|  |  |
| --- | --- |
|  | **HS – Местное сопротивление по Идельчику** |
| в палитре |  |
|  |  |
| на схеме |  |

Блок реализует автоматизированное вычисление местного гидравлического сопротивления в зависимости от задаваемой геометрии участка (элемента) канала.

Реализуется автоматический расчет прямого и обратного местного гидравлического сопротивлений для следующих участков:

* внезапное увеличение проходного сечения канала, в зависимости от отношения сечений и закона распределения скорости потока по сечению.
* внезапное уменьшение проходного сечения канала, в зависимости от отношения сечений, типа и параметров входной кромки.
* отвод (колено), в зависимости от угла поворота, относительного радиуса закругления и коэффициента относительной шероховатости стенки.

Если моделируемый трубопровод имеет какие-либо из описанных изменений геометрии, то использование данного блока позволит повысить точность задания общего гидравлического сопротивления канала.

**Свойства блока:**

*Номер гидравлической связи –* номер расчетного элемента канала, на границе которого устанавливается гидравлическое сопротивление.

*Тип задания сопротивления (в прямом направлении)* – выбор способа, которым задается прямое гидравлическое сопротивление. Фактически опция устанавливает также способ задания и обратного сопротивления. *Ручной* –коэффициент гидравлического сопротивления в прямом и обратном направлении устанавливается вручную. *Внезапное увеличение сечения* –расчет коэффициентов гидравлического сопротивления происходит автоматически. Причем сопротивление в прямом направлении определяется как сопротивления внезапного расширения, а в обратном – как сопротивление внезапного сужения канала. *Внезапное уменьшение сечения* – автоматический расчет прямого сопротивления - как при сужении канала, а обратного – как при расширении. *Отвод* – автоматический расчет коэффициентов прямого и обратного сопротивления трубного отвода.

*Прямое сопротивление* – величина заданного либо автоматически-рассчитанного значения гидравлического сопротивления для прямого направления течения теплоносителя.

*Обратное сопротивление* – величина заданного либо автоматически-рассчитанного значения гидравлического сопротивления для обратного направления течения теплоносителя.

*Показывать рассчитанные сопротивления –* включение и выключение подписи со значениями сопротивлений.

*Распределение скорости по сечению при внезапном его увеличении* – выбор закона распределения скоростей по сечению канала, который имеет место в моделируемой системе. Свойство применимо только для режима задания сопротивления «Внезапное увеличение сечения». *Равномерное* - скорость потока по сечению канала распределена равномерно. *По степенному закону* – распределение скорости потока по сечению близко к закону степенной функции. *Параболическое* – распределение скоростей по сечению канала имеет параболическую форму.

*Отношение площадей широкого и узкого сечения* – задается число, соответствующее отношению сечений широкой и узкой части, на границе которых считается сопротивление. Свойство применимо только для режима задания сопротивления «Внезапное увеличение сечения».

*Показатель степенного закона –* число m, характеризующее степенной закон распределения скоростей по сечению канала. Свойство применимо только для режима задания сопротивления – «Внезапное увеличение сечения» и распределения скорости «По степенному закону».

*Тип кромки на входе* – выбор типа входной кромки при внезапном уменьшении сечения канала. *Острая –* острая кромка (под углом 90°). *Закругленная* – сглаженная кромка, с радиусом закругления *r. Срезанная под углом –* фаска на кромке срезана под углом *alfa*. Свойство применимо только для режима, в котором присутствует сужение одного из каналов.

*Отношение площадей узкого и широкого сечения* – число, равное отношению площадей поперечного сечения предыдущего участка (широкого) к последующему (узкому). Свойство применимо только для режима, в котором присутствует сужение одного из каналов.

*Отношение радиуса закругления кромки к гидр. диаметру* – число, равное отношению радиуса скругления кромки перехода от широкого канала к узкому, к гидравлическому диаметру более узкого канала. Свойство применимо только для типа кромки на входе – «Закругленная».

*Угол среза кромки (0..180)* – угол снятия фаски с кромки перехода с большего сечения на меньшее. Может принимать значения от 0 до 180 градусов. Свойство применимо только для типа кромки на входе – «Срезанная под углом».

*Отношение толщины срезанной кромки к гидр. диаметру (0,025..06)* – число, равное отношению толщины срезанной кромки к гидравлическому диаметру более узкого канала. Свойство применимо только для типа кромки на входе – «Срезанная под углом».

*Поворот отвода, (0-180) град.* – угол поворота участка канала, для которого рассчитывается сопротивление. Свойство применимо только для режима задания сопротивления типа «Отвод».

*Относительный радиус закругления отвода, (≥0.5) –* число, равное отношению радиуса закругления осевой линии канала к гидравлическому диаметру канала. Свойство применимо только для режима задания сопротивления типа «Отвод».

*Относительная шероховатость стенок* – число, равное отношению эквивалентной равномерно-зернистой шероховатости стенки к гидравлическому диаметру канала. 0 – означает, что стенка гладкая. Свойство применимо только для режима задания сопротивления типа «Отвод».

