



## ➤ ПРОСТОЙ РАСЧЕТ FLOW SIMULATION

Дополнительный модуль Flow Simulation позволяет моделировать потоки жидкости и газа для вычисления различных характеристик, таких как температура, скорость потока, давление и т.д. В этой статье мы рассмотрим поведение внутреннего потока холодного воздуха из кассетного кондиционера в камере охлаждения и определим, какой ящик внутри камеры охлаждается быстрее.

Если вы предпочитаете изучать новый материал с помощью видео, добро пожаловать на наш YouTube-канал "Школа SOLIDWORKS"<sup>1</sup>. Перейдя по ссылке, вы сможете посмотреть, как проводится расчет внешнего потока в Flow Simulation.

### Введение

Дана камера, внутри которой находятся четыре ящика. Сверху встроен охлаждающий кассетный кондиционер. Камера является замкнутой, то есть внешние ее стенки не охлаждают окружающую среду (рис. 1).

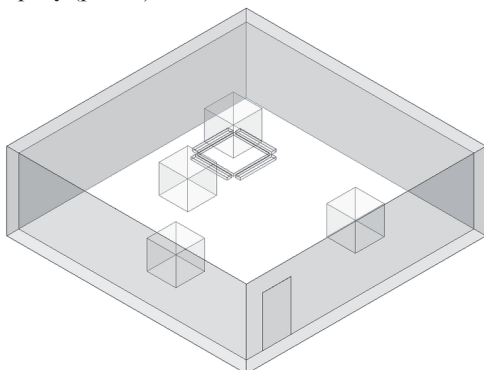


Рис. 1

Добавив модуль Flow Simulation в интерфейс SOLIDWORKS, создаем *Новый проект*, где можно указывать конфигурацию модели, если таковая имеется, и переименовывать проект (рис. 2).

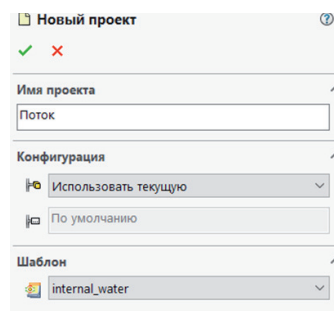


Рис. 2

### Постановка задачи

Есть несколько способов задания условий задачи. Здесь мы воспользуемся функцией *Мастер проекта*, позволяющей автоматически создать новый проект, где можно указывать имя и конфигурации. Единицами измерения оставим данные по умолчанию СИ, лишь изменим *Kelvin* на *Celsius* (рис. 3).

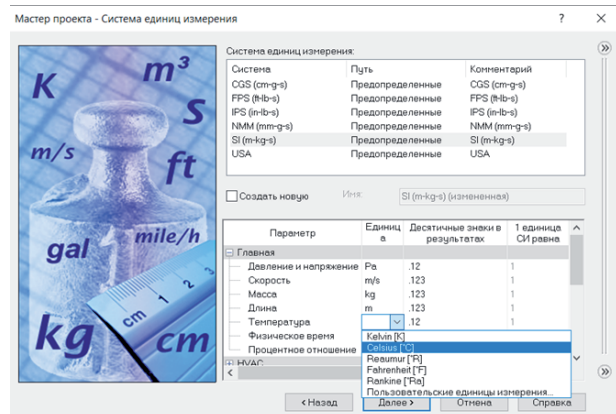


Рис. 3



<sup>1</sup> [www.youtube.com/channel/UCTfdXLMAAn2As2Vmk\\_sBL0XQ/featured](http://www.youtube.com/channel/UCTfdXLMAAn2As2Vmk_sBL0XQ/featured).

Теперь задаем условия для типа задачи (рис. 4): выбираем тип *Внутренняя*, то есть поток внутри камеры, затем — *Теплопроводность в твердых телах* и условие *Гравитация*, а также обязательно проверяем, чтобы ускорение свободного падения было направлено корректно.

