

УДК 621.643+519.876.5

Библиотека блоков Flow Resistance для гидравлических расчетов систем газоснабжения ракетно-космических комплексов в SimInTech

Жуков Даниил Алексеевич

i@daniil-zhukov-2000.ru

Тимофеев Юрий Михайлович^(*)

timasp@inbox.ru

Филиал АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева» – КБ «Арматура», Ковров, Россия

Аннотация. В докладе рассматривается новая версия библиотеки блоков Flow Resistance, предназначенной для расчетов гидравлических сопротивлений и гидравлических характеристик трубопроводов систем газоснабжения ракетно-космических комплексов в отечественном программном комплексе SimInTech. Рассматривается пример расчета коэффициентов гидравлического сопротивления и примеры расчета потерь давления в простом и разветвленном трубопроводах совместно с библиотекой «Гидро- и пневмосистемы» (PHS.LPM).

Ключевые слова: система газоснабжения, трубопровод, гидравлическое сопротивление, автоматизация расчета, SimInTech

Введение. На конференции «Королевские чтения 2024» была представлена первая версия библиотеки блоков Flow Resistance, являющейся дополнением программного комплекса SimInTech. Библиотека разрабатывается в КБ «Арматура» — филиале АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева» в целях повышения уровня автоматизации расчетов гидравлических сопротивлений и гидравлических характеристик трубопроводов систем газоснабжения ракетно-космических комплексов. В докладе рассматривается вторая версия библиотеки.

Материалы и методы; результаты. Разработка библиотеки осуществляется с использованием инструментария программного комплекса SimInTech. Теоретической базой являются работы по гидравлическим сопротивлениям и гидравлическим расчетам, в том числе широко известный справочник И.Е. Идельчика [1].

Вторая версия библиотеки Flow Resistance в сравнении с первой содержит следующие изменения и дополнения:

- расчет коэффициентов элементарных гидравлических сопротивлений теперь возможен в широком диапазоне чисел Рейнольдса;
- добавлена возможность учета различия коэффициента гидравлического сопротивления (КГС) при течении в прямом и обратном направлении;
- реализован механизм, позволяющий в рамках одного блока рассчитывать КГС сразу для нескольких одинаковых по типу элементарных гидравлических сопротивлений, отличающихся значениями параметров;
- добавлен блок для расчета КГС некоторых типов клапанов на основе данных И.Е. Идельчика;

– реализован механизм, позволяющий пользователю создавать собственную базу данных устройств с заданными КГС или их зависимостями от числа Рейнольдса;

– добавлен блок, содержащий базу данных значений КГС пневмоустройств производства КБ «Арматура»;

– добавлен блок, позволяющий пользователю учитывать при расчете гидравлическое сопротивление произвольного типа, задавая постоянное значение КГС или зависимость коэффициента от числа Рейнольдса;

– реализован механизм и разработаны рекомендации по замене отдельных гидравлических сопротивлений или их цепочки на табличную зависимость от числа Рейнольдса; данное дополнение позволяет сократить количество блоков в расчетной модели и уменьшить время моделирования;

– добавлены блоки, позволяющие организовать совместную работу библиотек Flow Resistance и «Гидро- и пневмосистемы» (PHS.LPM [2, 3]) для расчетов параметров в трубопроводах систем газоснабжения.

Заключение. Развитием работы является расширение функционала библиотеки, разработка документации по ее использованию и демонстрационных примеров.

Список источников

- [1] Идельчик И.Е. *Справочник по гидравлическим сопротивлениям*. Москва, Машиностроение, 1992, 672 с.
- [2] Тимофеев Ю.М. Библиотека для моделирования гидро- и пневмосистем в программном комплексе SimInTech. *Взгляд в будущее – 2017. XV молодежная науч.-техн. конф.: матер.* Санкт-Петербург, АО «ЦКБ МТ «Рубин», 2017, с. 712–717.
- [3] Медведев А.В., Тимофеев Ю.М., Халатов Е.М. Моделирование устройств и систем гидропневмоавтоматики с помощью программного комплекса SimInTech и библиотеки элементов PHS.LPM. *XLIII Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королёва и других выдающихся отечественных ученых — пионеров освоения космического пространства: сб. тез.* Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019, Т. 1, с. 271–273.