

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОГО ПОСТРОЕНИЯ РАСХОДНО-ПЕРЕПАДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЛЯ ДРОССЕЛИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

М. С. Алехнович

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь

Научный руководитель И. Н. Головки

В настоящее время при разработке дросселирующих устройств управления гидроприводом широкое применение получил метод конечных элементов (МКЭ). С помощью этого метода можно произвести моделирование течения жидкостей и газов в проточных полостях гидравлических устройств. Основной сложностью при проектировании гидравлических устройств с заранее известными характеристиками является трудоемкий и дорогостоящий процесс опытно-конструкторских и экспериментальных работ с многократным изготовлением и последующими экспериментальными работами.

С целью определения расходно-перепадной характеристики через дросселирующее устройство был использован МКЭ. Целью моделирования является снижение затрат, связанных с многократными опытно-экспериментальными работами, и снижение требуемых топливно-энергетических ресурсов.

Моделирование течения через дросселирующее устройство (рис. 1) производится после определения граничных условий (свойств рабочей среды, усилий, давлений и т. д.) и геометрических размеров расчетной области, через которое происходит истечение [1].

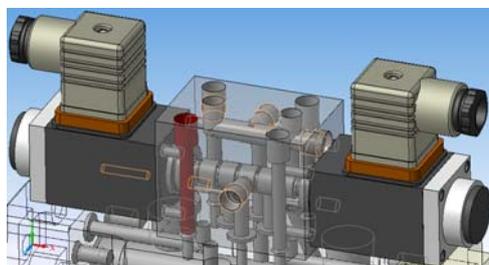


Рис. 1. Общий вид дросселирующего устройства – пропорционального гидроклапана давления

В ходе работы было произведено построение расчетной геометрии (рис. 2) и импорт ее в расчетную среду. На следующем шаге полученная геометрия разбивается сеткой и задаются граничные условия для решения уравнений Навье-Стокса в численном виде средствами программного комплекса ANSYS Fluent. При расчете МКЭ использовались физические характеристики рабочих жидкостей, которые предпочтительно используются в гидроприводах.

С целью построения расходно-перепадной характеристики мы изменяли положение золотника в исходном файле модели, при этом давление на входе в аппарат было задано постоянным, а линии «А» и «В» аппарата были замкнуты между собой [2].

Далее был произведен запуск решения с использованием k -й модели турбулентности. Были получены значения скоростей в исследуемых сечениях. Сохранены результаты в виде табличных значений с данными значений скоростей в сечениях.

Также чтение значений при помощи MathCAD и расчет. Это позволило по полученным данным построить зависимость потерь давления от расхода.

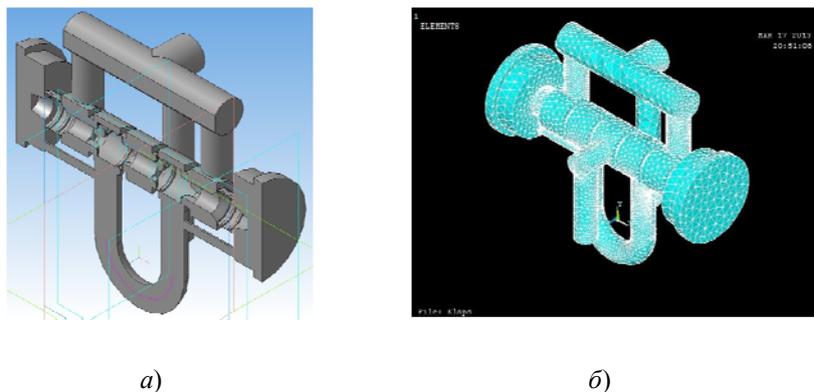


Рис. 2. Расчетная геометрия:
а – в среде КОМПАС-3D; б – в среде ANSYS с нанесенной сеткой

В результате работы был разработан полуавтоматический алгоритм (рис. 3, а) построения расходно-перепадной характеристики, работа которого заключается в изменении только входного параметра « p » и положения золотника.

