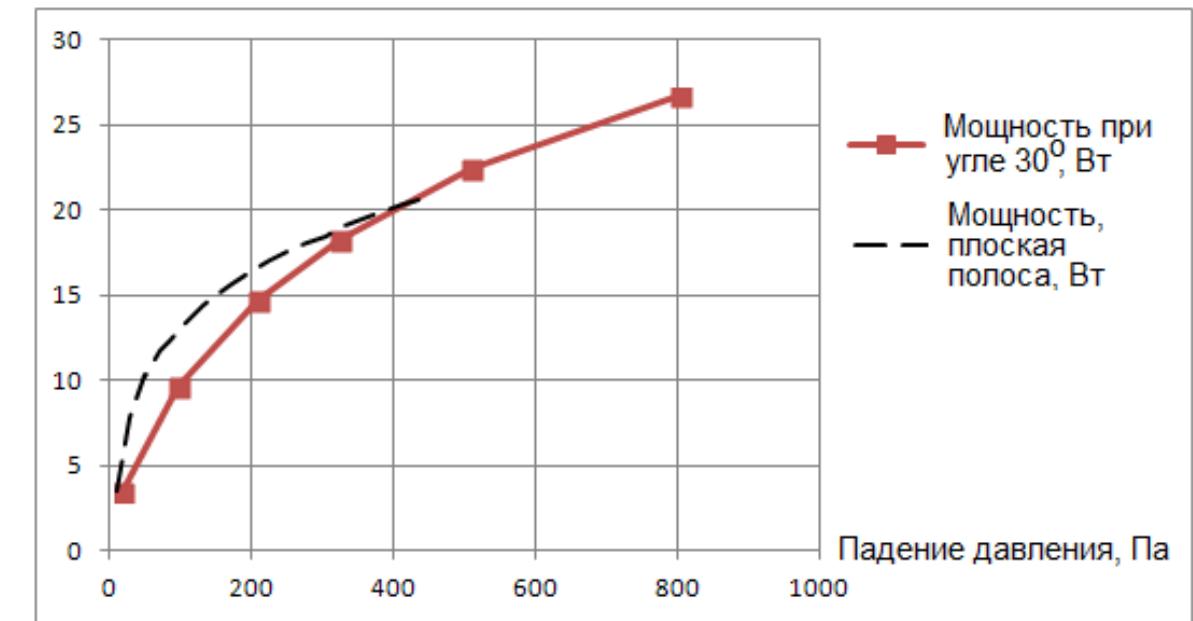


Анализ эффективности жалюзи на пластинах

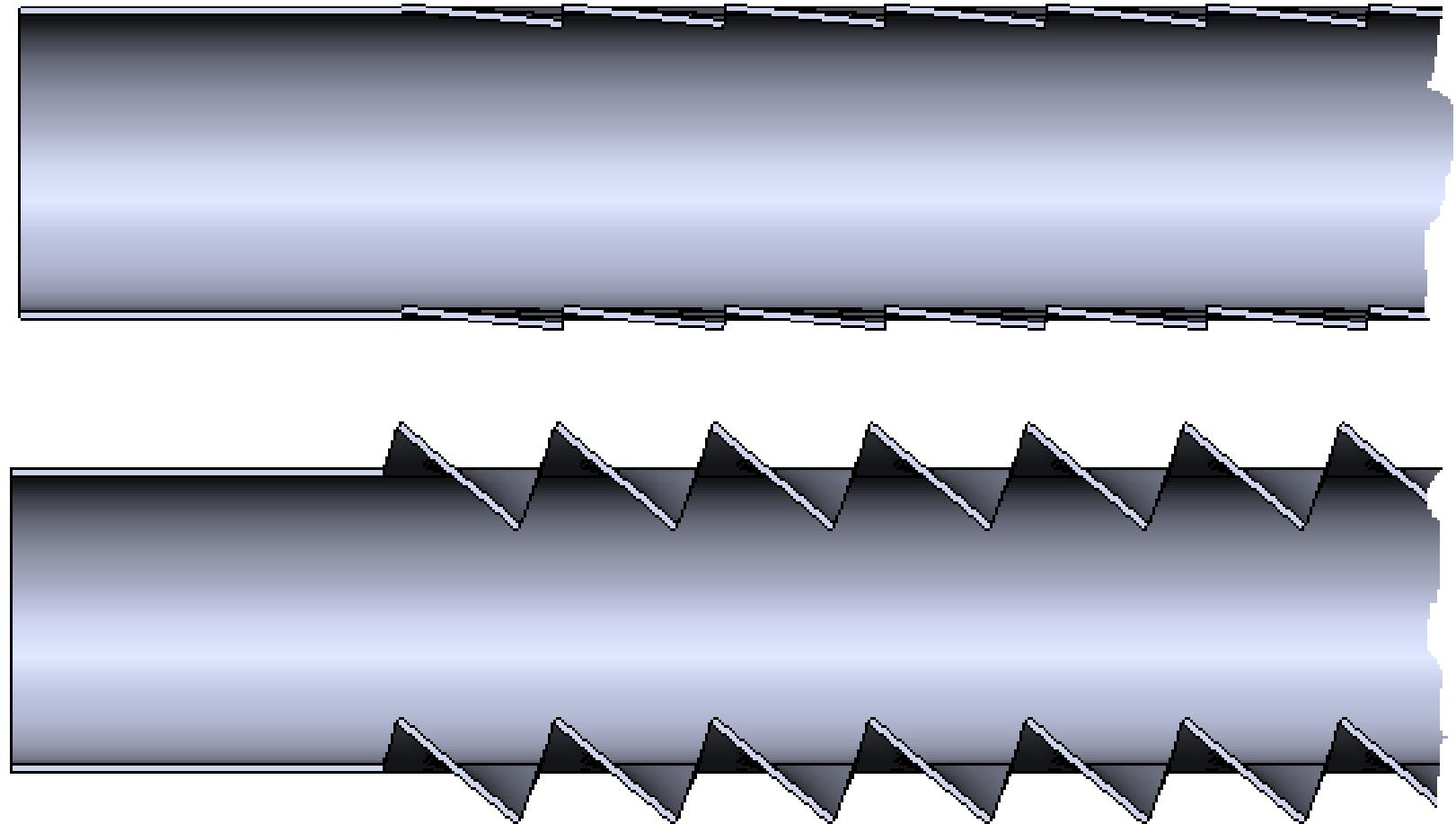
Управляющий параметр – скорость



