

ПОСТРОЕНИЕ СТАТИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТРУЙНОЙ УСТАНОВКИ

Дровников Александр Николаевич, проф., д.т.н., Трифонов Алексей Васильевич, аспирант

Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса, город Шахты

Теоретические сведения:

Данное устройство предназначено для строительных и коммунальных служб, в частности для струйной и струйно-абразивной обработки различных поверхностей при удалении дефектных участков и слоев бетона, нанесении штукатурных, клеевых и окрасочных составов, термической обработке.

Техническая формулировка задачи:

Машины, используемые для проведения струйной обработки различных поверхностей, имеют, как правило, системы ручного интуитивного управления. Это предопределяет выход из оптимальных режимов работы машины, приводит к увеличению нагрузок и энергоемкости процессов, снижению показателей надежности.

В связи с этим была разработана принципиальная конструктивная схема устройства для струйной обработки объектов показанная на рис. 1.

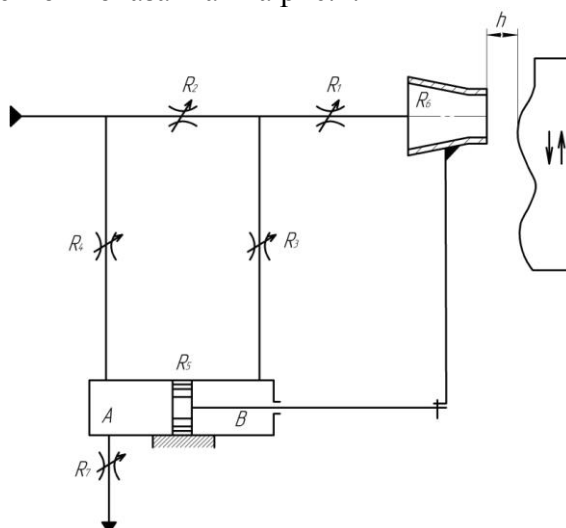


Рис.1. Схема устройства для струйной обработки объектов

Математическая постановка задачи:

При исследовании предложенной конструкции было выявлено, что рассчитать данную схему тривиальными методами расчета последовательного, либо же параллельного включения элементов, весьма затруднительно так как, схема имеет мостовое соединение, и сложную взаимосвязь отдельных компонентов. Поэтому было предложено рассчитать данную схему включения элементов по методу электрогидроаналогий[1,2]. Для этого преобразуем данную схему в электрическую эквивалентную схему (рис. 2).

Основные допущения задачи:

Подобными величинами в электрических и гидравлических процессах являются напряжение E и давление P , сила тока I и расход Q , омическое сопротивление r и гидравлическое сопротивление R . Потери давления в трубопроводах на различных участках в данной математической модели не учитываются, объемные потери равны нулю, сумма расходов на всех сливах равна общему расходу, потери давления по длине трубопровода не учитываются.

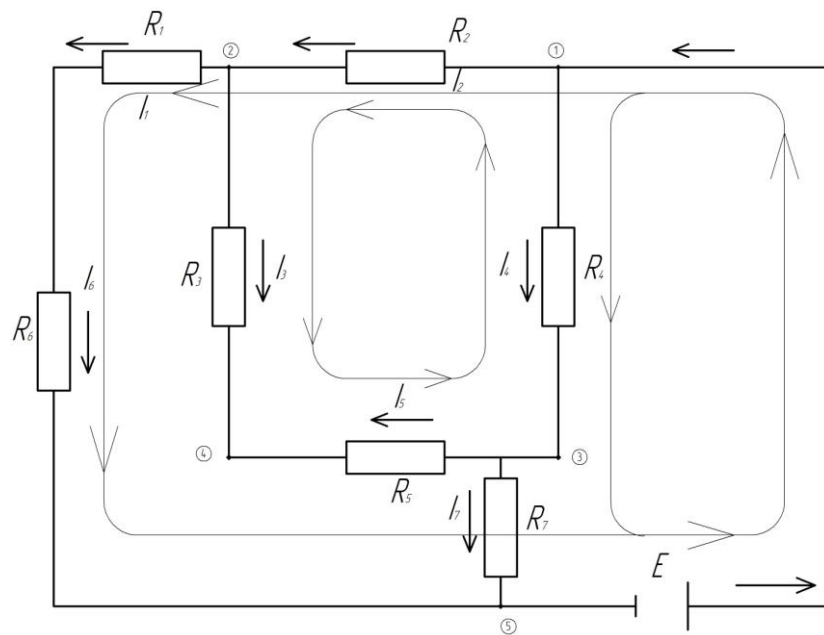


Рис.2. Электрическая эквивалентная схема

Методика расчета:

По законам Кирхгофа составляем уравнения, пользуясь электрической эквивалентной схемой, а, преобразовав уравнения сопротивлений движения потока в дросселях, конфузоре [3] и уравнение движения цилиндра получим систему уравнений описывающих статический режим работы установки.

