

## SUMMARY

*The results of perfection of technology of production of high quality gypsum with the purpose of decline of power and material expenses are resulted in the article.*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гипсовые материалы и изделия (производство и применение): Справочник/Под ред. А.В. Ферронской.-М.:Изд-во АСВ.- 488 с.
2. Редько А.А. Тепло- и массообменные характеристики процесса гидротермической обработки гипса в жидкостном кипящем слое под давлением:- Автореф. канд. дисс.-Макеевка, 2005.- 19 с.

*Пост упила в редакцию 6 декабря 2006 г.*

УДК 622.-522 - 62.526:621.22

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СИЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОТОКА НА ЗАПОРНУЮ ЧАСТЬ ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКОГО КЛАПАНА

*Д. А. Сёмин, д-р техн. наук, проф.;*

*Я. И. Мальцев, канд. техн. наук, доц.; М. О. Мальцева, асп.*

*Вост очноукраинский государст венный университет ет им. В. Даля*

*Разработ ана оригинальная эксперимент альная уст ановка, кот орая позволяет одновременно измерят ь среды. Резулът ат ы эксперимент альных исследований аэродинамической силы, дейст вующей на запорный элемент клапана, показывают ее расхождение с зависимост ями, извест ными для взаимодейст вия между ст рудей и преградой. Показано сущест венное изменение эт ой силы от перемещения клапана и ее значит ельное влияние на его динамику.*

## ВВЕДЕНИЕ

Пневматические исполнительные механизмы и пневмоприводы являются простым, дешевым, надежным, универсальным и гибким средством автоматизации в различных отраслях промышленности. Быстрое развитие и интенсивное внедрение электроники в управление автоматизированным оборудованием и технологическими процессами дало новый импульс развитию пневматических механизмов и приводов, расширило область их применения. Созданы комбинированные (гибридные) электропневматические системы, в которых важная роль отводится устройствам сопряжения микропроцессорных систем управления с исполнительными устройствами.

Для преобразования управляющего электрического сигнала в пневматический сигнал расхода или давления сжатого воздуха используют электропневматические преобразователи (ЭПП). ЭПП при высокой надёжности и долговечности должны обеспечивать минимум промежуточных преобразований сигналов, стабильность статических, динамических и энергетических характеристик, иметь высокое быстродействие, коэффициент передачи и чувствительность, низкий уровень шума, быть невосприимчивыми к вибрации, ударам, пыли, влаге, загрязнениям и колебаниям температуры; пожаро- и взрывобезопасность, иметь малый гистерезис, зону нечувствительности и запаздывание; соответствующий уровень выходного сигнала, иметь минимальный габарит, массу, число движущихся частей и энергоёмкость, отличаться универсальностью, простотой конструкции, обслуживания и эксплуатации

[1]. В структуру ЭПП входят электромеханические преобразователи (ЭМП) и механопневматические преобразователи (МПП). Положительно зарекомендовали себя в экстремальных условиях эксплуатации в качестве ЭМП сервоклапаны с катушкой соленоидного типа. Анализ конструкций электропневматических клапанов позволяет сделать вывод о том, что их характеристики можно улучшить. Особенностью рассмотренного в этой статье электропневматического клапана является его конструкция [2], в которой установлен щелевой диффузор. Использование щелевого диффузора позволит увеличить пропускную способность клапана [3, 4]. Кроме того, применение щелевого диффузора позволяет при неизменных геометрических параметрах ЭМП увеличить рабочее давление, уменьшить потребляемую мощность.

### ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Математическая модель даёт возможность проанализировать каждую составляющую уравнения и выяснить влияние на процессы в электропневматическом клапане, не используя при этом натурный образец. В предшествующих работах [2, 5], посвященных математическому моделированию электропневматического клапана соленоидного типа, рассмотрено уравнение движения якоря в электропневматическом клапане. Анализ сил, входящих в уравнение движения якоря, показал, что одной из основных, определяющих динамику электропневмоклапана является аэродинамическая сила  $P_1$ , действующая на запорный элемент клапана [5, 6]. Обычно при упрощённых расчетах сила  $P_1$  принимается постоянной, а в действительности изменяется с изменением хода клапана, поэтому для более точных расчетов динамики электропневматического клапана следует знать её зависимость от перемещения сердечника.

### ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

Для одновременного измерения аэродинамической силы, действующей на запорный орган электропневматического клапана и установления её зависимости была разработана экспериментальная установка и предложен оригинальный способ измерения указанных величин (рис. 1).

