

Файзиматов Ш. Н.
Sh.N.Faizimatov

ПРИМЕНЕНИЕ ПНЕВМОВИХРЕВОГО ЭФФЕКТА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПЕРЕКАЧКИ АГРЕССИВНЫХ СРЕД

USING THE PNEUMOVORTICAL EFFECT METHOD FOR AUTOMATED PUMPING OF AGGRESSIVE MEDIA



Файзиматов Шухрат Нуманович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология машиностроения» Ферганского политехнического института (Республика Узбекистан, Фергана). E-mail: shuhrat-fayzimatov@rambler.ru.

Mr. Shukhrat N. Faizimatov – PhD in Engineering, Associate Professor of the Department of Mechanical Engineering Technology, Fergana Polytechnic Institute, (city of Fergana, Uzbekistan). E-mail: shuhrat-fayzimatov@rambler.ru.

Аннотация. В статье приводятся результаты экспериментальных исследований пневмовихревого устройства для автоматизации процесса перекачки агрессивных сред.

Summary. The paper presents the results of an experimental study of a pneumovortical device used for automated pumping of aggressive media.

Ключевые слова: пневмовихревой эффект, аэродинамический эффект, автоматизация технологического процесса, вакуум-насос, перекачка, агрессивная среда.

Key words: automatic device, pneumovortical effect, aerodynamic effect, automation of processes, vacuum pump, pumping, aggressive media.

УДК 621.787

Анализ состояния машиностроительных производств показывает, что повышение производительности труда и снижение себестоимости изготовления изделий предопределяет потребность предприятий в технологическом оборудовании, основывающемся на принципиально новых эффектах аэродинамики, обеспечивающих требуемую производительность, надежность и качество технологического процесса в условиях автоматизированного производства.

В промышленности для эпизодической перекачки кислот, щелочей, легколетучих жидкостей (бензина, спирта, эфира) и других химических агрессивных реагентов требуются насосы с простой конструкцией рабочих органов, быстротой подготовки к пуску при частых остановках, характеризующиеся простотой обслуживания.

Применение центробежных, поршневых и других насосов для этих целей неэффективно из-за сравнительно большой длительности пускового периода, громоздкости и сложности их эксплуатации.

Проведенные исследования установили перспективность создания и применения для этих процессов устройств пневмовихревого действия [1].

При исследовании распределения статического давления внутри камеры установлено [1], что в приосевой зоне вращающегося потока создается зона пониженного давления (разрежение), которая может быть использована для эжектирования агрессивных сред. Для этого к зоне разрежения пневмовихревой камеры следует подсоединить цилиндрический патрубок и второй его конец соединить через гибкую трубку с отсасываемым объемом.

На рис.1 показана принципиальная схема разработанного вакуум-насоса аэродинамического действия для перекачки агрессивных сред.

Устройство состоит из корпуса 1, втулки 2 с тангенциально расположенными отверстиями-соплами 3. На корпусе закреплен цилиндрический патрубок 4, который образует кольцевую полость 5 с внутренней поверхностью втулки 2. Элементы 2 и 4 образуют вихревой эжектор, который в процессе работы устройства обеспечивает разрежение в полости цилиндрического патрубка, соединенного с отсасываемым объемом 6. Соосно отверстию корпуса установлена цилиндрическая труба 7, соединенная с расширителями 8, 9 и выходной трубкой 10.