В результате получаем следующую систему уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l}
I_2 \cdot \xi \cdot \rho \cdot \frac{(I_2)^2}{2 \cdot \left(\frac{\pi \cdot d_{dp2}^2}{4} \right)^2} + I_3 \cdot \xi \cdot \rho \cdot \frac{(I_3)^2}{2 \cdot \left(\frac{\pi \cdot d_{dp3}^2}{4} \right)^2} - I_5 \cdot \frac{\rho \cdot \frac{I_6^2}{\pi dh}}{\frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \eta_{\Gamma\Pi}} - I_4 \cdot \xi \cdot \rho \cdot \frac{(I_4)^2}{2 \cdot \left(\frac{\pi \cdot d_{dp4}^2}{4} \right)^2} = 0 \\
I_4 \cdot \xi \cdot \rho \cdot \frac{(I_4)^2}{2 \cdot \left(\frac{\pi \cdot d_{dp4}^2}{4} \right)^2} + I_7 \cdot \xi \cdot \rho \cdot \frac{(I_7)^2}{2 \cdot \left(\frac{\pi \cdot d_{dp7}^2}{4} \right)^2} = E \\
I_2 \cdot \xi \cdot \rho \cdot \frac{(I_2)^2}{2 \cdot \left(\frac{\pi \cdot d_{dp2}^2}{4} \right)^2} + I_1 \cdot \xi \cdot \rho \cdot \frac{(I_1)^2}{2 \cdot \left(\frac{\pi \cdot d_{dp1}^2}{4} \right)^2} + I_6 \cdot 0,61 - 0,2 \cdot \frac{d_c}{d_t} + \frac{8}{\pi dh} \cdot \frac{\nu}{d_c} \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \left[1 - \left(\frac{d_c}{d_t} \right)^2 \right] = E \\
- I_7 \cdot \xi \cdot \rho \cdot \frac{(I_7)^2}{2 \cdot \left(\frac{\pi \cdot d_{dp7}^2}{4} \right)^2} + I_5 \cdot \frac{\rho \cdot \frac{I_6^2}{\pi dh}}{\frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \eta_{\Gamma\Pi}} - I_3 \cdot \xi \cdot \rho \cdot \frac{(I_3)^2}{2 \cdot \left(\frac{\pi \cdot d_{dp3}^2}{4} \right)^2} + \\
+ I_1 \cdot \xi \cdot \rho \cdot \frac{(I_1)^2}{2 \cdot \left(\frac{\pi \cdot d_{dp1}^2}{4} \right)^2} + I_6 \cdot 0,61 - 0,2 \cdot \frac{d_c}{d_t} + \frac{8}{\pi dh} \cdot \frac{\nu}{d_c} \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \left[1 - \left(\frac{d_c}{d_t} \right)^2 \right] = 0 \\
I_4 \cdot \xi \cdot \rho \cdot \frac{(I_4)^2}{2 \cdot \left(\frac{\pi \cdot d_{dp4}^2}{4} \right)^2} + I_5 \cdot \frac{\rho \cdot \frac{I_6^2}{\pi dh}}{\frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \eta_{\Gamma\Pi}} - I_3 \cdot \xi \cdot \rho \cdot \frac{(I_3)^2}{2 \cdot \left(\frac{\pi \cdot d_{dp3}^2}{4} \right)^2} + \\
I_1 \cdot \xi \cdot \rho \cdot \frac{(I_1)^2}{2 \cdot \left(\frac{\pi \cdot d_{dp1}^2}{4} \right)^2} + I_6 \cdot 0,61 - 0,2 \cdot \frac{d_c}{d_t} + \frac{8}{\pi dh} \cdot \frac{\nu}{d_c} \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \left[1 - \left(\frac{d_c}{d_t} \right)^2 \right] = E \\
I_0 - I_2 - I_4 = 0 \\
I_3 + I_2 - I_1 = 0 \\
I_0 - I_7 - I_6 = 0
\end{array} \right.$$

Моделируя эту систему в среде *Mathcad* получим ряд зависимостей, которые характеризуют закономерности изменения расходов от смещения заслонки (рис.3).