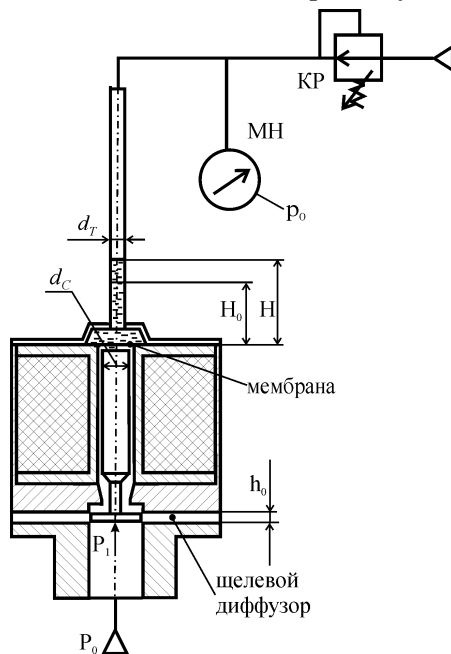


Рисунок 1 - Схема экспериментальной установки по определению силового воздействия потока на запорный элемент ЭПК

Установка состоит из электропневматического клапана (ЭПК), в крышку которого вставлена стеклянная трубка с внутренним диаметром  $d_T$ , частично заполненная водой. К верхнему концу трубки подводится сжатый воздух, величина давления которого настраивается с помощью редукционного клапана (КР) и измеряется манометром (МН). Электрическая и гидравлическая части ЭПК герметично разделены “вялой” мембраной, расположенной между корпусом и крышкой ЭПК. Изменяя давление  $p_0$ , устанавливают заданное перемещение сердечника, контролируя его величину по уровню жидкости  $H$  в стеклянной трубке.

Экспериментальные исследования проводились в 2 этапа:

- 1 установка заданного хода клапана;
- 2 определение величины силы, действующей на запорный орган.

Тарировка устройства проводилась с помощью щупов, которые вставлялись между седлом и клапаном. Толщине щупа соответствовал ход сердечника. Ход сердечника  $h$  и изменение высоты столба жидкости  $\Delta H$  в стеклянной трубке связаны простым соотношением

$$\Delta H = H - H_0 = h \frac{d_C^2}{d_T^2}, \quad (1)$$

где  $H_0$  - уровень жидкости, соответствующий закрытому клапану;  
 $d_C$  - диаметр сердечника электромагнита.

Под действием давления, подаваемого в стеклянную трубку, изменялся уровень жидкости и соответственно ход сердечника. Экспериментальная зависимость между перемещением сердечника и высотой жидкости в стеклянной трубке приведена на рис. 2. Вторым этапом было нахождение зависимости аэродинамической силы от хода сердечника.

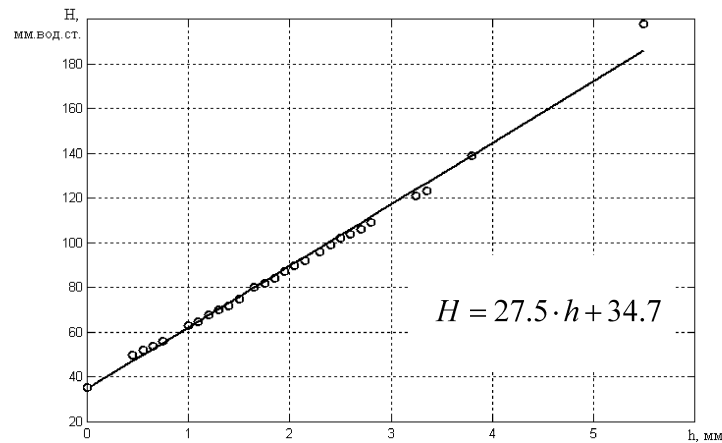


Рисунок 2 - Тарировочная характеристика устройства

По измеренному давлению  $p_0$  и соответствующему уровню жидкости в стеклянной трубке производился расчет аэродинамической силы действующей на запорный элемент, по формуле

$$P_1 = (p_0 + \rho g H) \frac{\pi \cdot d_C^2}{4}. \quad (2)$$

Результаты измерений приведены на рис.3.

Экспериментальные данные аппроксимированы зависимостями вида:

$$\frac{P_1}{P_0} = 1,03 - 2,03 \frac{h}{d} \text{ при } \frac{h}{d} > 0,025, \quad (3)$$

$$\frac{P_1}{P_0} = 1 - 32 \cdot \left(\frac{h}{d}\right)^2 \text{ при } \frac{h}{d} < 0,025.$$

Доверительный интервал составляет 0,05 при доверительной вероятности 95%.

