

В связи с нарастающей энергетической проблемой особый интерес представляет разработка способа использования энергии электростатического поля, созданного естественной электризацией материалов в условиях их эксплуатации. Самый надежный в мире возобновляемый источник энергии – не ветер и не солнечный свет, а вода. В 2019 г. мировые гидроэнергетические мощности достигли рекордных 1308 гигаватт. Гидроэлектроэнергия дешевая, легко хранится и отправляется, производится без сжигания топлива, следовательно, экологична.

Литература

1. Альтшуль, А. Д. Гидравлика и аэродинамика / А. Д. Альтшуль, П. Г. Кисилев. – М. : Стройиздат, 1975. – 323 с.
2. Штеренлихт, Д. В. Гидравлика : учеб. для вузов / Д. В. Штеренлихт. – М. : Энергоатомиздат, 1984. – 640 с.
3. Чугаев, Р. Р. Гидравлика / Р. Р. Чугаев. – Л. : Энергия, 1982. – 600 с.
4. Nature. – Режим доступа: <https://www.nature.com/articles/s41586-020-1985-6>. – Дата доступа: 18.03.2022.

РАСЧЕТ ЗОЛОТНИКОВОГО ГИДРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ С УЛУЧШЕННЫМИ ДИНАМИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Ю. И. Железнякова

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

Научный руководитель Д. Л. Стасенко

В гидравлических системах мобильных и технологических машин для регулирования изменения скорости и направления потока рабочей жидкости применяют гидравлические распределители. Динамические процессы в гидроприводе обуславливаются сжимаемостью жидкости, колебаниями давления и характером преодолеваемой нагрузки. Внутренние динамические процессы в самом распределителе, колебания элементов управления распределительной аппаратуры могут оказывать существенное влияние на его динамику и гидросистему в целом.

Цель исследований – улучшение внутренних динамических характеристик работы гидрораспределителя с пневматическим управлением MR100.T2 за счет улучшения конструкции золотника.

Расчет внутренних динамических процессов распределителя проводится с целью выбора его параметров, обеспечивающих устойчивую работу, анализа возможных автоколебаний, оценки быстродействия и погрешности регулирования, а также качества переходного процесса.

На рис. 1 представлена модель распределителя с принципиальной гидравлической схемой [1]. Основные исходные данные, принятые при расчетах (базовый вариант): $D_y = 22$ мм – условный диаметр внутренних каналов; $d_3 = 25$ мм – диаметр запорно-регулирующего элемента; $\Delta = 5$ мм – перекрытие; $d_{\text{ш}} = 14$ мм – диаметр шейки золотника; $h = 22$ мм – длина рабочего пояса золотника; $L = 171$ мм – длина золотника; $F_{\text{упр}} = 836$ Н – максимальное усилие управления; $c = 17900$ Н/м – жесткость пружины; $P_{\text{сл}} = 0,15$ МПа – давление на сливе; $P = 16$ МПа – давление в системе; $Q_{\text{max}} = 150$ л/мин – максимальный расход рабочей жидкости.

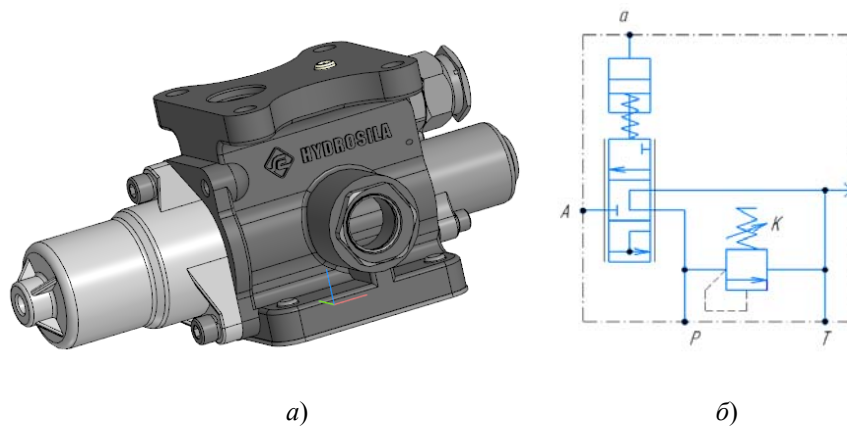


Рис. 1. Распределитель MR100.T2:
 а – модель гидрораспределителя;
 б – схема гидравлическая принципиальная

Согласно схеме и конструкции гидрораспределителя MR100.T2 на рис. 2 представлена расчетная схема запорно-регулирующего элемента.