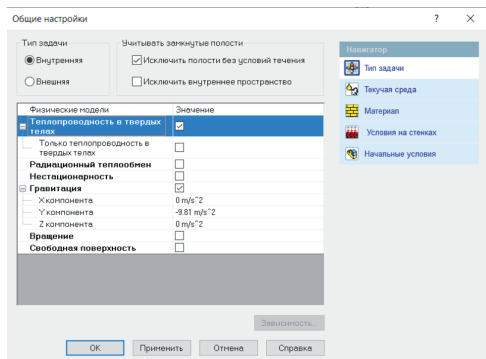


Рис. 4

Следующим шагом задаем текучую среду (рис. 5), в нашем случае это воздух. Во вкладке уже выбран *Air*. Затем нажимаем кнопку *Далее* и переходим к заданию материала. Для всех тел укажем для примера *Сталь 5153* (можно создать собственный материал). На следующих вкладках — *Условия на стенках* и *Начальные условия* — оставляем значения по умолчанию.

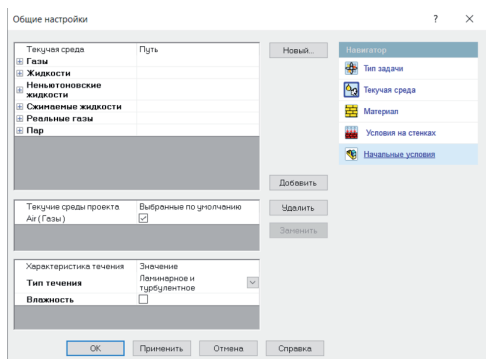


Рис. 5

### Граничные условия

Добавляем граничные условия на четырех гранях кондиционера: в разделе *Объемный расход на входе* укажем  $0,3 \text{ m}^3/\text{с}$ , а в разделе *Термодинамические параметры* — температуру воздуха  $-10$  градусов (рис. 6).

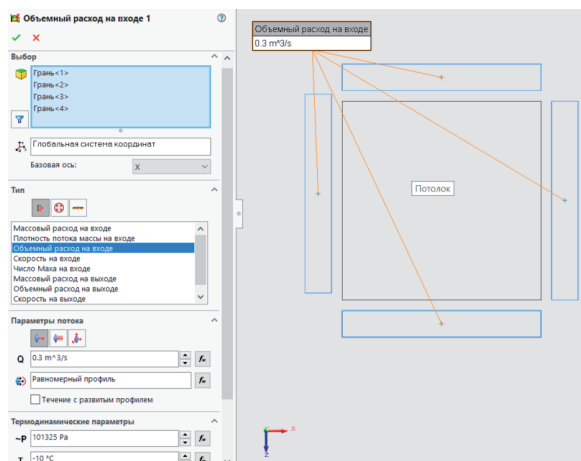


Рис. 6

Затем добавим граничное условие на центральной грани — *Давление окружающей среды* (рис. 7) для всасывания теплого воздуха.

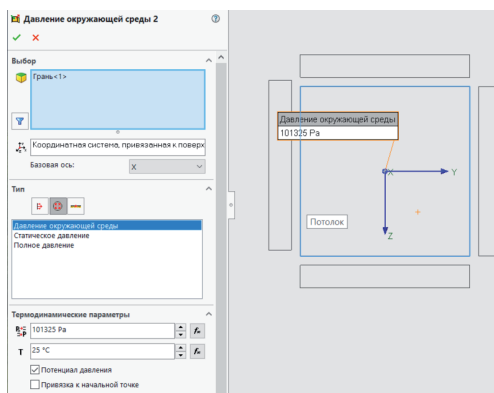


Рис. 7

Кроме того, нужно задать температуру внутренних стенок камеры, равную  $25$  градусам (в противном случае программа станет решать задачу, где в качестве исходной будет выступать температура холодного воздуха из кондиционера). Это можно сделать несколькими способами: например, задать массовый расход равным  $0$  и указать температуру  $25$  градусов либо перейти в тип граничного условия *Стенка* и там установить нужную нам температуру (рис. 8).