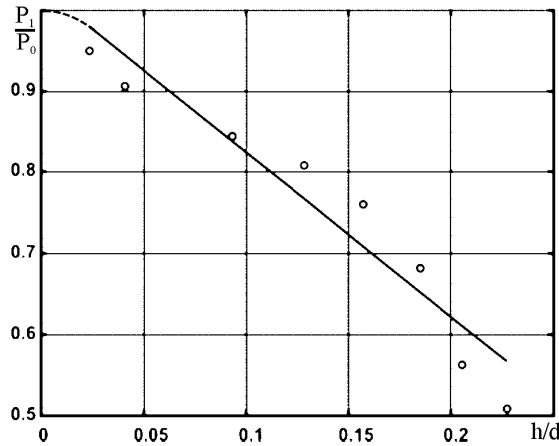


Рисунок 3 - Зависимость аэродинамической силы от хода клапана

Из графика на рис. 3 следует, что при увеличении хода сердечника, сила, действующая на запорный элемент клапана, уменьшается и при его ходе снижается практически в 2 раза. Это объясняется ранее установленной нами характеристикой распределения давления, в соответствии с которой давление снижается при увеличении радиуса [7]. Следует отметить характерное качественное и количественное отличие полученного результата от известной классической задачи натекания струи на преграду.

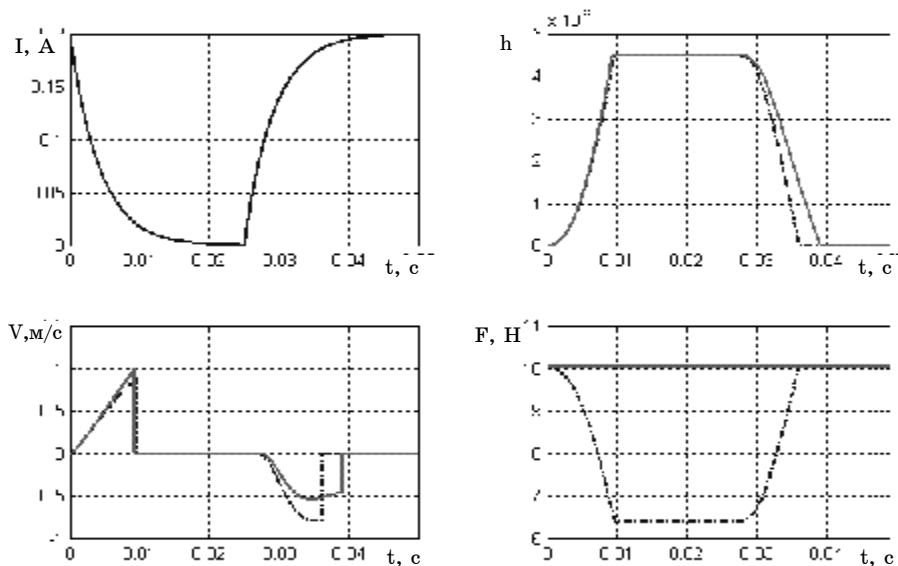


Рисунок 4 - Переходные процессы в электрогидроклапане при его откритии и закрытии

Для исследования влияния установленного существенного изменения аэродинамической силы от хода сердечника электромагнита на динамику электропневматического клапана в разработанную математическую модель [2] внесем полученную зависимость (3) и проведем сравнительные расчеты динамики открытия и закрытия клапана для случаев постоянной и действительной аэродинамической силы. Результаты вычислений приведены на рис.4.

Штрихпунктирной линией на рисунках изображены графики переходных процессов при постоянной аэродинамической силе, сплошной линией – при изменяющейся. Из полученных графиков видно, что изменение аэродинамической силы от хода сердечника существенным образом влияет на время закрытия электропневмоклапана, которое в сравнении с вариантом расчёта при  $P_1 = const$  уменьшается практически на 30%. При этом время открытия практически не меняется.

## ВЫВОДЫ

1 В исследованной конструкции электропневматического клапана с целевым диффузором сила воздействия рабочей среды на запорный орган линейно убывает при возрастании хода и при значении, соответствующем  $\frac{d_0}{4}$ , уменьшается практически в 2 раза.

2 Расчеты динамики открытия и закрытия клапана на математической модели показывают, что изменение аэродинамической силы от хода сердечника существенным образом влияет на время закрытия электропневмоклапана, которое в сравнении с вариантом расчёта при  $P_1 = const$  уменьшается практически на 30%. При этом время открытия практически не меняется.

3 Использование целевого диффузора повышает пропускную способность устройства на 30 %.

4 Установленные закономерности клапана рекомендуются для проведения инженерных расчетов.