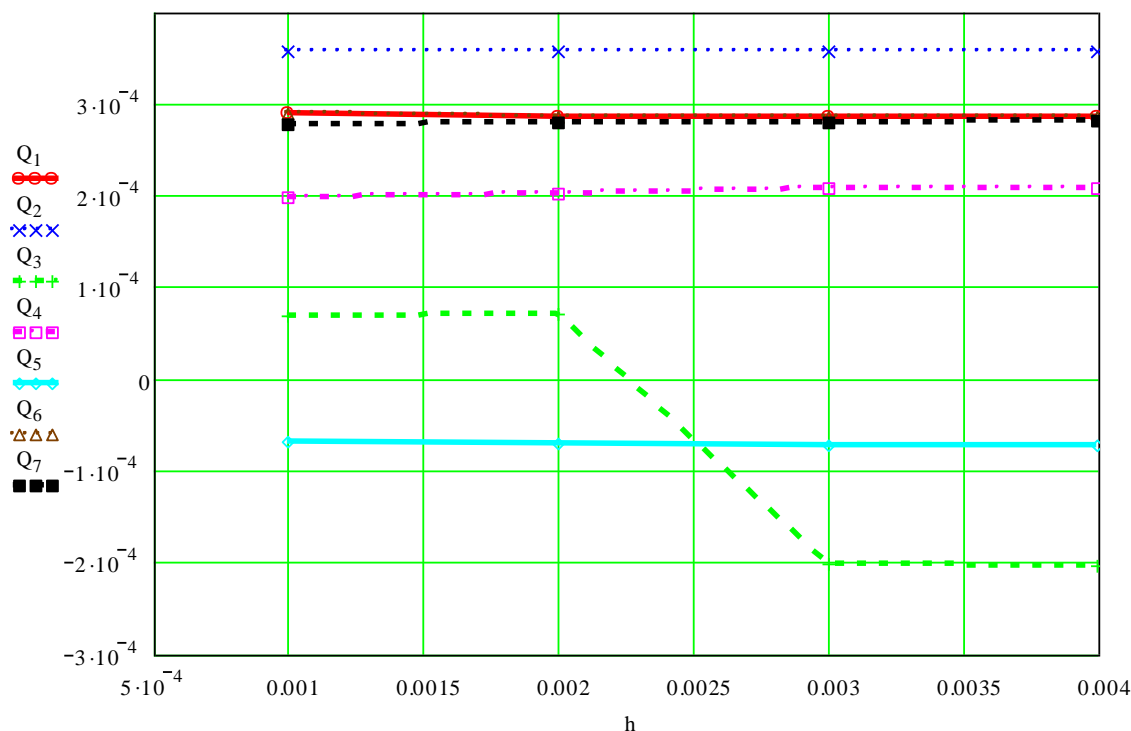


Рис.3. Статические характеристики расходов струйной установки в функции расстояния от среза сопла до обрабатываемой поверхности.

Таким образом, решив поставленную задачу можно смоделировать процесс струйной обработки объектов, в различной интерпретации настройки параметров системы. Поскольку данный метод в некоторых случаях не совсем корректно описывает поведение системы, поэтому требуется дополнительная проверка полученных результатов экспериментальным путём.

Проведённый конкретный расчёт показал важность расширения технического арсенала струйной техники и поиска методов, увеличивающих чувствительность установки для струйной и струйно-абразивной обработки различных поверхностей.

Литература

1. Блэкборн Д., Ритхоф Г., Шеффер Д.Л. Гидравлические и пневматические силовые системы управления. Учебник.- Москва. Издательство иностранной литературы, 1962 -614с.
2. Денисов А.А., Нагорный В.С. Пневматические и гидравлические устройства автоматизации Учебное пособие для втузов.- Москва.: «Высшая школа», 1978 -214с с ил.
3. Дмитриев. В.Н.,Градецкий В.Г. Основы пневмоавтоматики. М., «Машиностроение», 1973, 360с.