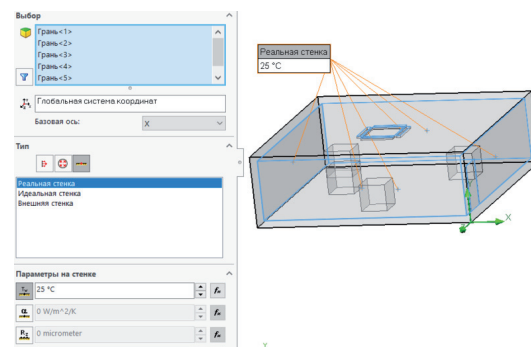


Рис. 8

Затем в окне *Опции управления расчетом* перейдем во вкладку *Адаптация сетки* (рис. 9). Адаптация сетки означает дробление ячеек сетки таким образом, чтобы общее количество ячеек увеличилось до достижения заданного разрешения. Flow Simulation автоматически выполняет адаптацию сетки в процессе расчета. В графе *Максимально допустимое число ячеек* зададим величину  $7\,500\,000$ . *Стратегия адаптации сетки* — это выбор того параметра, от которого зависит, в какие моменты расчета будет выполняться адаптация расчетной сетки. Мы выберем *Периодически* и *Физическое время*. В графе *Период* укажем значение  $1$  секунда.

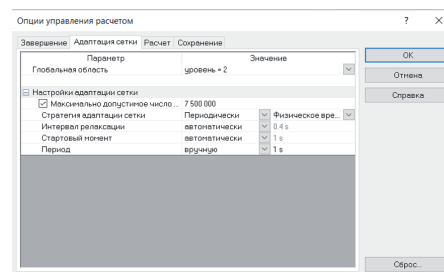


Рис. 9

## Цели задачи

Если добавить глобальную цель, например, выбрав в окне *GG Минимум Температура (твердое тело)* пункт *Минимальное значение* и оставить установленным флажок *Использовать для контроля сходимости* (рис. 10), процесс будет решаться до нахождения программой этого минимального значения температуры твердых тел.

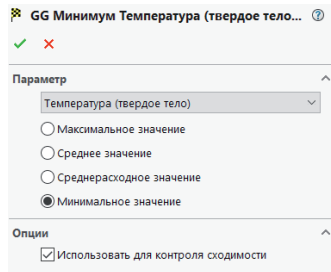


Рис. 10

Поставим еще объемные цели на двух ящиках (паллетах) – на ближайшем к кондиционеру и на дальнем от него. Выберем в окне *VG Минимум Температура (твердое тело)* пункт *Минимальное значение* (рис. 11) и сбросим флажок *Использовать для контроля сходимости*, чтобы сходимости этих целей рассматривалась только в качестве дополнительной информации, а расчет мог быть завершен до того как цель сойдется.

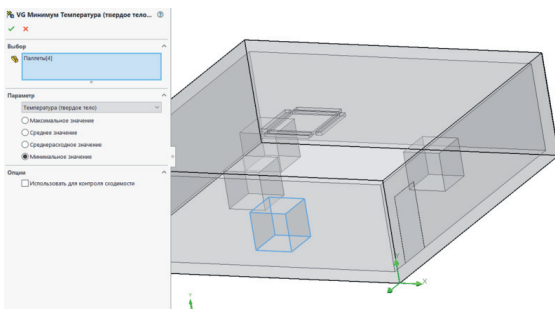


Рис. 11

Для быстроты вычисления выберем для рабочей сетки параметр *Грубая* и запустим процедуру анализа.