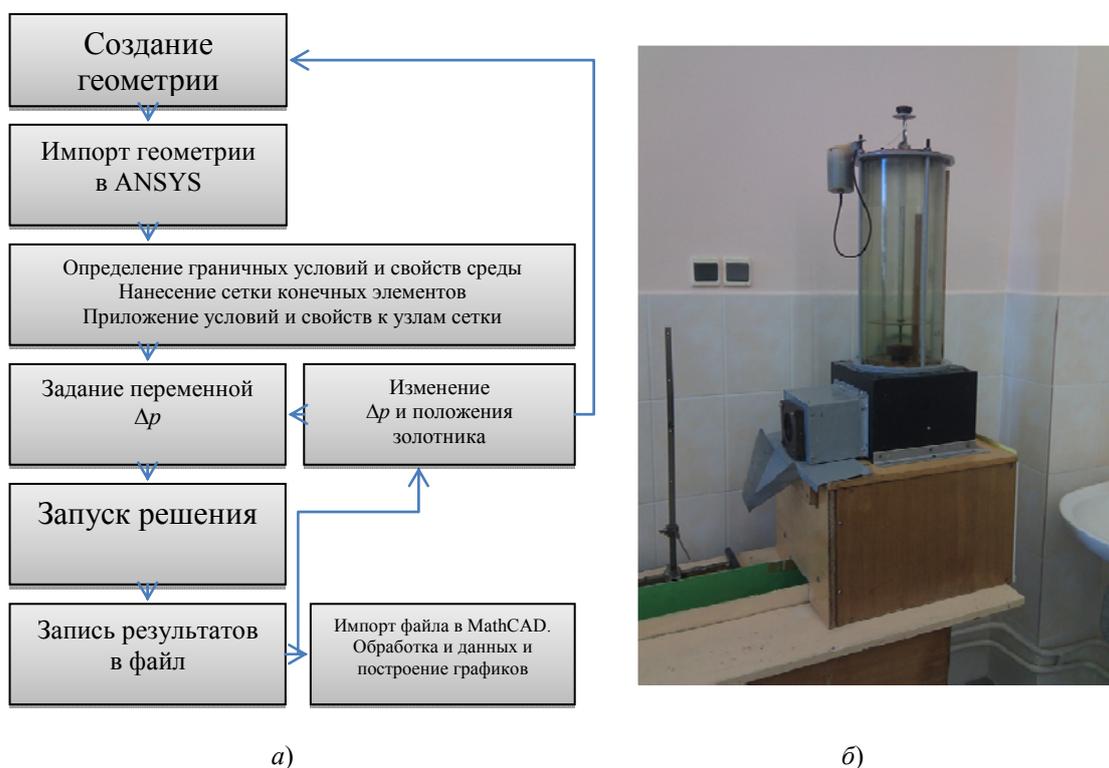


Рис. 3. Алгоритм полуавтоматического построения:
а – опытная установка; б – внешний вид

Для проверки алгоритма полуавтоматического построения расходно-перепадной характеристики и получения результатов расчета был проведен физиче-

ский опыт на установке (рис. 3, б) для изучения ламинарного (турбулентного) течения и определения коэффициентов расхода через насадки.

При проведении физического опыта были сняты параметры расхода жидкости через насадок при постоянном давлении. Опыт был проведен 10 раз для различных значений давления. Для каждого значения были рассчитаны средний расход и скорость течения на выходе из насадка. Это позволило построить расходно-перепадную характеристику по практическим опытными данным (рис. 4).

При расчете МКЭ был использован ранее разработанный алгоритм, адаптированный для работы с исследуемой установкой. Часть исследуемого участка геометрии была разбита сеткой на 452459 элемента, на пересечении которых получено 90684 узла. При расчете произведено 500 итераций на каждое значение давления.

В результате расчета для каждого значения давления получен график распределения скоростей по сечению, рассчитана средняя скорость и установлен расход проходящий через выходное сечение. По данным построена расходно-перепадная характеристика (рис. 4).

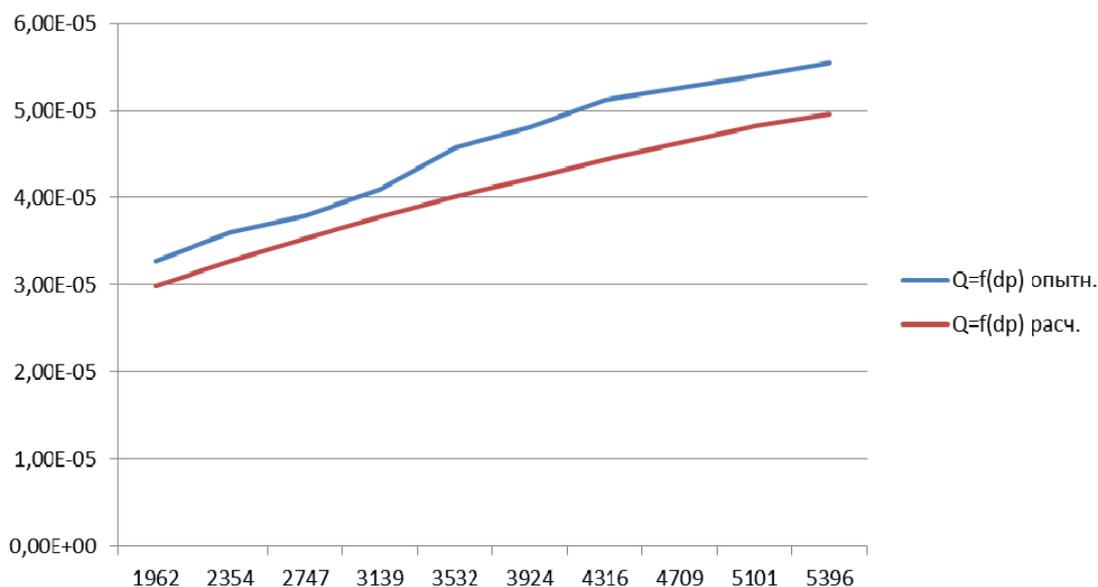


Рис. 4. Расходно-перепадная характеристика при физическом и математическом опытах

В результате видно сходство характеристик, но также присутствует погрешность из-за неточности при проведении физического опыта, связанная с утечками и недостаточной точностью измерения объема жидкости. Следовательно, алгоритм полуавтоматического построения расходно-перепадной характеристики с использованием МКЭ применим для расчета более сложных устройств, но при этом требуется соответствующая ЭВМ с достаточной вычислительной мощностью.

Литература

1. Головки, И. Н. Исследование гидродинамических процессов, протекающих в направляющем устройстве гидроусилителя типа «золотник-золотник» системы гидравлического качания кристаллизатора блюмового устройства непрерывной разливки стали / И. Н. Головки, Д. Н. Андрианов / Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : сб. материалов X ММНТК студентов, магистрантов и аспирантов. – Гомель, 2010. – С. 43–46.

2. Свешников, В. К. Станочные гидроприводы : справочник / В. К. Свешников. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1995. – 448 с.
3. Башта, Т. М. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы / Т. М. Башта, С. С. Руднев, Б. Б. Некрасов. – М. : Машиностроение, 1982. – 423 с.