Управляющий параметр – разность давлений



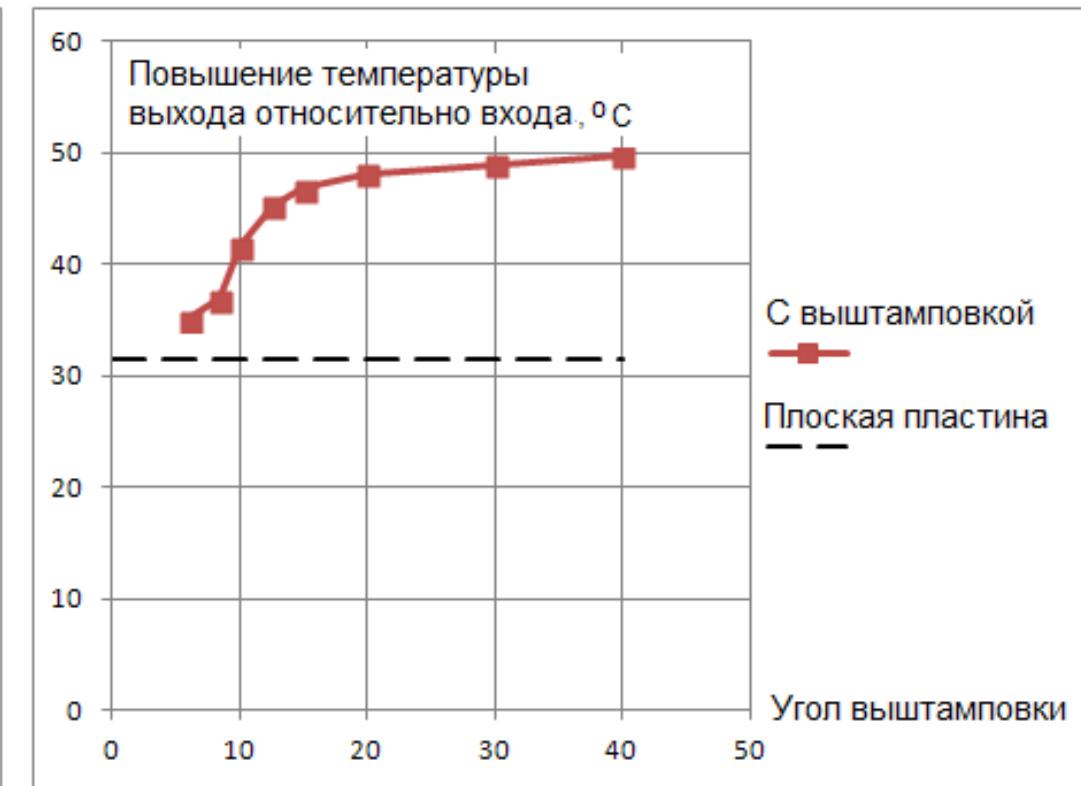
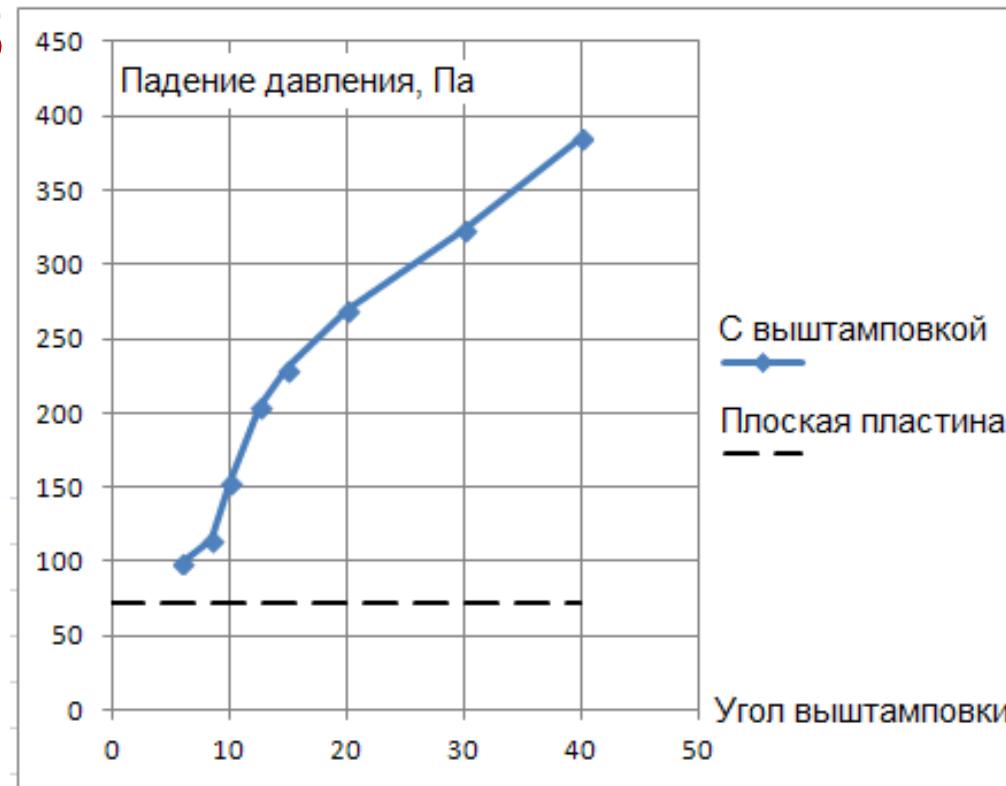
Анализ эффективности в зависимости от угла жалюзи



