

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ МАЛОСЖИМАЕМОЙ СРЕДЫ ЧЕРЕЗ ДРОССЕЛИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО РЕГУЛИРУЕМОГО ТИПА «СОПЛО–ЗАСЛОНКА» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Е. А. Галкин, Н. М. Лапухина

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

Научный руководитель И. Н. Головкин

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. В настоящее время при разработке электрогидравлических двухступенчатых следящих систем автоматического управления широкое применение получил метод конечных элементов (МКЭ). МКЭ позволяет смоделировать течение малосжимаемой жидкости в проточных полостях гидравлических аппаратов и с достаточной точностью получить расходно-перепадную характеристику.

С целью определения его статической теоретической и расходно-перепадной характеристик произведем моделирование с помощью МКЭ. Целью моделирования является разработка модели для проведения численного эксперимента и снижения затрат, связанных с многократными опытно-экспериментальными работами, которые ведут к материальным и топливно-энергетическим затратам.

В следящих двухступенчатых электрогидравлических системах автоматического управления исполнительным органом (ИО) [1] применяют в качестве первой ступени управления усилительное электрогидравлическое устройство типа «сопло–заслонка» (рис. 1). Для повышения мощности выходного сигнала при сохранении чувствительности усилителя применяют двухкаскадные устройства с использованием «сопла–заслонки» в качестве первого каскада усилителя. Распределители, управляемые «сопло–заслонкой» отличаются малыми габаритами, весом и обладают высокой чувствительностью, точностью и быстродействием, а также простотой изготовления и долговечностью, достигаемой благодаря бесконтактному действию. Кроме того, характеристики его практически не зависят от изменения температуры.

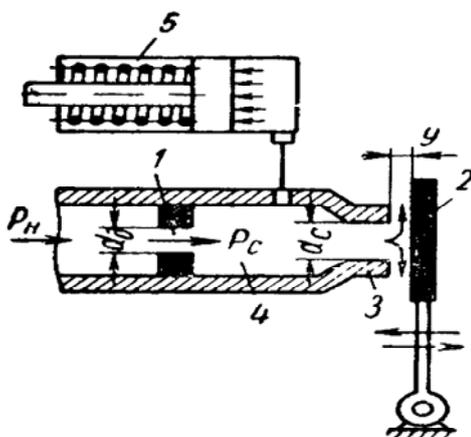


Рис. 1. Схема системы управления с управляющим каскадом «сопло–заслонка»

Гидромеханическое устройство «сопло–заслонка» по принципу действия является регулируемым дросселем, состоящим из двух деталей: сопла 3 и заслонки 2, укрепленной на достаточно большом плече, позволяющем считать перемещения ее относительно сопла поступательными. С помощью заслонки 2 можно перекрывать выходное отверстие сопла 3, регулируя давление в камере 4 и, следовательно, расход жидкости из сопла 3. Камера 4 соединяется с исполнительным гидравлическим двигателем 5. На входе в сопло установлен дроссель 1 постоянного сопротивления. Для питания двух полостей гидродвигателя применяют схему с двумя соплами, при использовании которой обеспечивается практически полная разгрузка заслонки от сил скоростного напора струи жидкости.

Для проведения моделирования используется лабораторная установка, на которой установлено сопло. Схема опытной установки приведена на рис. 2.

