

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ ЧЕРЕЗ ПРОТОЧНУЮ ПОЛОСТЬ ГИДРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ

В. А. Тишкевич, Д. В. Старавойтов, Д. В. Лаевский

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

Научные руководители: Д. Л. Стасенко, И. Н. Головко

Введение. В настоящее время широкое применение получили программные продукты, предназначенные для моделирования различных процессов, что способствует экономии времени и уменьшению материальных затрат на производство и испытания аппаратов. Данная работа направлена на создание математической модели гидрораспределителя, служащего для изменения направления и регулирования потока рабочей жидкости к рабочим органам и исследование его проточной полости.

Целью работы является анализ и моделирование процессов течения жидкости в проточной части гидрораспределителя, графическое отображение распределения давления и скорости жидкости в гидроаппарате.

Создание математической модели производилось в несколько этапов.

Первым этапом являлся выбор аналога для проведения исследований. В качестве прототипа для исследования был выбран дросселирующий гидрораспределитель с условным проходом $D_y = 6$ мм, производителя «ГСКТБ ГА».

Вторым этапом моделирования являлось создание геометрической модели. При использовании программного пакета КОМПАС 3D были созданы трехмерные модели запорно-регулирующего элемента – золотника (ЗРЭ) и корпуса гидрораспределителя (рис. 1, 2).

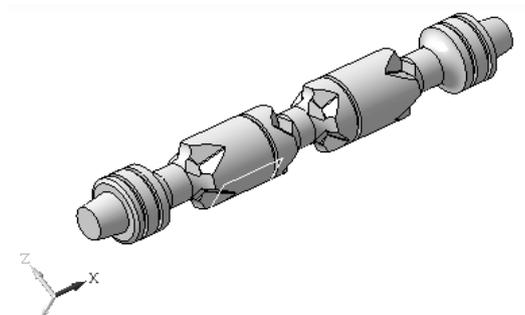


Рис. 1. Трехмерная модель золотника гидрораспределителя $D_y = 6$ мм

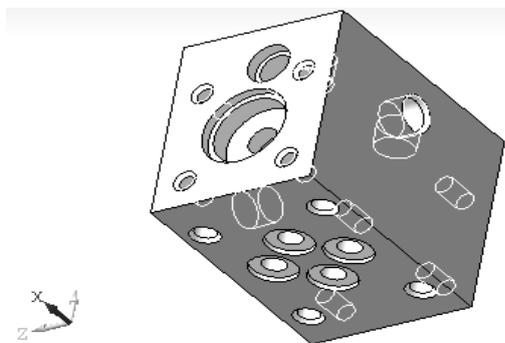


Рис. 2. Трехмерная модель корпуса гидрораспределителя $D_y = 6$ мм

Третьим этапом моделирования являлось получение точной геометрии проточной полости гидрораспределителя, через которую проходит рабочая жидкость. Для реализации данной операции было произведено вычитание площадей корпуса и запорно-регулирующего элемента (рис. 3).

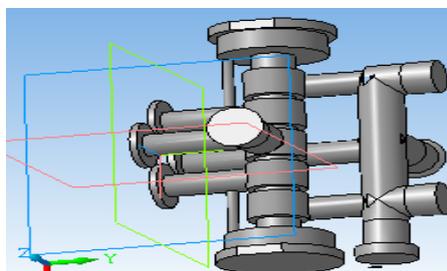


Рис. 3. Трехмерная модель проточной полости гидрораспределителя

Четвертым этапом являлся импорт геометрии из КОМПАС 3D в программный комплекс, в котором будет осуществляться анализ созданной модели. Для реализации данной цели был выбран программный продукт FlowVision, который позволяет моделировать трехмерные течения и предназначен для расчета сложных движений

жидкости и газа, сопровождаемых дополнительными физическими явлениями, такими как турбулентность, контактные границы раздела, теплоперенос и др. К дополнительным функциям можно отнести внедрения в математическую модель дополнительных уравнения, описывающие различные явления.

На *пятом этапе* наносится сетка, которая распределяет расчетные точки по рабочей полости, в которых будет проводиться основной расчет. После генерации расчетной сетки задаются необходимые граничные условия: указывается твердая поверхность с определенной шероховатостью (рис. 4), через которую рабочая жидкость не проникает и скорость в ней равна нулю (стенка); указываются плоскости, через которые осуществляется подвод и отвод рабочей жидкости к проточной полости (рис. 5) (вход и выход). Также необходимо указать параметры рабочей жидкости, которые будут существенно влиять на работу гидроаппарата.

Необходимыми исходными данными являются:

- 1) тип модели (жидкость);
- 2) плотность рабочей среды при 50 °С (890 кг/м^3);
- 3) рабочая температура (323 °К);
- 4) вязкость рабочей жидкости при 50 °С (46 сСт);
- 5) скорость и давление жидкости на входе ($v = 6 \text{ м/с}$, $P = 6,3 \text{ МПа}$).

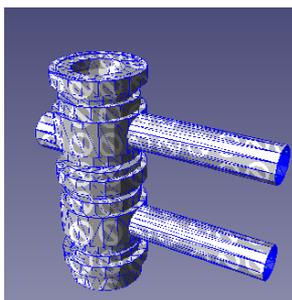
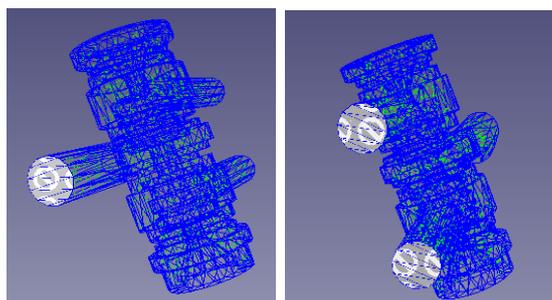


Рис. 4. Граничные условия типа «стенка»



а)

б)

Рис. 5. Граничные условия типа «вход» (а) и «выход» (б)

Шестым этапом являлось получение результатов моделирования. Было получено трехмерное графическое отображение распределения полей давления рабочей жидкости в проточной полости гидрораспределителя. Для лучшего визуального восприятия представлено в виде двух сечений проточной полости (рис. 6).