Блок выполняет функцию «дочернего» блока и может быть установлен на следующие «родительские» блоки:

* HS – Канал;
* HS – Труба;
* HS – Кольцевой зазор.

Порядок использования блока: ключевое свойство – «Тип задания сопротивления (прямого)». В случае если выбрана опция «Ручное», то сопротивления вводятся вручную, как значения свойств «Прямое сопротивление» и «Обратное сопротивление». В случае выбора другого типа задания сопротивления, его значения рассчитываются автоматически, в соответствие со значениями соответствующих свойств, и подставляются в свойства «Прямое сопротивление» и «Обратное сопротивление». Рекомендуется каждый раз после изменения какого-либо свойства, нажимать кнопку «Применить» либо «Ок». Также нужно иметь в виду, что в случае переключения задания сопротивления из автоматического в ручной режим, в качестве значений останутся последние, рассчитанные автоматически.

**Методика автоматического расчета гидравлического сопротивления:**

1. При внезапном расширении с равномерным распределением скорости по сечению[1]:

n – отношение бОльшего сечения канала к меньшему.

1. При внезапном расширении с распределением скоростей по сечению, близком к закону степенной функции [2]:

*-* коэффициент количества движения потока (коэффициент Буссинеска) на выходе из узкого канала в широкий;  
 - коэффициент кинетической энергии потока (коэффициент Кориолиса) в том же сечении, n – отношение бОльшего сечения канала к меньшему; *m* – показатель степени в полиноме вида  
, где w, wmax – соответственно скорость в данной точке и максимальная скорость по сечению, м/с; R0 – радиус сечения, м; y – расстояние от оси трубы до данной точки, м;

1. При внезапном расширении с параболическим профилем распределения скоростей [3]:

M=1.33; N=2; n – отношение бОльшего сечения канала к меньшему

1. При внезапном сужении канала с острой кромкой на входе [6]:
2. При внезапном сужении канала с закругленной кромкой на входе [6]:

где /Dг - отношение радиуса скругления кромки к гидравлическому диаметру узкой части

1. При внезапном сужении канала со срезанной под углом кромкой на входе [6]:

Значение :

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *l/D*г | α° | | | | | | | | |
| 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 60 | 100 | 140 | 180 |
| 0,025 | 0,50 | 0,47 | 0,45 | 0,43 | 0,41 | 0,40 | 0,42 | 0,45 | 0,50 |
| 0,050 | 0,50 | 0,45 | 0,41 | 0,36 | 0,33 | 0,30 | 0,35 | 0,42 | 0,50 |
| 0,075 | 0,50 | 0,42 | 0,35 | 0,30 | 0,26 | 0,23 | 0,30 | 0,40 | 0,50 |
| 0,10 | 0,50 | 0,39 | 0,32 | 0,25 | 0,22 | 0,18 | 0,27 | 0,38 | 0,50 |
| 0,15 | 0,50 | 0,37 | 0,27 | 0,20 | 0,16 | 0,15 | 0,25 | 0,37 | 0,50 |
| 0,60 | 0,50 | 0,27 | 0,18 | 0,13 | 0,11 | 0,12 | 0,23 | 0,36 | 0,50 |

1. В отводе с гладкой стенкой () [4]:

*-* коэффициент, учитывающий влияние угла  изогнутости отвода

Если , то

Если , то   
– коэффициент, учитывающий влияние относительного радиуса закругления отвода, где

– угол изогнутости отвода ().

– относительное закругление отвода

1. В отводе с шероховатой стенкой () [5]:

*Значение :*

|  |
| --- |
| Если , то:  Если , то , иначе:  Если , то , иначе  Иначе:  Если , то , иначе:  Если , то , иначе |

- относительная шероховатость стенок, где - эквивалентная равномерно-зернистая шероховатость.

*Значение :*

Если то

Если то

Если то

Re=200001 – число рейнольдса

*Значение (для Re>2e5):*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| 0.05 | 0.072 | 0.002 | 0.023 |
| 0.04 | 0.065 | 0.001 | 0.018 |
| 0.03 | 0.057 | 0.0008 | 0.016 |
| 0.02 | 0.049 | 0.0006 | 0.015 |
| 0.015 | 0.044 | 0.0004 | 0.014 |
| 0.010 | 0.038 | 0.0002 | 0.014 |
| 0.008 | 0.035 | 0.0001 | 0.014 |
| 0.006 | 0.032 | 0.00005 | 0.014 |
| 0.004 | 0.028 |  |  |

Использованная литература: И.Е. Идельчик. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. 3-е издание, переработанное и дополненное. М: Машиностроение, 1992.

[1] – Раздел 4-1 стр 146

[2] – Раздел 4-1 стр 147. Диаграмма 4-2 стр 159.

[3] - Раздел 4-1 стр 147. Диаграмма 4-6 стр 163.

[4] – Раздел 6-1 стр 260. Диаграмма 6-1 стр 277.

[5] – Диаграмма 6-1 стр 277, Диаграмма 2-2 стр 88

[6] - Диаграмма 4-9 стр 165