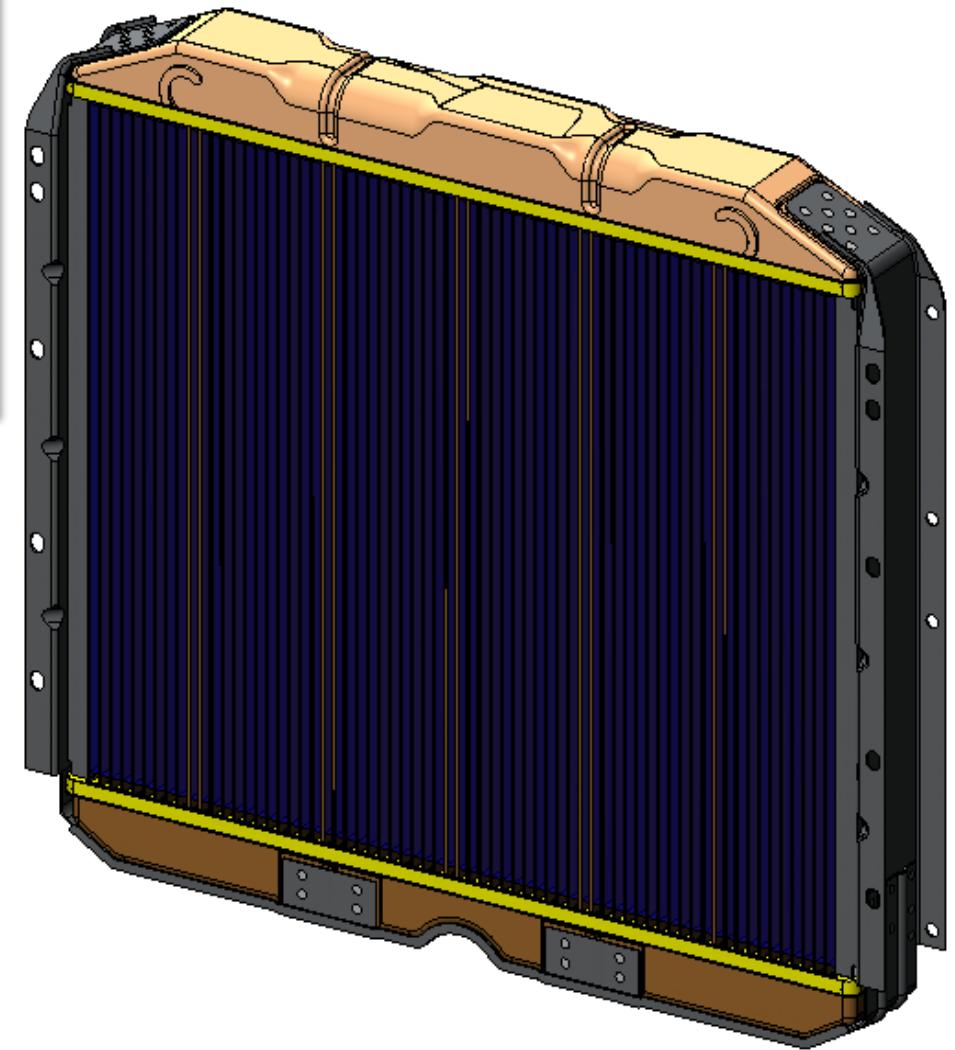
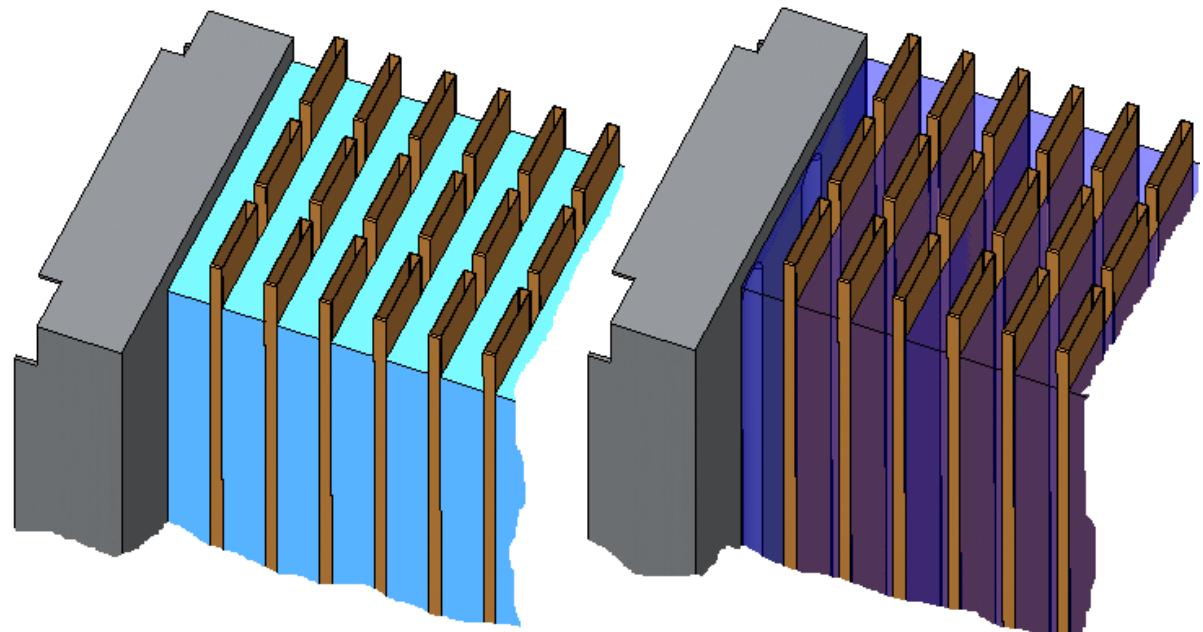
Анализ эффективности в зависимости от угла жалюзи

