|  |  |
| --- | --- |
|  | HS – Внутренний узел |
| в палитре |  |
|  |  |
| на схеме |  |

Блок является одним из базовых блоков для построения нодализационных схем теплогидравлических моделей

**Свойства блока**:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| * Начальное давление, Па | P0 |  |
| * Начальная энтальпия, Дж/кг | H0 |  |
| * Объем узла, м³ | V |  |
| * Гидравлический диаметр, м | Dg |  |
| * Проходное сечение, м² | S |  |
| * Высотная отметка, м | Z |  |
| * Теплоноситель | coolant |  |
| * Объемное энерговыделение, Вт/м³ | qv |  |
| * Концентрация пассивных примесей, кг/кг | C\_passive\_tracer\_0 |  |
| * Характеристика жёсткости стенок узла dV/dP, м³/Па | dVdP |  |
| * Объёмный источник пассивной примеси, кг/( м³\*с) | Cv\_source |  |

**Параметры блока**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| * Давление, Па | \_p |  |
| * Энтальпия, Дж/кг | \_h |  |
| * Температура, °С | \_t |  |
| * Удельный объём, м³/кг | \_v |  |
| * Плотность, кг/ м³ | \_rho |  |
| * Расходы по веткам, кг/с | \_g |  |
| * Расход подпитки в узел, кг/с | \_gp |  |
| * Концентрации пассивных примесей, кг/кг | \_c\_passive\_tracer |  |

**Физическая модель, реализованная в блоке «Внутренний узел»**

Внутренний узел является одним из базовых объектов теплогидравлического кода. Он служит для связи между собой каналов и рёбер теплогидравлической схемы. С каждым узлом может быть связано произвольное количество каналов. Во внутренних узлах решаются уравнения сохранения массы и энергии жидкости, а также уравнение сохранения массы пассивной примеси.

Уравнение сохранения массы для внутреннего узла выглядит следующим образом:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1) |

где – плотность жидкости;

– объём узла;

– количество входящих в узел расходов;

– количество выходящих из узла расходов;

– давление жидкости в узле;

- удельная энтальпия жидкости в узле;

- частная производная плотности жидкости по давлению при постоянной энтальпии;

– частная производная плотности жидкости по энтальпии при постоянном давлении.

Уравнение сохранения энергии для внутреннего узла имеет вид:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2) |

где – удельная энтальпия в последних расчётных ячейках входящих каналов или в первых расчётных ячейках выходящих каналов;

– объёмное энерговыделение в узле.

При решение общей системы уравнений сохранения массы и импульса для определения поля давлений и расходов на следующем слое по времени используется так называемый безытерационный алгоритм, основная идея которого состоит в следующем:

- для всех внутренних узлов записываются уравнения сохранения импульса для последних гидравлических связей входящих рёбер и для первых гидравлических связей выходящих рёбер. Эти уравнения содержат давления в узлах и в последних расчётных ячейках входящих рёбер и в первых расчётных ячейках выходящих рёбер;

- для всех внутренних узлов вместо давлений в первых и в последних расчётных ячейках рёбер подставляются их выражения согласно уравнениям, связывающим давления в расчётных ячейках рёбер с давлениями в ограничивающих рёбра узлах. В результате в уравнениях сохранения импульса для крайних гидравлических связей рёбер остаются только расходы в этих гидравлических связях и давления в узлах;

- из полученных уравнений сохранения импульса выражаются расходы в крайних гидравлических связей рёбер через давления в узлах;

- эти расходы подставляются в уравнения сохранения массы для узлов вида (1). В результате этой подстановки для узлов получаются уравнения, содержащие давления в данном узле и всех связанных с ним рёбрами узлах. Решение полученной системы методами линейной алгебры позволяет найти давления в узлах схемы на следующем шаге по времени. После этого обратной прогонкой находятся давления в расчётных ячейках всех каналов схемы, а по найденному полю давлений рассчитываются расходы в гидравлических связях на следующем слое по времени.

Аналогичная идея используется при расчёте поля энтальпий на следующем слое по времени.

Уравнение сохранения массы пассивной примеси выглядит аналогично уравнению (2). В теплогидравлическом коде предусмотрен расчёт произвольного количества пассивных примесей. Их количество определяется на этапе инициализации расчётной схемы, исходя из размерностей массивов концентраций C\_passive\_tracer, заданных в узлах схемы. При анализе топологии схемы для каждого связного контуре теплогидравлической схемы рассчитывается количество концентраций пассивных примесей, соответствующее максимальной размерности массива C\_passive\_tracer в этом контуре. Концентрации пассивных примесей в ячейках каналов в начале расчёта распределяются линейно между значениями, заданными в узлах.

Внутренний узел является тем блоком теплогидравлического кода, в котором при помощи блока «Подпитка» возможно задание притока или стока массы жидкости и/или массы пассивной примеси в теплогидравлической схеме.