## SUMMARY

*The original experimental installation is designed, which allows simultaneously to measure moving and effort, which is operational on a stop organ of an electropneumatic valve on the part of an actuating medium. The outcomes of experimental researches of an aerodynamic force operational on a stop organ of the valve demonstrate its divergence with relations known for interplay between a spray and barrier. The essential change of this force from movement of the valve and its considerable influencing on his dynamics is rotined.*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Филиппов И. Б., Райцин М. В. Современные электропневматические преобразователи, приводы и системы. — М.: 1988. — 44 с.: 13 ил.— (Технология, оборуд., орг. и экон. машиностроит. пр-ва. Сер. 5. Гидравлическое и пневматическое оборуд.: Обзор, информ. / ВНИИТЗМР. Вып. 2.
2. Семин Д.А., Сорокина М.Е., Мальцева М.О. Математическое моделирование динамики электромагнитного пневматического клапана // Вісник СХУ. – 2003. – №9 (67).
3. Сьомін Д.О., Павлюченко В.О., Ремень В.І., Мальцев Я.І.: Сполучення вихрових виконавчих пристроїв із сучасними системами управління./Монографія. - Луганськ: Вид-во Східно-укр. нац. ун-ту ім. В.Даля, 2002. – 174 с.
4. Семин Д.А., Павлюченко В.А., Мальцев Я.И. Исследование вихревых усилителей с диффузорами различных типов.// Вестник НТУУ «КПИ». Машиностроение. - 2002.- Вып.42, Т. 2.- С. 54-56.
5. Семин Д.А., Павлюченко В.А., Мальцев Я.И. Совершенствование динамических свойств одномембранных клапанов типа «сопло – заслонка»// Вісник СХУ. – 2000. – №12 (34).
6. Патент України на винахід 68785 А, МПК F15C1/00 Электропневматичний клапан. Сьомін Д.О., Мальцева М.О., Роговий А.С., Дмитрієнко Д.В. - №2003109587. Заявлено 24.10.2003; Опубл. 16.08.2004, Бюл. №4. – 2с.

7. Мальцев Я.И. Совершенствование гидравлических характеристик вихревых регулирующих органов струйных исполнительных устройств: Дис... канд. техн. наук: 05.05.17. – Луганськ, 2003. – 195 с.

*Поступила в редакцию 6 декабря 2006 г.*

УДК 621.3.003.1:66.099.2-9

### **ВОПРОСЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ВНЕДРЕНИИ В ПРОИЗВОДСТВО МАЛОГАБАРИТНОГО ГРАНУЛЯЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

**В. И. Склабинский, д-р техн. наук, проф.; А. Е. Артюхов, асп.**  
*Сумский государственный университет*

*Приведена краткая характеристика грануляционного оборудования башенного типа. Рассмотрены варианты модернизации грануляционных башен. С точки зрения энергосбережения обоснован переход к гранулированию в аппаратах кипящего слоя. Рассмотрены недостатки современного оборудования для гранулирования в кипящем слое и предложена конструкция вихревого гранулятора псевдооживленного слоя. В статье рассматриваются возможности применения технологии гранулирования в вихревом псевдооживленном слое и перспективы её развития.*

Развитие отечественной химической промышленности во всех её отраслях, модернизация существующих химических производств, строительство принципиально новых химических предприятий должны соответствовать мировым стандартам, а также учитывать современные запросы и требования заказчиков к качеству выпускаемой продукции. В то же время помимо выполнения требований к продукции, которые предъявляются потребителем, модернизированные и вновь спроектированные химические производства должны быть экономически выгодными в плане сопоставления "цена продукции - качество продукции", экологически безопасными для окружающей среды и, помимо всего прочего, обладать максимально благоприятными условиями для безопасной трудовой деятельности рабочих на производстве.

Каждое из вышеперечисленных требований имеет весомое влияние для достижения основной цели любого производственного процесса – получения продукции высокого качества с максимально низкой её себестоимостью. Достижение поставленной задачи должно осуществляться внедрением в производство и гармоничным объединением новейших разработок современной науки и техники.

В настоящее время отечественные предприятия, специализирующиеся на производстве гранулированных пористых продуктов (в частности, пористой аммиачной селитры) из растворов и расплавов, используют в качестве основного способа гранулирование в грануляционных башнях [1, 2]. Этот тип оборудования характеризуется значительными капитальными затратами на изготовление, техническое обслуживание и ремонт, связанными с тем, что грануляционные башни имеют большой диаметр (до 16 м) и достаточно большую высоту (порядка 30-50 м). Значительные габаритные размеры грануляционного оборудования башенного типа обуславливают также сложность изготовления и эксплуатации. Кроме того, грануляционные башни имеют сравнительно низкую удельную производительность [2].