Есть ощущение, что угол 15 ...20° несколько лучше, чем начальный

3

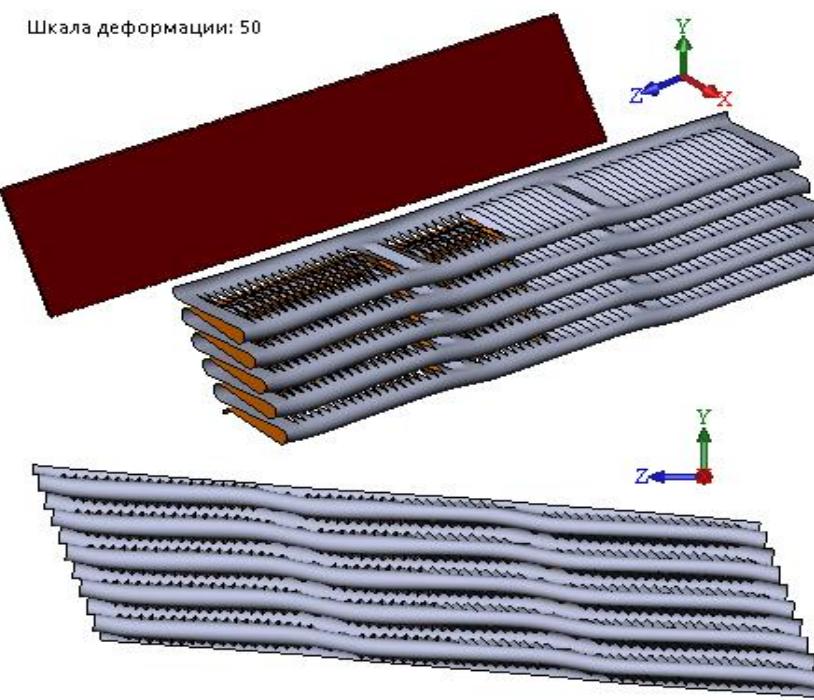


Модель - термоупругость

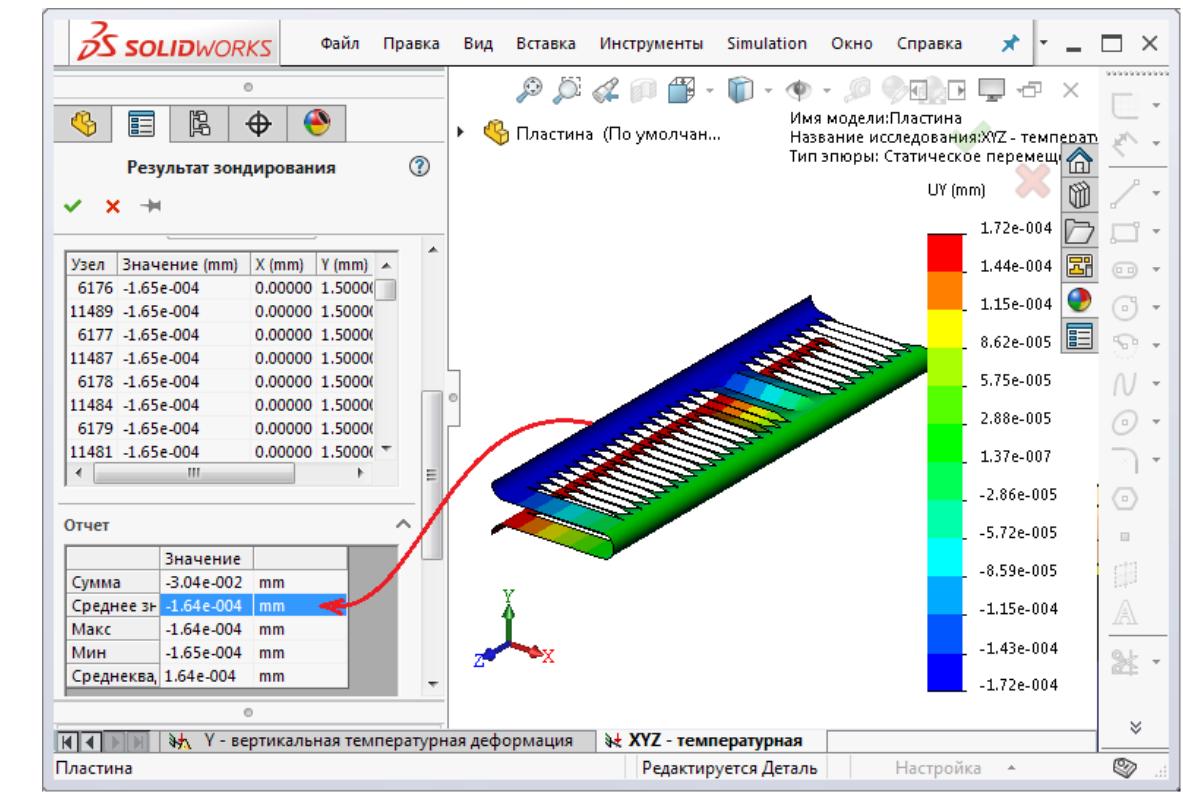


Эффективные характеристики среды, имитирующей пластины

Имитация сдвига z-у



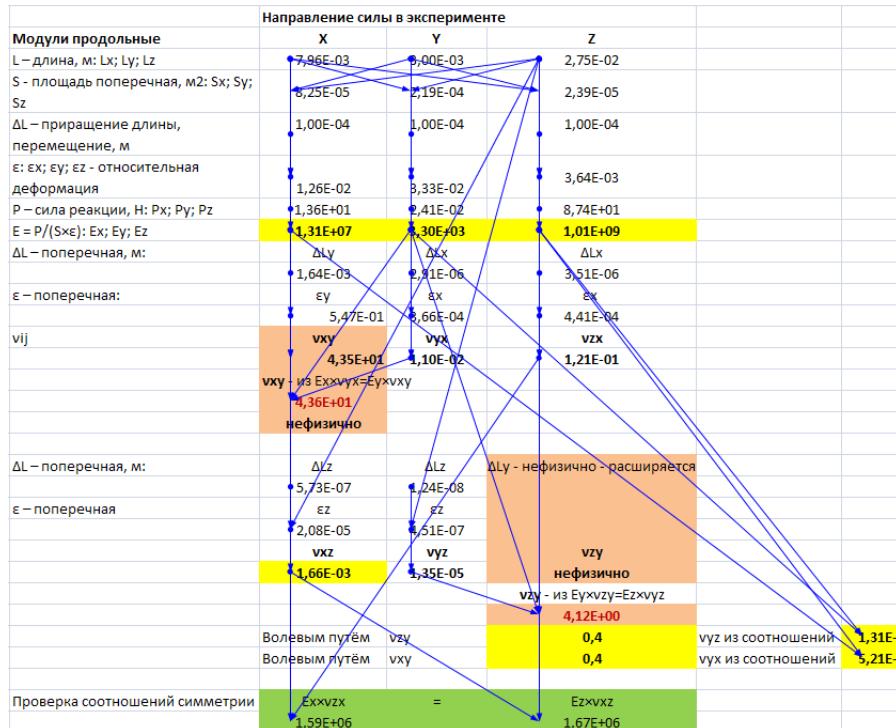
Термоупругость



Эффективные характеристики среды, имитирующей пластины

Обработка численных результатов

Ортотропный материал в базе данных

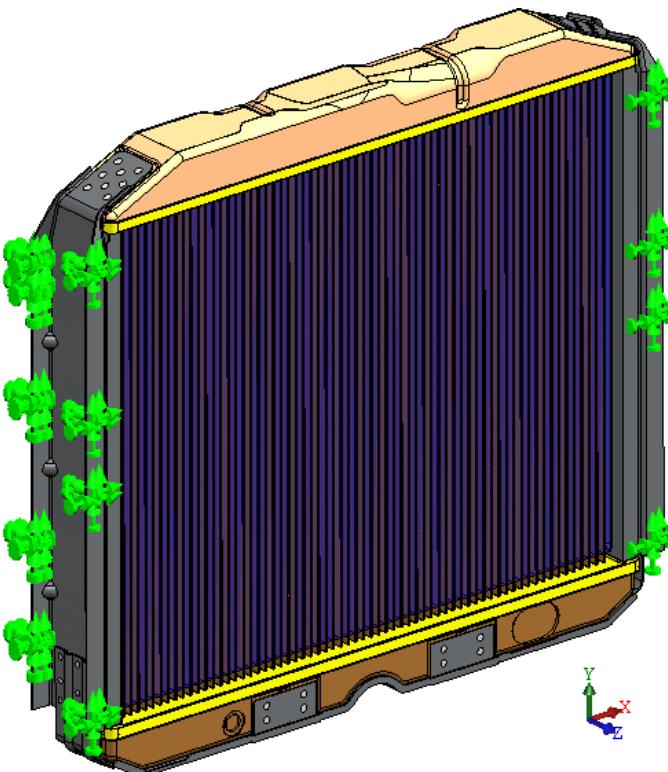


Свойства		Таблицы и кривые		Внешний вид		Штриховка		Настройка		Данные программн	
Свойства материала											
Материалы в библиотеке по умолчанию не могут редактироваться. Необходимо скопировать материал в настроенную пользователем библиотеку и затем его отредактировать.											
Тип модели:	Линейный упругий орто				Справочная геометрия						
Единицы измерения:	СИ - Н/м^2 (Па)				Система координат1						
Категория:	Car Radiator										
Имя:	Пластины КТР Y отрицат										
Критерий разрушения по умолчанию:	Максимальное нормаль										
Описание:	Пластины (1)										
Источник:											
Sustainability:	Не определено				Выбрать...						
Свойство	Значение				Единицы измерени						
Модуль упругости в X	13100000				Н/м^2						
Модуль упругости в Y	3300				Н/м^2						
Модуль упругости в Z	1010000000				Н/м^2						
Коэффициент Пуассона в XY	0.4				Не применимо						
Коэффициент Пуассона в уз	1.31e-006				Не применимо						
Коэффициент Пуассона в xz	0.00166				Не применимо						
Модуль сдвига в XY	153000				Н/м^2						
Модуль сдвига в YZ	161000				Н/м^2						
Модуль сдвига в XZ	6760000				Н/м^2						
Массовая плотность	100				кг/м^3						
Коэффициент теплового расширения в X	1.88e-005				/К						
Коэффициент теплового расширения в Y	-0.000115				/К						
Коэффициент теплового расширения в Z	1.19e-005				/К						

