

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛУЧИСТОГО ТЕПЛООБМЕНА В ПРОГРАМНОМ КОМПЛЕКСЕ ANSYS WORKBENCH

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Абражевич Д. С., Али. А. Ш., Романовский П. С

Пискун Г. А. – канд.техн.наук,доцент

В данной статье рассмотрен процесс моделирования стационарного темпреатурного поля цилиндра в результате лучистого теплообмена при помощи модуля *ANSYS Fluent*.

Исходными данными для расчета являются четыре азотных экрана размерами 1×1м, которые располагаются в вакуумной камере и охлаждают цилиндрический корпус. Схема расположения объектов показана на рисунке 1. Экраны имеют постоянную температуру 80К, на цилиндре в начальный момент времени 300К. Степень черноты экрана и цилиндра равны и имеют значение 0,85.

В пакете *ANSYS Fluent* реализованы пять способов моделирования задач лучистого теплообмена.

1) *P1* (диффузионная модель) – экономичная модель, применяемая для решения задач, связанных с горением твердого топлива в крупно-масштабных установках.

2) *DTRM* (дискретного трансфера) – модель, которая разрешает теплообмен излучением при горении в маломасштабных объектах.

3) *DO* (дискретных ординат) – модель, которая является универсальной для всех задач, связанных с лучистым теплообменом.

4) *Roseland* (модель Росселанда) – модель, применяемая для разрешения лучистого теплообмена в средах со значительной оптической толщиной.

5) *S2S* (поверхность-поверхность) – модель, разрешающая теплообмен излучением строго между теми поверхностями, которые задаются, как участники данной задачи.

Для решения данной задачи будет применяться способ *S2S*, так как у нас происходит теплообмен излучением от экранов к цилиндру. В *Design Modeler* создадим структуру (рис. 2), которая представляет собой куб, в котором находится полый цилиндр. Боковые грани куба в расчёте будут рассматриваться как экраны. Фаски в данном случае показывают, что область является закрытой, но экраны между собой не соприкасаются. Это важно, потому что способ *S2S* не поддерживает объекты в виде всящих узлов.

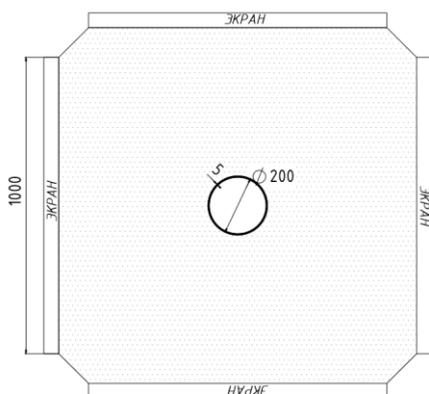


Рисунок 1 – Схема расположения объектов

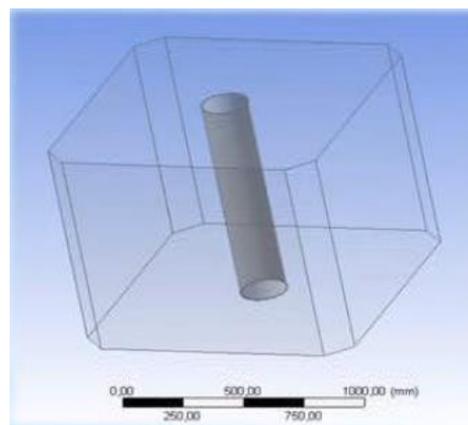


Рисунок 2 – Модель для расчетов

Так как мы рассматриваем стационарную задачу в параметрах *ANSYS Fluent* установим режим *Study State*. В моделях установим *Surface to Surface* в настройках расчета укажем метод *Hemicube*, отвечающий за то, что излучение будет проходить через определенные поверхности, а не отражаться. В настройках зон, укажем поверхности, которые учитываются в расчете, а именно поверхности экранов и цилиндра (рис. 3).

С помощью команды *Compute/Write/Read* будут рассчитаны угловые коэффициенты, после чего можно переходить к моделированию лучистого теплообмена. Чтобы рассчитать лучистый теплообмен без учета конвекции, необходимо смоделировать вакуум, а именно задать его физические параметры, указанные на рисунке 4.