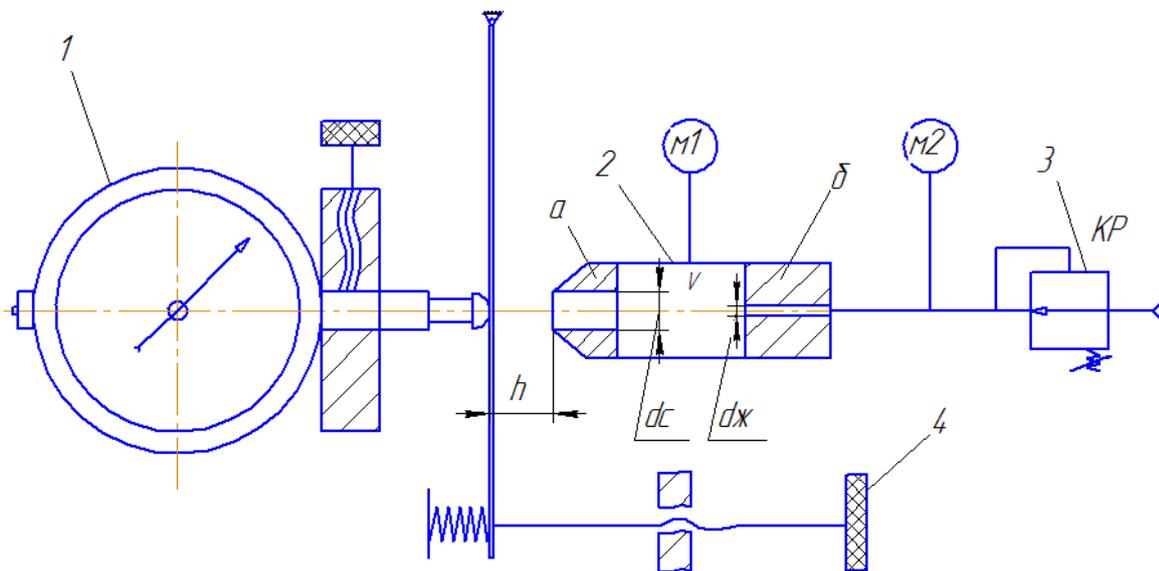


Рис. 2. Схема опытной установки:

- 1 – индикатор перемещения; 2 – сопло; 3 – пневматическая камера;
4 – манометр; 5 – клапан редуцирующий; 6 – микроинт;
7 – источник сжатого воздуха

Конструкция сопла и ее геометрические размеры, входящие в состав опытной установки, приведены на рис. 3.

Диаметр сопла d_c – 1 мм. Диаметр внешней окружности обреза сопла $d_n = 1,2$, $d_c = 2,4$. Длина цилиндрического участка сопла $d_c = 2$ мм. Площадь отверстия сопла обычно в 2 раза больше площади отверстия дросселя.

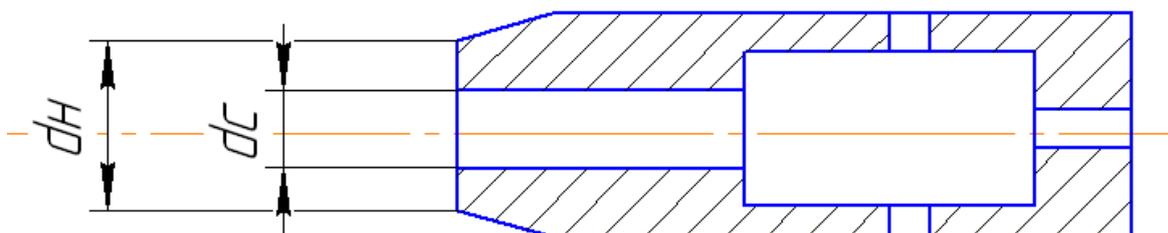


Рис. 3. Конструкция сопла

Далее после определения геометрических размеров была построена двумерная геометрия расчетной области с использованием средств геометрического моделирования ANSYS.

Исследование дозвукового движения струи было изучено с использованием программного комплекса ANSYS, в котором была задана геометрия используемой установки и прослежены изменения скоростей.

Нанесена сетка методом конечных элементов. Разбиение линий геометрий показано на рис. 4.