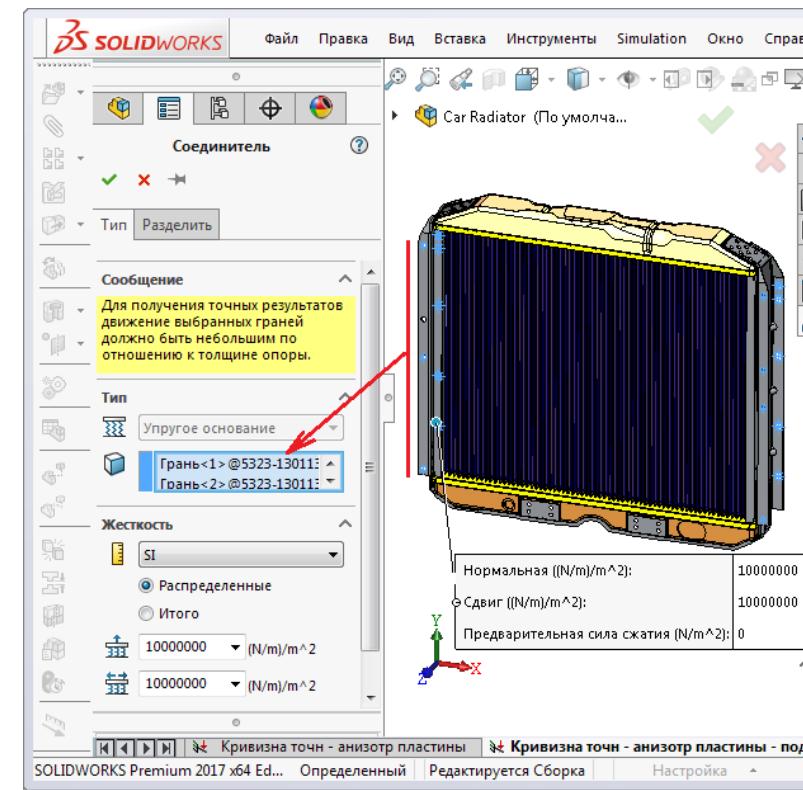


Расчётная модель

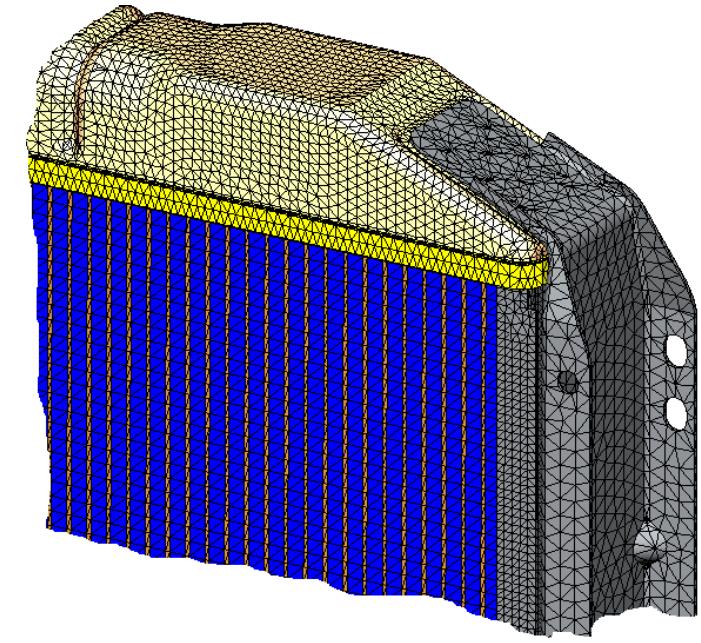
Жёсткая фиксация



Упругое основание

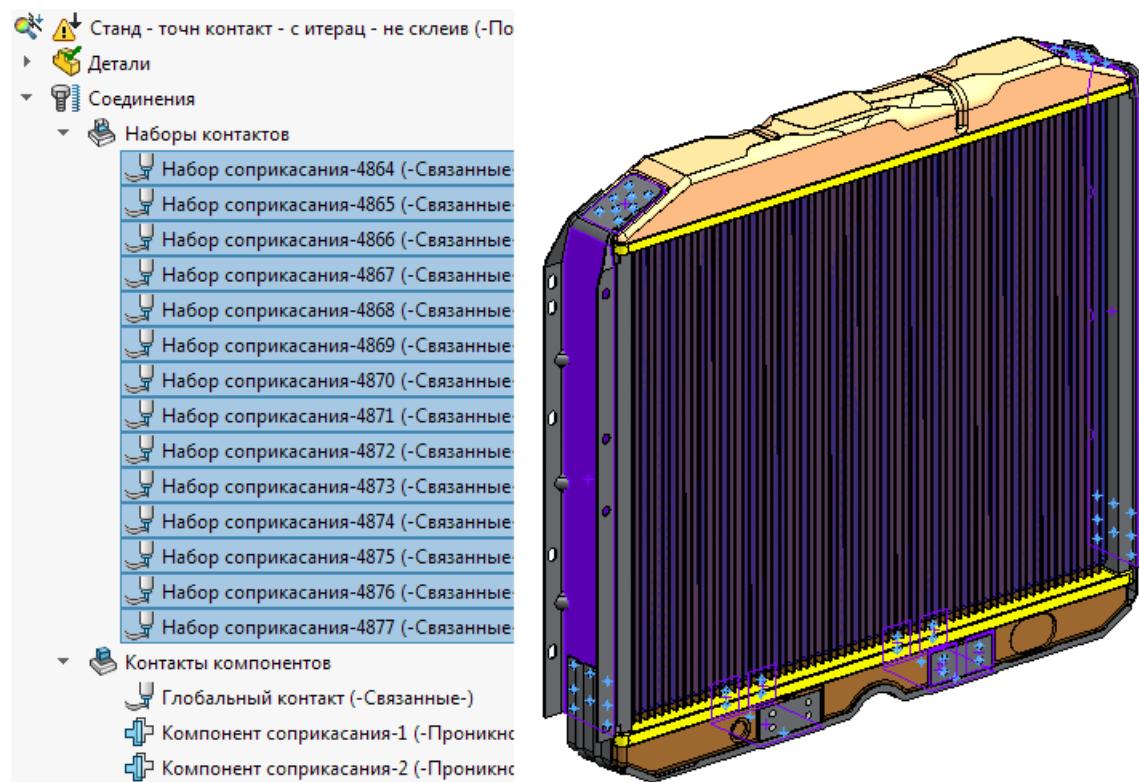


