

УДК 532.135

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПНЕВМОГИДРОПРИВОДА ДЛЯ УСТАНОВКИ ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИИ**

Пьяе Сон Хейн

Студент магистратуры 1 года,  
кафедра «Электронные технологии в машиностроении»  
Московский государственный технический университет

Научный руководитель: В. П. Михайлов,  
доктор технических наук, профессор кафедры «Электронные технологии в  
машиностроении»

Пневмогидравлический привод, предназначенный для ионной имплантации примесных атомов в полупроводниковые пластины, состоит из унифицированного пневмопривода, совершающего возвратно-поступательные движения с заданной скоростью, и гидроцилиндра, использующего электрореологический (ЭР) эффект для достижения необходимой плавности хода и демпфирования нагрузки при реверсивном движении.

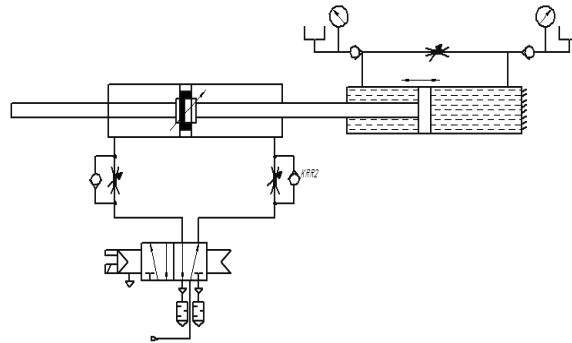


Рисунок 1. Пневмогидропривод с ЭР управлением

Принцип работы гидропривода основан на электрореологическом эффекте - способности рабочей жидкости (электрореологической суспензии) изменять свою вязкость под воздействием электрического поля. Рабочая жидкость перегоняется из одной полости гидроцилиндра в другую при движении поршня через электрореологический дроссель по медным трубкам.

Подавая напряжение (0-3 кВ) на электрод ЭР-дросселя, можно управлять потоком течения ЭР-жидкости через кольцевой зазор дросселя. Следствием изменения потока ЭР-жидкости является изменение скорости движения штока гидропривода. Таким образом, варьируя напряжением на электроде дросселя, можно добиться необходимой скорости движения и плавности хода рабочего штока. Т. к. управление ЭР-приводом происходит за счет воздействия на рабочую жидкость электрического поля, то в управляющем дросселе нет подвижных механических частей, как, например, в золотниках и мембранах. Поэтому предлагаемый привод является более быстродействующим по сравнению с существующими типами механизмов перемещения и обеспечивает необходимую плавность хода штока.

В ходе работы был проведен гидравлический расчет для спроектированного и уже существующего дросселя. Для существующего дросселя в ходе расчета были дополнены дополнительные параметры, такие как: давление на входе – 1,5 бар, высота средней плоскости – 14 мм, плотность жидкости – 900 кг/м<sup>3</sup>, динамическая вязкость – 3.85 Па·с, диаметр входа – 12 мм, начальная скорость жидкости – 3.5 м/с.

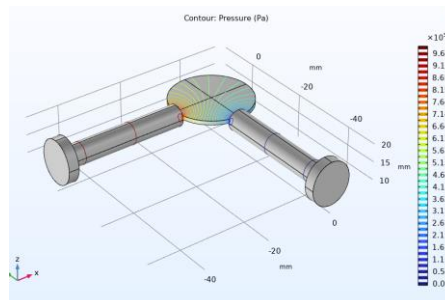
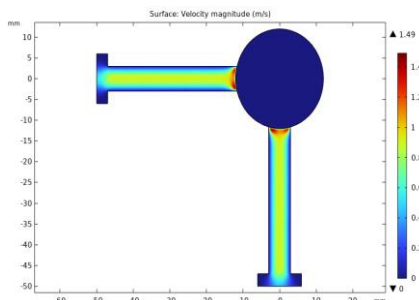


Рисунок. 2. Расчет величины скорости ЭРЖ в трубопроводе в среде Comsol Рисунок. 3. Расчет давления ЭРЖ в трубопроводе в среде Comsol

Для спроектированного электрореологического дросселя параметры остаются неизменными. В ходе гидравлического расчета получили:

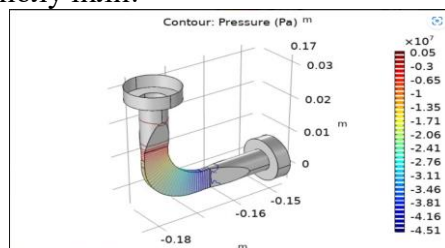
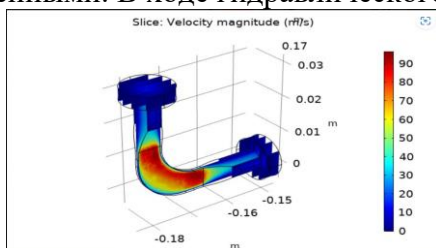


Рисунок. 6. Расчет величины скорости ЭР-жидкости в трубопроводе Рисунок. 7. Расчет давления ЭР-жидкости в трубопроводе

Расчет показал, что в новой конструкции дросселя ЭР-жидкость может протекать с заданной скоростью, кроме того из-за дугообразной конструкции зазора дросселя застоя ЭР-жидкости практически не происходит. Данная модель дросселя полностью технологична и готова к изготовлению для проведения дальнейшей серии экспериментов.

Рассмотрим модель спроектированного электрореологического дросселя.

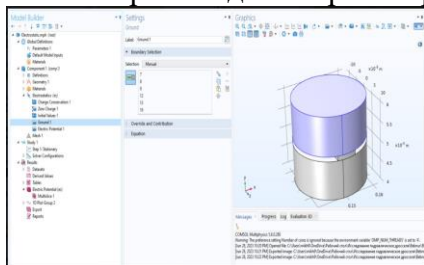


Рисунок. 8. Расчет верхнего электрода

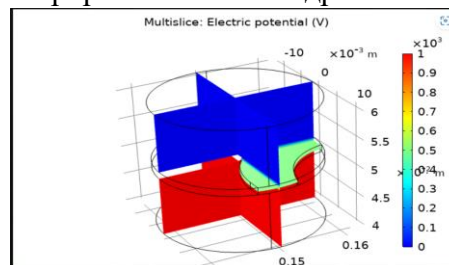


Рисунок. 9. Расчет электрических полей в зазоре ЭР-дросселя

В ходе расчета мы подавали на нижний электрод напряжение 1000 В, верхний электрод был “заземлен”. После расчета мы видим изменение электрического потенциала в зазоре самого дросселя. В середине зазора мы наблюдаем падение напряжения до 500 В.

## Литература

1. Краев А.С. Электрореологический эффект в дисперсиях гибридных органо-неорганических материалах на основе диоксида титана. – Иваново, 2007.
2. Tian Hao. Electrorheological suspension. Advances in Colloid and Interface Science 97 (2016).
3. Thomas Halsey and Will Tear. Structure of electrorheological fluids. Phys. Rev. Lett. 65, 2820.
4. «Жидкие мышцы» получили новую силу Журнал «Коммерсантъ Наука», А.В. Агафонов, В.К. Иванов. №6. 46–47 с. (год публикации – 5.09.2017).
5. <http://grant-k.ru/pnevmodigdroprivod/1/>