**Блок «ГПС – Канал постоянного сечения с идеальным газом при постоянной температуре»**

**а. Внешний вид блока**



**б. Моделируемый объект**

Блок моделирует квазистационарное изотермическое течение идеального газа через канал с постоянной площадью проходного сечения.

Квазистационарная постановка подразумевает, что при изменении параметров газа на входе канала происходит мгновенное изменение параметров в его выходном сечении.

Канал соединяет две полости (это могут быть как отвлеченные полости, так и полости пневмомашин и пневмоустройств). Полость, из которой происходит истечение, считается полостью-источником. Полость, в которую поступает рабочая среда из канала, считается полостью-приёмником.

Считается, что давление во входном сечении канала (со стороны полости-источника) равно давлению в полости-источнике.

**в. Свойства блока**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование свойства** | **Единицы** | **Обозначение** |
| Коэффициент согласования реального и теоретического расходов | – | mu\_kan |
| Площадь живого сечения канала | м2 | f\_kan |
| Приведенный коэффициент гидравлического сопротивления канала при прямом токе | м-4 | zeta\_priv\_prjam |
| Приведенный коэффициент гидравлического сопротивления канала при обратном токе | м-4 | zeta\_priv\_obr |
| Рабочая среда | – | gas\_type |

Значения свойств «Приведенный коэффициент гидравлического сопротивления канала при прямом токе» и «Приведенный коэффициент гидравлического сопротивления канала при обратном токе» определяются по зависимостям:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1) |
|  | (2) |

где – приведенный коэффициент гидравлического сопротивления канала при прямом токе рабочей среды;

– коэффициент гидравлического сопротивления *i*-ого из *n* элементарных сопротивлений (местное сопротивление, сопротивление по длине) канала при прямом токе рабочей среды;

– площадь проходного сечения канала, к которому приведен коэффициент гидравлического сопротивления *i*-ого из *n* элементарных сопротивлений канала при прямом токе рабочей среды;

– приведенный коэффициент гидравлического сопротивления канала при обратном токе рабочей среды;

– коэффициент гидравлического сопротивления *i*-ого из *n* элементарных сопротивлений (местное сопротивление, сопротивление по длине) канала при обратном токе рабочей среды;

– площадь проходного сечения канала, к которому приведен коэффициент гидравлического сопротивления *i*-ого из *n* элементарных сопротивлений канала при обратном токе рабочей среды.

Свойство «Рабочая среда» задается путем выбора из выпадающего списка в столбце «Значение» окна свойств блока. Для описания теплофизических свойств газов используется набор процедур типа «fluid».

**г. Параметры блока**

| **Наименование параметра** | **Единицы** | **Обозначение** |
| --- | --- | --- |
| Массовый расход рабочей среды через канал | кг/с | \_G |
| Абсолютное давление рабочей среды во входном сечении канала | МПа | \_p\_vh |
| Абсолютное давление рабочей среды в выходном сечении канала | МПа | \_p\_vyh\_sech |
| Температура рабочей среды во входном сечении канала | К | \_T\_vh |
| Фактическое отношение статических давлений | – | \_Sigma |
| Критическое отношение статических давлений | – | \_Sigma\_kr |

Первоначально считается, что на порт «source» блока поступает сигнал от полости-источника. Возможная смена направления течения учитывается в блоке автоматически.

Для возможности визуальной фиксации смены направления течения рабочей среды, массовый расход, выдаваемый как параметр блока, будет иметь отрицательное значение в случае, если истечение происходит из полости, которая изначально принята полостью-приёмником.

Параметр «Абсолютное давление рабочей среды во входном сечении канала» показывает абсолютное давление рабочей среды в полости, являющейся источником в текущий момент времени.

Параметр «Абсолютное давление рабочей среды в выходном сечении канала» показывает:

* в случае докритического режима течения, абсолютное давление рабочей среды в полости, являющейся приемником в текущий момент времени;
* в случае критического режима течения, абсолютное давление в выходном сечении канала (на входе в полость-приемник).

**д. Входные/выходные порты и связь с другими блоками библиотеки**

Блок имеет два входных порта типа «ГПС пневматическая связь», предназначенных для соединения с блоками, моделирующими полости и пневмоцилиндры.

Примеры соединения блока с другими блоками библиотеки «ГПС» приведены на рисунке 1.