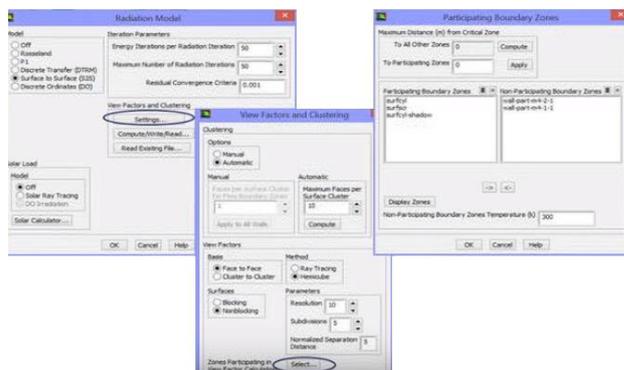


Рисунок 3 – Настройки расчетной модели

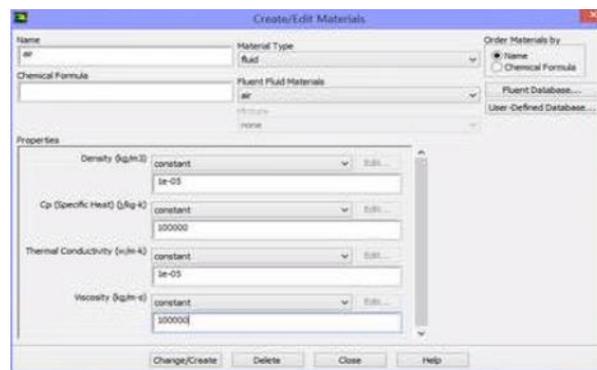


Рисунок 4 – Физические параметры вакуума

Далее необходимо ввести физические характеристики материала исследуемой модели. В данном расчете будем применяться сталь 45 с характеристиками из справочника [2]. После чего в настройках *Cell Zone* убеждаемся, что одна из зон является *Fluid* (текучей средой), а вторая *Solid* (твердым телом). На поверхности экранов зададим граничные условия, указанные в исходных данных. Также следует обратить внимание на то, что характеристики, указанные в окне *Thermal Conduction*, не относятся к расчетной среде. Они описывают внешнюю среду и не внесут изменения в расчет так как рассматривается случай передачи излучения от поверхности к поверхности. После проделанных действий запустим расчет.

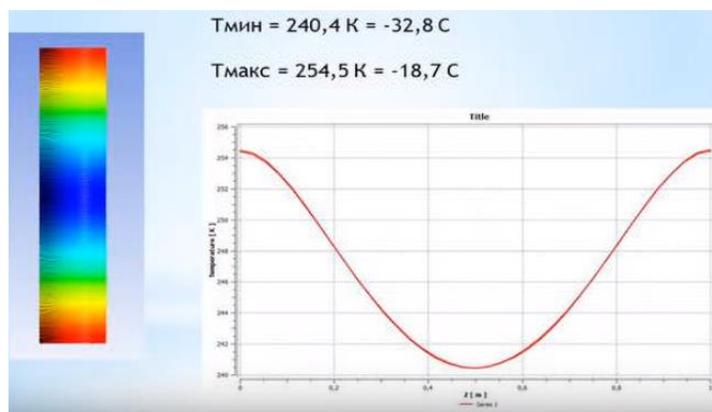


Рисунок 4 – Физические параметры вакуума

Из расчета видно, что максимальная температура образуется на торцах цилиндра и составляет 254K, а минимальная температура концентрируется в центре и составляет 240K. Из этого можно сделать вывод что, для того чтобы интенсифицировать лучистый теплообмен, необходимо увеличить температуру излучающего тела, либо же увеличить степень черноты системы.

Список использованных источников:

1. CADFEM [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.cadfecms.ru/products/ansys/>.
2. Б. Н. Арзамасова Конструкционные материалы: Справочник / М.: Машиностроение, 1990. - 688 с.
3. Теплообмен излучением [электронный ресурс]. Режим доступа: https://cae-club.ru/sites/default/files/teploobmen_izlucheniem_0.pdf