## Результаты

После завершения расчета ознакомьтесь с его результатами можно разными способами. Чтобы просмотреть траекторию холодного воздуха, следует перейти на вкладку *Траектории потока*. Выбираем, например, грань, которая соответствует полу камеры. *Количество точек* зададим равным *40*. *Тип отображения* – *Линии со стрелками*, которыми будет показана температура. На мониторе отобразятся потоки воздуха с разными температурами внутри камеры (рис. 12).

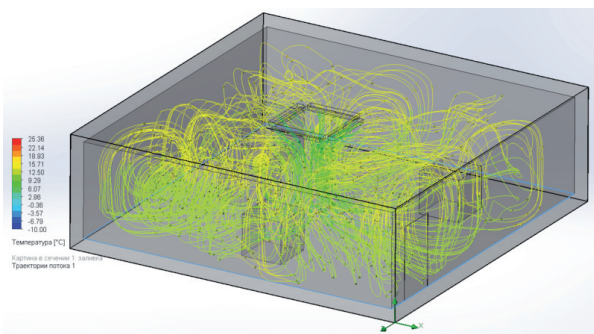


Рис. 12

На вкладке *Картина на поверхностях* укажем одну из паллет – например, ближайшую к кондиционеру. После выбора *Температура (твердое тело)* увидим, как охлаждается ящик: ближайшая к кондиционеру грань охладилась в большей степени (рис. 13).

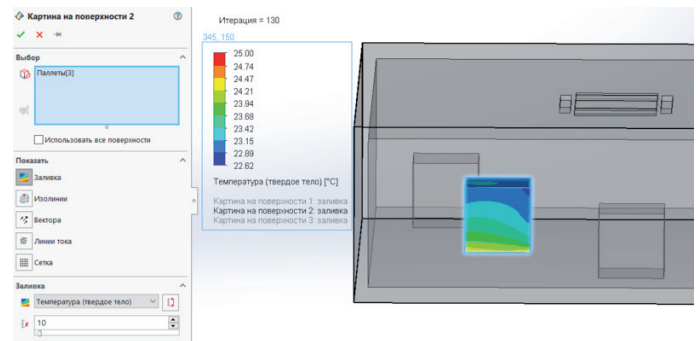


Рис. 13

И наконец построим *Картину в сечениях*. Выберем в качестве сечения *YZ-плоскость*, тип отображения – *Заливка и Векторы*, в качестве заливки – *Температура*, а для векторов – *Скорость*. В результате сможем увидеть, как теплый воздух скапливается наверху, а холодный внизу (рис. 14). Также по стрелочкам получим возможность судить о поведении потока холодного воздуха.

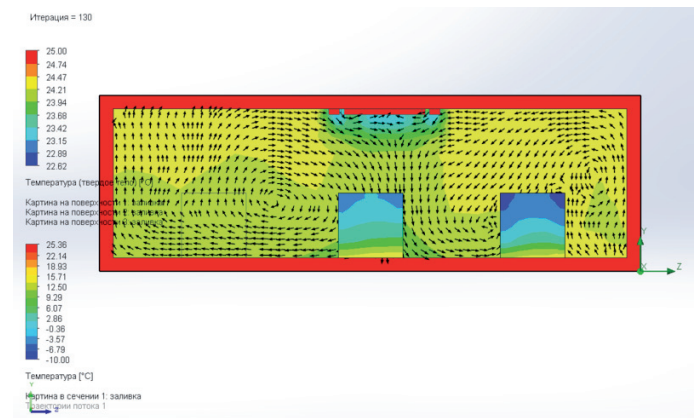


Рис. 14

## Вывод

Инженерный модуль *SOLIDWORKS Flow Simulation* позволяет проводить точный расчет движения жидких сред, газа или жидкости внутри и снаружи моделей, а также исследовать теплообмен моделей за счет конвекции, излучения и проводимости, используя технологию вычислительной гидрогазодинамики (CFD).

**Максим Салимов,**  
технический специалист  
по *SOLIDWORKS*  
*TK CSoft*  
E-mail: [salimov.maksim@csoft.ru](mailto:salimov.maksim@csoft.ru)