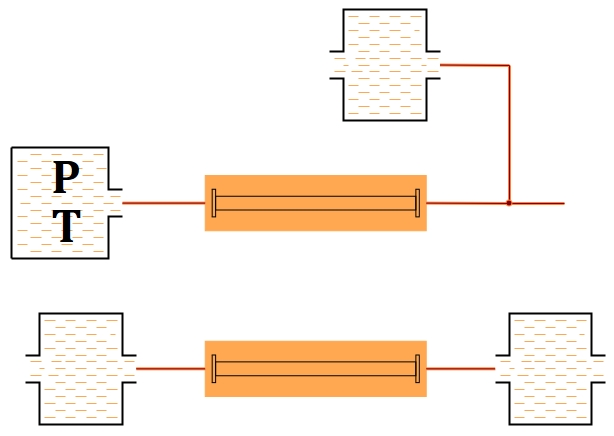


Рисунок 1 – Примеры соединения блока с другими блоками библиотеки «ГПС»

**е. Математическая модель**

Математическая модель блока состоит из следующих уравнений:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3) |
|  | (4) |
|  | (5) |
|  | (6) |
|  | (7) |
|  | (8) |
|  | (9) |
|  | (10) |
|  | (11) |
|  | (12) |
|  | (13) |
|  | (14) |
|  | (15) |
|  | (16) |
|  | (17) |
|  | (18) |
|  | (19) |
|  | (20) |
|  | (21) |
|  | (22) |
|  | (23) |

где – массовый расход рабочей среды через канал, как сигнал, выдаваемый на порт «source» блока;

– массовый расход рабочей среды через канал;

– абсолютное давление рабочей среды, как сигнал, поступающий на порт «source» блока;

– абсолютное давление рабочей среды, как сигнал, поступающий на порт «recipient» блока;

– поток энергии рабочей среды, входящий или выходящий из канала, как сигнал, выдаваемый на порт «source» блока;

– удельная энтальпия рабочей среды на входе в канал;

– удельная энтальпия рабочей среды в выходном сечении канала;

– массовый расход рабочей среды через канал, как сигнал, выдаваемый на порт «recipient» блока;

– поток энергии рабочей среды, входящий или выходящий из канала, как сигнал, выдаваемый на порт «recipient» блока;

– коэффициент согласования реального и теоретического расходов;

– площадь проходного (живого) сечения канала;

– абсолютное давление во входном сечении канала;

– удельная газовая постоянная;

– термодинамическая температура рабочей среды во входном сечении канала;

– расходная функция;

– удельная внутренняя энергия рабочей среды на входе в канал;

– плотность рабочей среды на входе в канал;

– удельная внутренняя энергия рабочей среды в выходном сечении канала;

– абсолютное давление рабочей среды в выходном сечении канала;

– плотность рабочей среды в выходном сечении канала;

– температура рабочей среды, как сигнал, поступающий на порт «source» блока;

– температура рабочей среды, как сигнал, поступающий на порт «recipient» блока;

– расходная функция при докритическом режиме течения рабочей среды через канал;

– расходная функция при критическом режиме течения рабочей среды через канал;

– функция, определяющая зависимость удельной внутренней энергии рабочей среды от ее абсолютного давления и термодинамической температуры;

– функция, определяющая зависимость плотности рабочей среды от ее абсолютного давления и термодинамической температуры;

– фактическое отношение абсолютных давлений рабочей среды на выходе и входе канала;

– критическое отношение абсолютных давлений рабочей среды на выходе и входе канала;

– приведенный коэффициент гидравлического сопротивления канала;

– абсолютное давление рабочей среды на выходе канала;

– коэффициенты аппроксимирующего уравнения.

Значения коэффициентов *k1* и *k2* определяются по таблице 1.

Таблица 1 – Значения коэффициентов *k1* и *k2*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| 0…1 | 0,771 | 0,524 |
| 1…100 | 0,771 | 0,542 |
| 100…1000 | 0,843 | 0,521 |
| 1000…∞ | 0,917 | 0,509 |

Зависимость (20) для расчета критического отношения абсолютных давлений рабочей среды на выходе и входе канала является аппроксимацией исходного теоретического неявного уравнения

|  |  |
| --- | --- |
|  | (24) |