Сетка

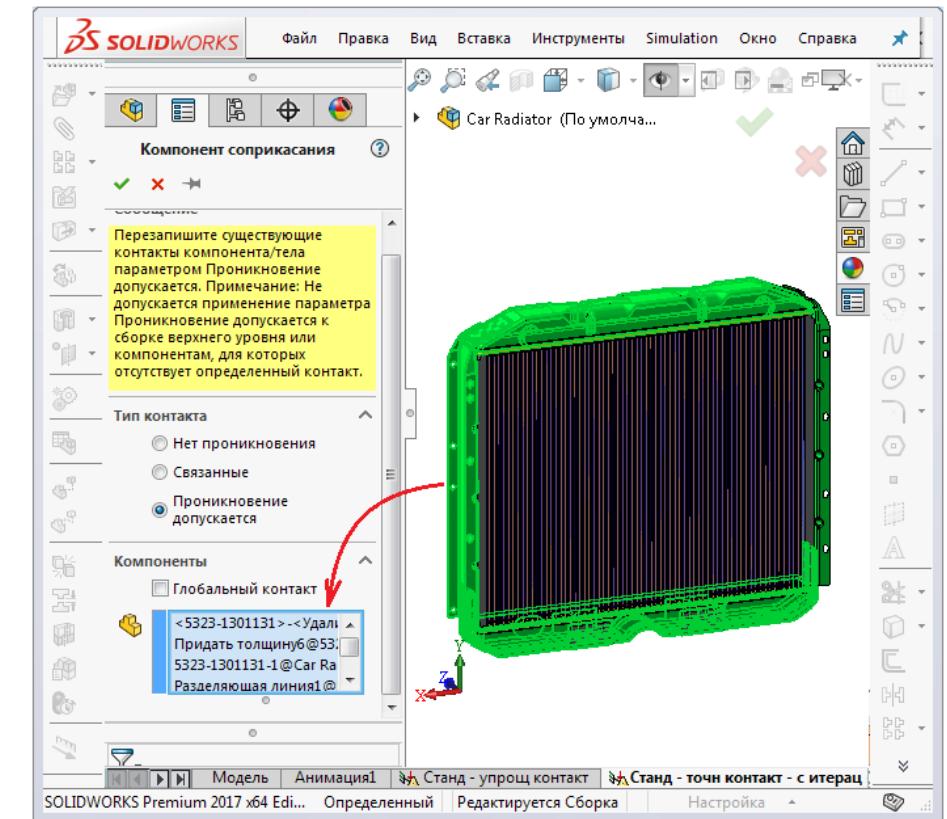


Контактные условия прочностные

Связанные

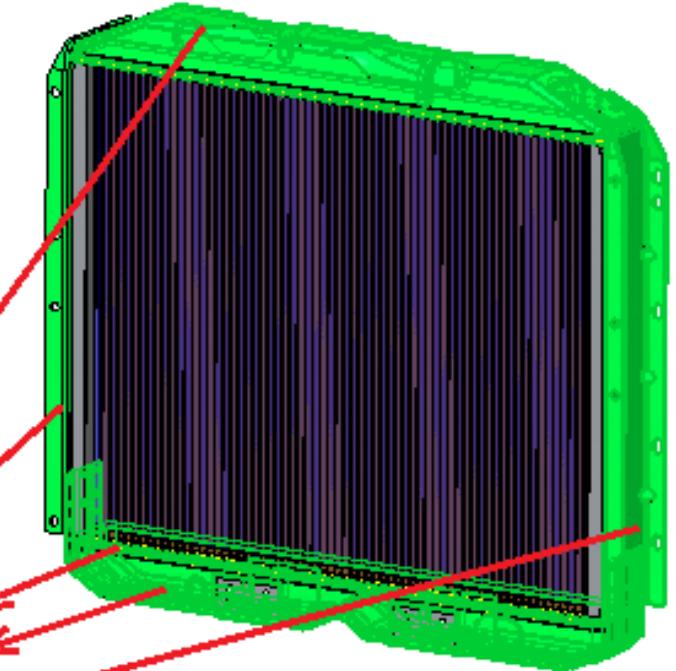
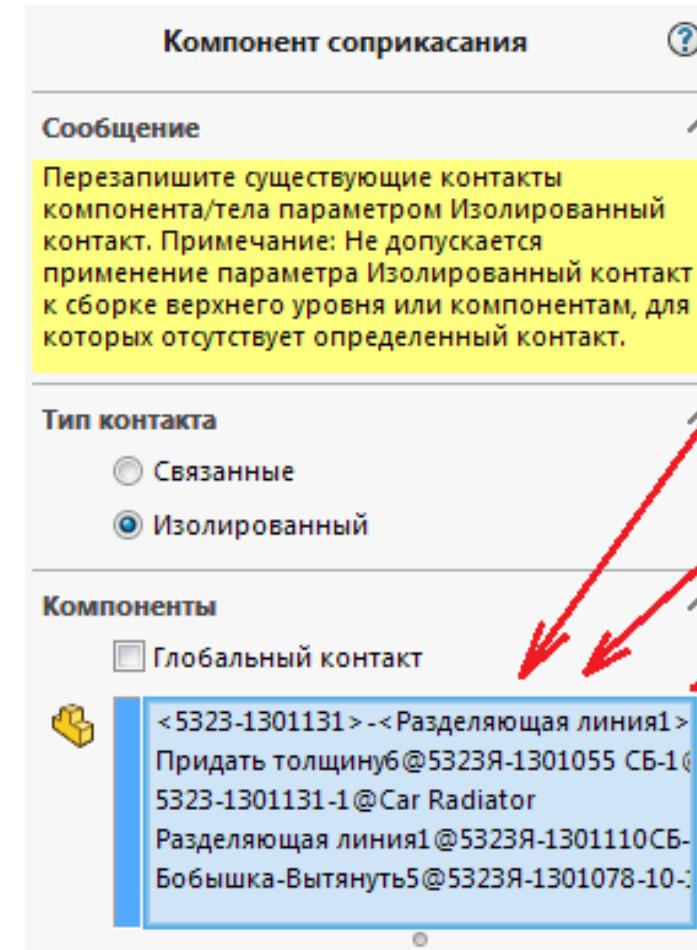