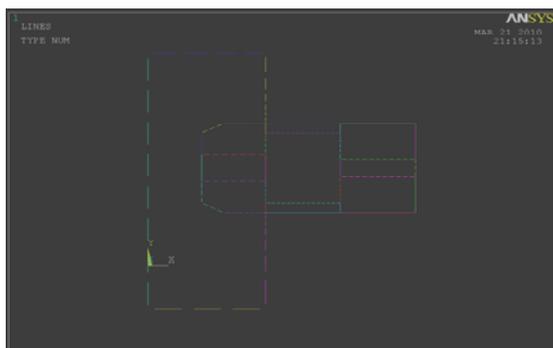


Рис. 4. Двумерная геометрия исследуемой полости

Далее в результате работы с ANSYS Flotran были получены вектора скоростей (рис. 5), градиентов скоростей (рис. 6) и линий тока (рис. 7) в заданной геометрии соответственно.

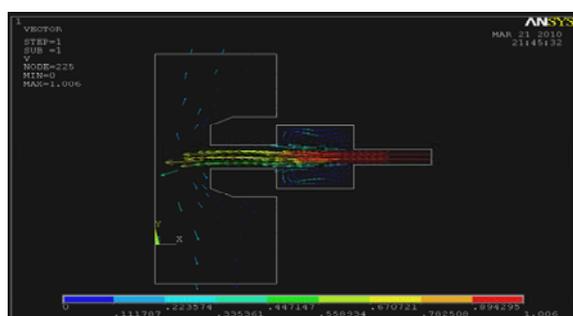


Рис. 5. Вектора скоростей скоростей

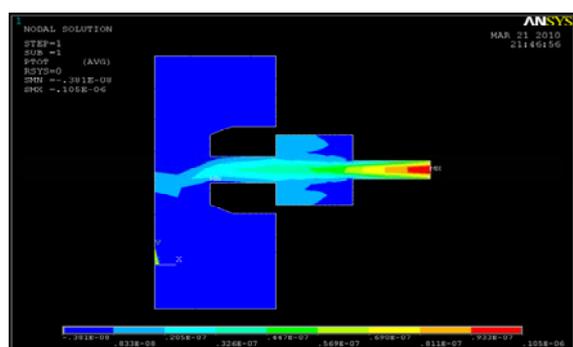


Рис. 6. График распределения градиента скоростей

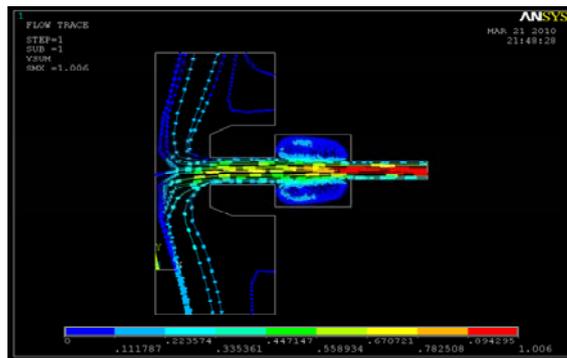


Рис. 7. График распределения линий тока

В результате использования построенной модели можно получить линии тока (значения векторов скоростей в узлах расчетной области) и поля давлений в расчетной области «сопло–заслонка» при различных перемещениях пластинки относительно сопла, а также по значениям величин давления, действующих в расчетной области, и векторов скоростей можно определить расходно-перепадную характеристику, которая может быть использована для последующего анализа с целью корректировки диаметров и формы проточной полости сопла.

Литература

1. Башта, Т. М. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы / Т. М. Башта, С. С. Руднев, Б. Б. Некрасов. – М. : Машиностроение, 1982. – 423 с.
2. Биркоф, Г. Гидродинамика : пер. со второго англ. изд. под ред. М. И Гуревича, В. А. Смирнова / Г. Биркоф. – М., 1963. – 245 с.
3. Прандтль, Л. Гидро- и аэромеханика. Т. 2. Движение жидкостей с трением и технические приложения / Л. Прандтль, О. Титъенс ; пер. с нем. Г. А. Вольперта. – М. : Ленинград, 1935. – 321 с.
4. Лойцянский, Л. Г. Механика жидкости и газа / Л. Г. Лойцянский. – М. : Дрофа, 2003. – 840 с.
5. Режим доступа: <http://www.ansysolutions.ru>.