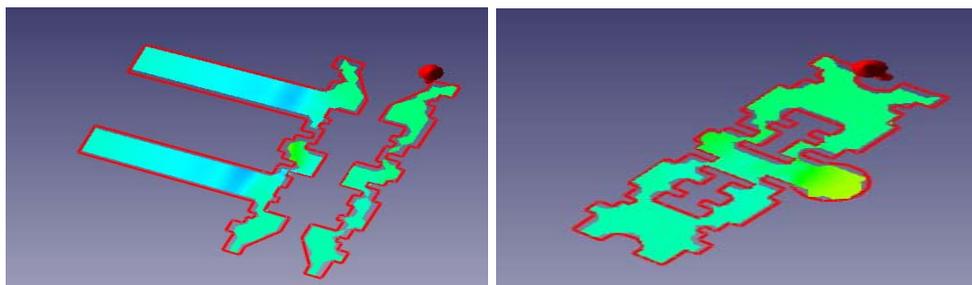


Рис. 6. Распределение полей давления в проточной полости моделируемого гидрораспределителя

Одним из основных достоинств процессов моделирования, происходящих в проточной полости и каналах гидрораспределителя, является определение давления в любой точке геометрии (рис. 7).

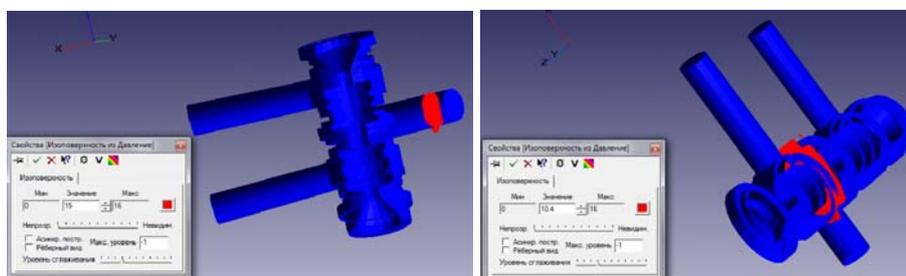


Рис. 7. Определение давления в любой точке геометрии проточной полости моделируемого гидрораспределителя

Была получена графическая интерпретация распределения и движения рабочей жидкости по каналам и проточной части моделируемого гидрораспределителя с возможностью получения реальной скорости движения (рис. 8).

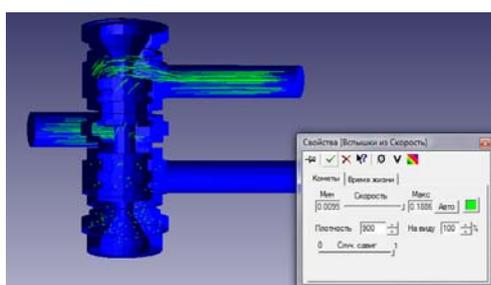


Рис. 8. Графическая интерпретация распределения и движения рабочей жидкости по каналам и проточной части моделируемого гидрораспределителя

Построили зависимость перепада давлений в первоначальный момент открытия ЗРЭ от времени. На полученном графике (рис. 9) видно, что в начальный момент времени при открытии ЗРЭ перепад давлений резко возрастает, рабочая жидкость начинает поступать в проточную часть гидрораспределителя. После этого в результате резкого перепада давлений возникают силы инерции, которые стремятся вернуть запорно-регулирующий элемент в начальное положение, под действием которых перепад давлений понижается.

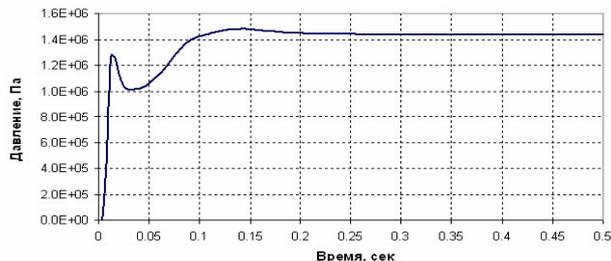


Рис. 9. Перепадно-временная характеристика гидрораспределителя

Заключение. В данной работе была смоделирована проточная часть гидрораспределителя с условным проходом $D_y = 6$ мм, получены скорости и поля распределения давления в ней. Из полученных данных видно, что, при открытии расходной щели на кромках ЗРЭ в первоначальный момент времени возрастает давление, что существенно влияет на усилие открытия, работу гидрораспределителя и гидросистемы в целом. Изменения характера протекания потока жидкости через расходную щель обеспечит снижение сил, т. е. улучшит характеристики аппарата.

Литература

1. Каталог продукции фирмы «ГСКТБ ГА».
2. Кузнецов, Е. Г. Моделирование течения жидкости и определение его гидродинамических характеристик / Е. Г. Кузнецов, В. В. Шмелев // Наука и конструирование. – 2009.
3. Флетчер, К. Вычислительные методы в динамике жидкости / К. Флетчер. – М. : Мир, 1991. – Т. 1. – 502 с. ; Т. 2. – 552 с.