Проникновение допускается



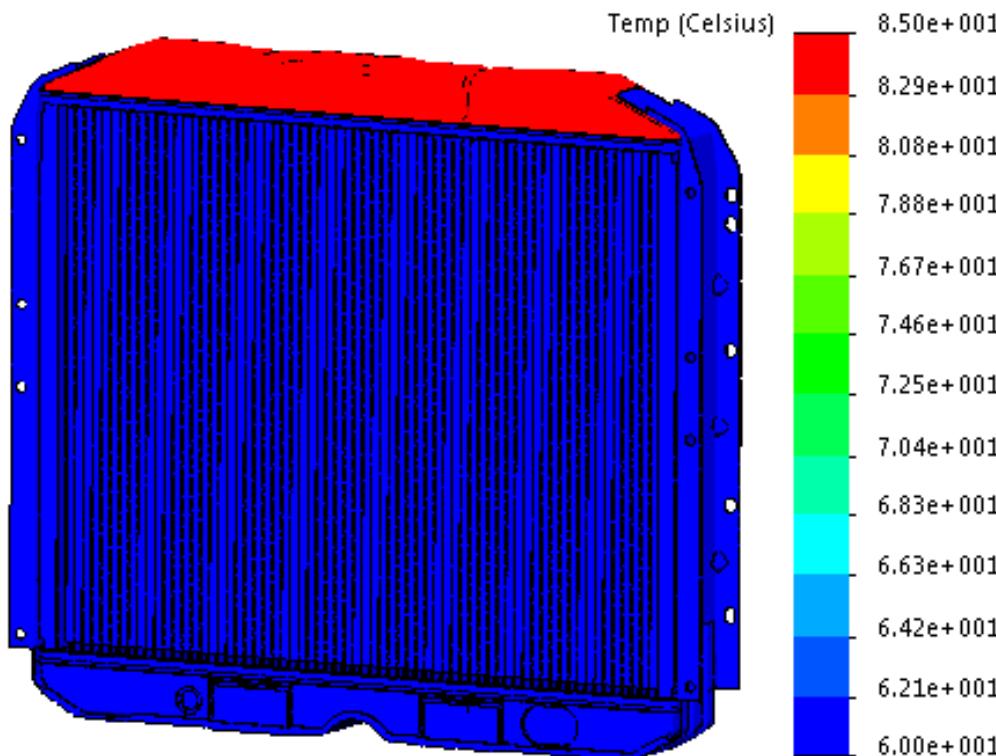
Контактные условия тепловые

Интерпретация
контактов
Проникновение
допускается
в тепловом анализе

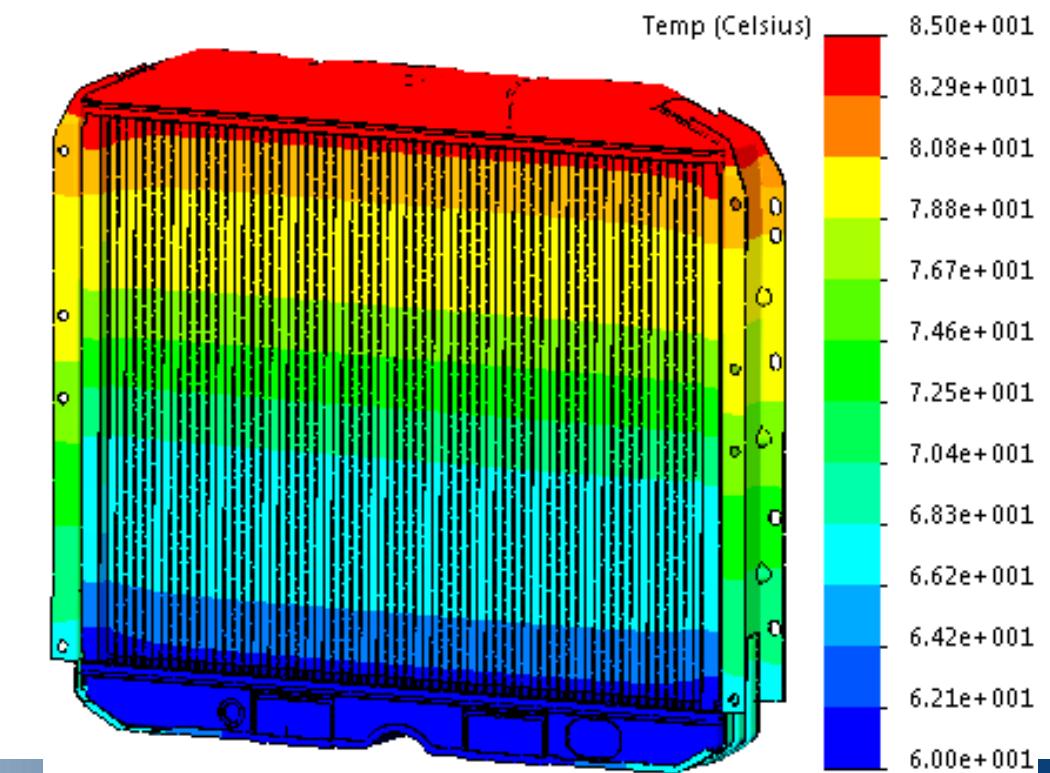


Варианты решения по температуре в зависимости от контактов

Теплопередача через выделенные грани

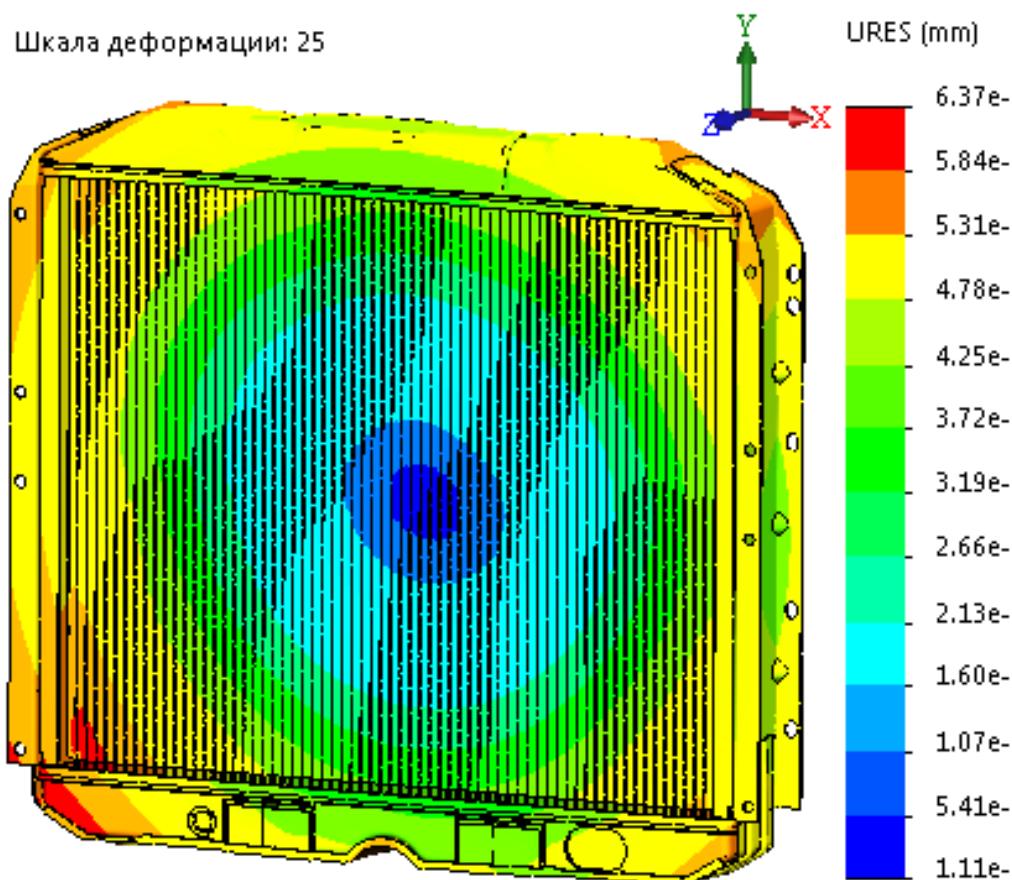


Через все контактирующие грани

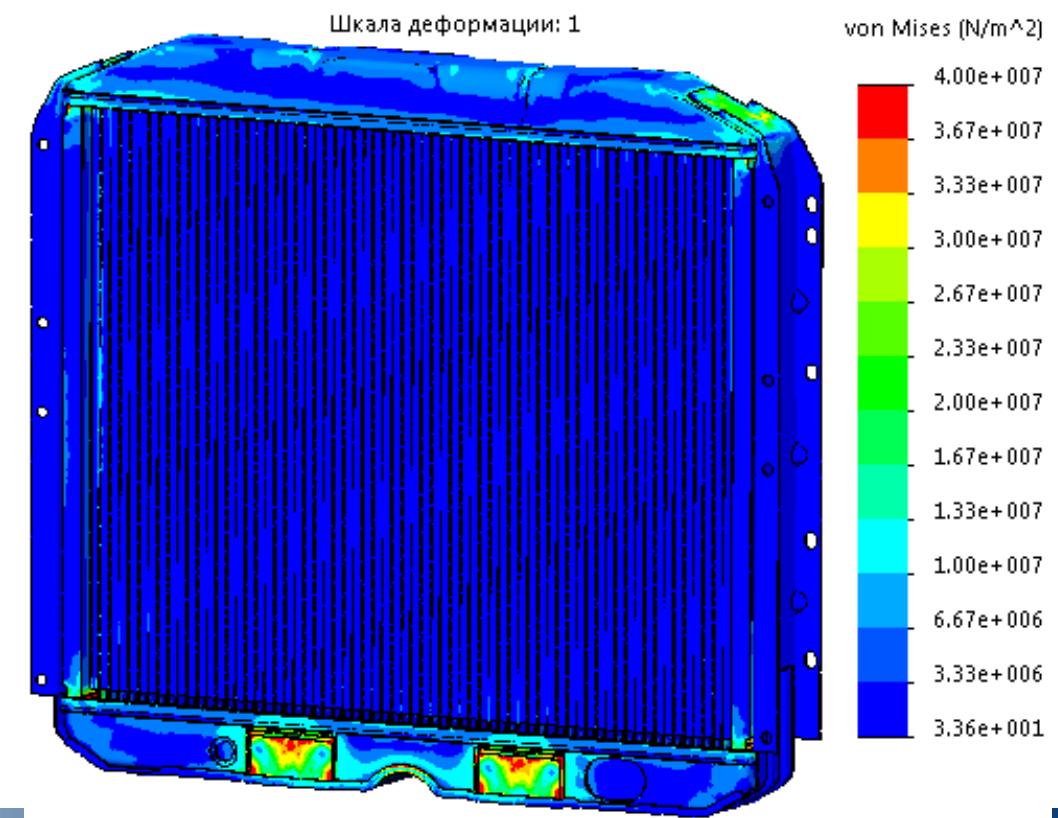


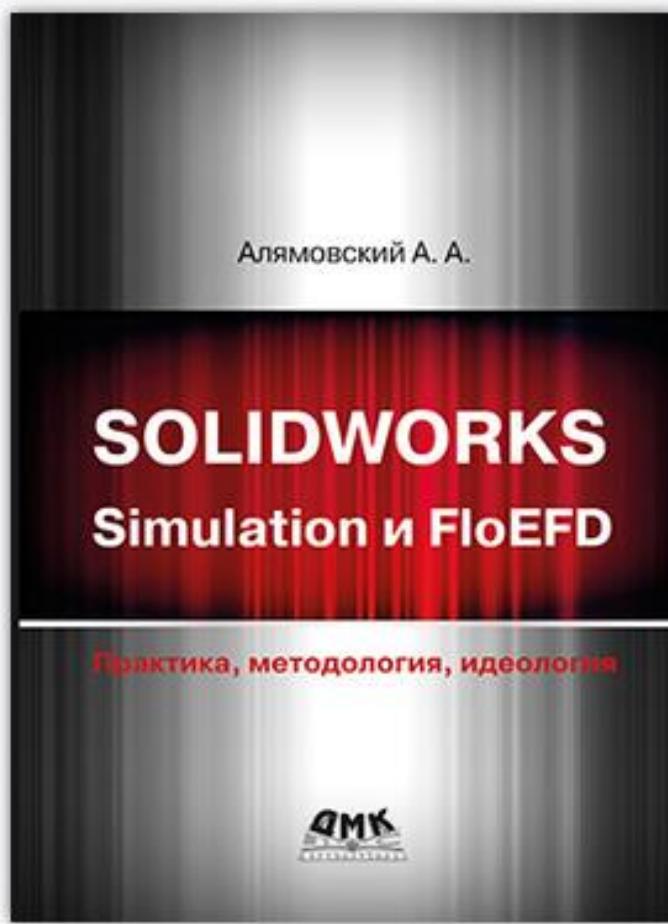
Результаты

Перемещения



Напряжения





Глава 1. Жёсткость, прочность и динамика оросительной системы в линейной и нелинейной балочных моделях

Глава 2. Анализ применимости стеклопластика для изготовления секции мобильного моста

Глава 3. Ветровое воздействие на тонкостенный резервуар

Глава 4. Вибрационный анализ прибора с подвижными элементами

Глава 5. Рациональные алгоритмы и настройки для расчёта гидродинамики центробежного насоса с параметрическим анализом и оптимизацией

Глава 6. Динамика виброизолированных систем

Глава 7. Тепловой расчёт пульта нагрузок

Глава 8. Тепловой расчёт редуктора с принудительным воздушным и водяным охлаждением

Глава 9. Гидродинамический тепловой анализ автомобильного радиатора – многоуровневая модель

Глава 10. Термоупругость автомобильного радиатора

Глава 11. Кинематика, динамика и точность циклоидальных передач

Глава 12. Расчёт четырёхпролётного анкерного участка линии электропередачи

Глава 13. Опорожнение бака с воздухом через клапан