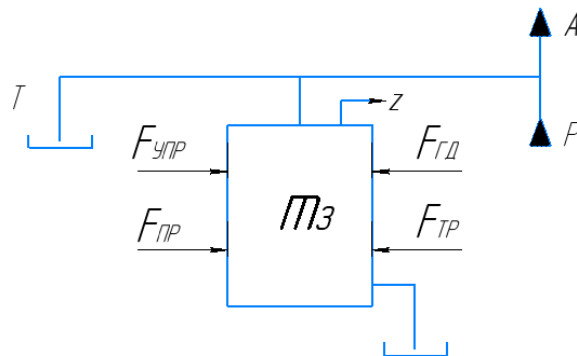


Рис. 2. Расчетная схема золотника распределителя

Дифференциальное уравнение движения золотника отражает его равновесие под действием приложенных сил:

$$m_3 \frac{d^2 z}{dt^2} = F_{упр} + F_{пр} - F_{тр} - F_{гд},$$

где m_3 – приведенная масса золотника; z – перемещение золотника; $F_{упр}$ – усилие управления; $F_{пр}$ – усилие сжатия пружины, обеспечивающей принудительное возвращение золотника в нейтральное положение; $F_{тр}$ – сила трения, действующая на золотник; $F_{гд}$ – гидродинамическая сила, действующая в каждом из окон распределителя и стремящаяся вернуть золотник в нейтральное положение.

При решении полученное дифференциальное уравнение второго порядка преобразовывается к системе дифференциальных уравнений первого порядка, которая может решаться численным методом Рунге–Кутты [2].

В среде программирования MathCAD разработана программа и выполнены расчеты, позволившие продемонстрировать возможность регулирования характеристик переходного процесса и быстродействия при изменении конструкции запорно-регулирующего элемента гидрораспределителя.

Для достижения требуемых характеристик при расчетах изменяемыми параметрами являлись (усовершенствованный вариант): $h = 11$ мм – длина рабочего пояса золотника; $\Delta = 3$ мм – перекрытие; $L = 120$ мм – длина золотника; $F_{упр} = 200$ Н – максимальное усилие управления; $c = 12500$ Н/м – жесткость пружины. Остальные параметры при расчетах остались неизменными.

На рис. 3 представлены результаты расчетов внутренних динамических процессов.

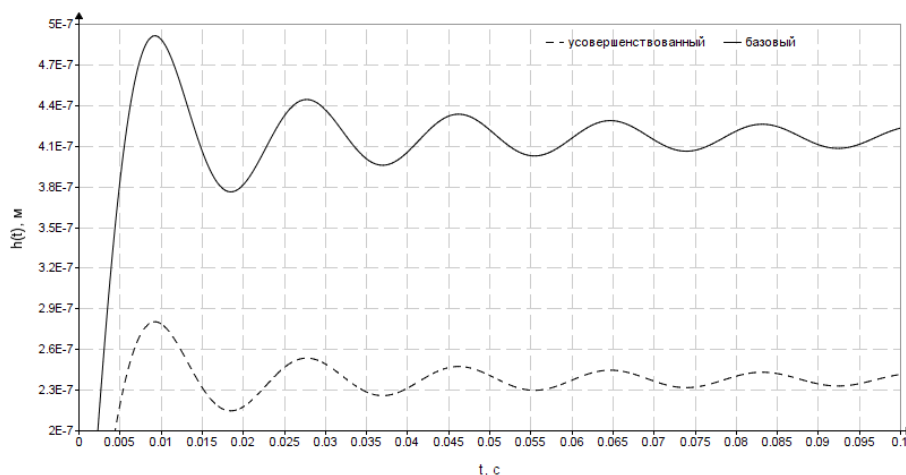


Рис. 3. Графики переходного процесса

При базовом варианте исходных данных переходной процесс имеет большую амплитуду колебаний и время их затухания. Снижение силы трения и массы запорно-регулирующего элемента гидрораспределителя позволяет скорректировать переходной процесс и практически устранить колебания золотника.

В ходе выполнения работы были проанализированы конструктивные особенности гидрораспределителя MR100.T2. Разработана математическая модель, позволяющая исследовать внутренние динамические процессы в распределителе.

Разработана программа решения системы дифференциальных уравнений численными методами в среде программирования MathCAD. Выполнены расчеты внутренних динамических характеристик работы гидрораспределителя. Проанализирована чувствительность динамической системы к изменению конструктивных параметров запорно-регулирующего элемента гидрораспределителя.

При проведении расчетных исследований полученные данные позволили определить, что расчетные динамические характеристики соответствуют ожидаемым физическим процессам, что позволяет сделать вывод об адекватности математической модели.

Литература

1. Каталог продукции «Гидросила»: Гидрораспределители. – Режим доступа: <http://www.hidrosila.com/files/catalog/en-catalog-11.pdf>. – Дата доступа: 10.03.2022.
2. Стасенко, Д. Л. Теоретические положения формирования проточной части гидроаппаратуры при форсировании по давлению / Д. Л. Стасенко, Д. В. Лаевский // Актуальные вопросы машиноведения : сб. науч. тр. – Минск, 2012. – Вып. 1. – С. 282–286.