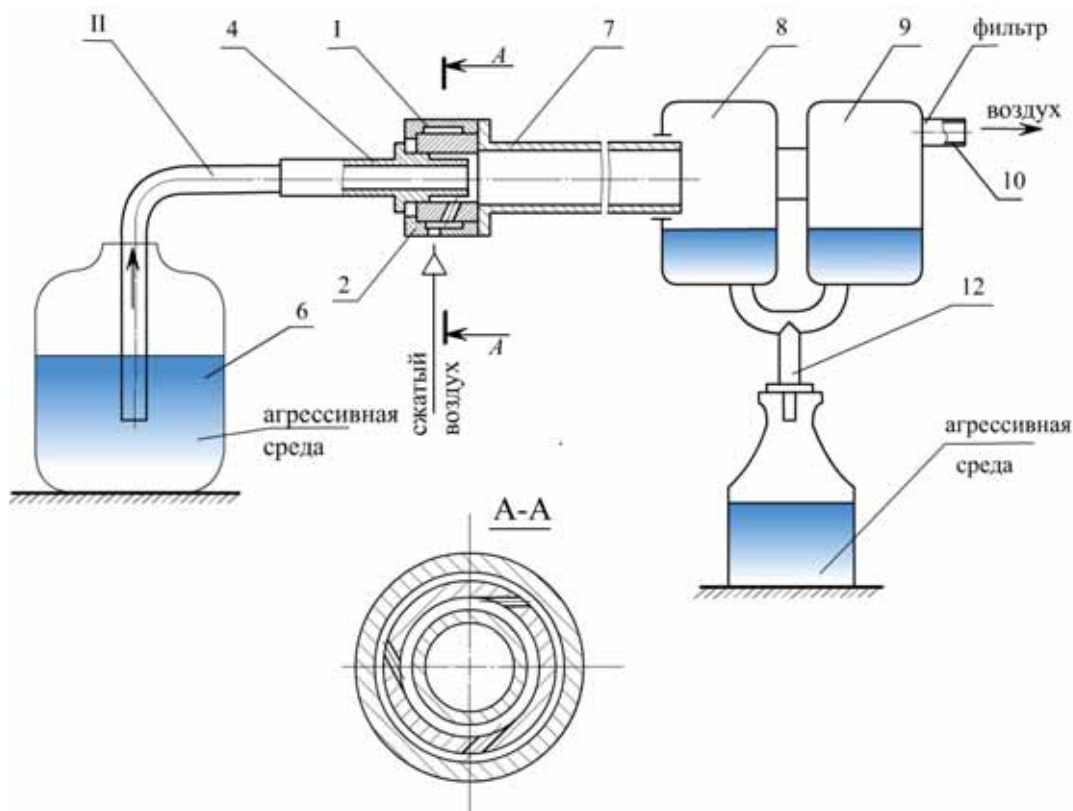


Рис.1. Принципиальная схема вакуум-насоса аэродинамического действия

Принцип работы вакуум-насоса заключается в следующем.

Сжатый воздух, поступающий из пневмосети, пройдя через тангенциальные сопла 3, приобретает вращательное движение, создавая в зоне центрального патрубка 4 разрежение. За счет перепада давлений из объема 6 через гибкую трубку 11, соединенную с цилиндрическим патрубком 4, поступает перекачиваемая агрессивная среда. В зоне сопел перекачиваемая среда приобретает вращательное движение вместе с воздухом. Смесь воздуха и жидкости, пройдя через цилиндрическую трубу 7, поступает в расширители 8 и 9. За счет резкого расширения в полостях расширителей и разности удельного веса воздуха и жидкости (агрессивной среды) происходит сепарация и отделение воздуха от жидкости. При этом сжатый воздух из емкости через фильтр в выходной трубке 10 выходит в атмосферу, а жидкость через трубки 12, установленные на дне расширителей, отводится в место назначения.

В процессе исследования влияния отдельных элементов конструкции вихревого насоса на его работу при выбранном диаметре цилиндрической камеры $D_k = 9,0$ мм наиболее детально было изучено влияние на степень разрежения в полости патрубка его диаметра и расположения торца относительно оси тангенциальных сопел, величины кольцевого зазора между цилиндрическим патрубком и внутренней поверхностью втулки.

При фиксированном значении входного давления в каждом случае замерялись:

- 1) перепад давления в центральном патрубке;
- 2) расход эжектируемой жидкости, поступающей через цилиндрический патрубок.

Экспериментальные исследования проводились при фиксированном значении диаметра цилиндрической трубки с одновременным варьированием диаметра цилиндрического патрубка d_n и кольцевого зазора Δ_3 . Диаметр цилиндрического патрубка изменялся в диапазоне $d_n = 3,0 - 7,5$ мм, кольцевой зазор варьировался в пределах $\Delta_3 = 0,3 - 2,0$ мм. Диаметр отверстий-сопел в процессе исследования выбирался постоянным: $d_c = 3,0$ мм, количество сопел три, угол наклона сопел $\alpha = 5^\circ$.

На рис. 2 приведены результаты исследования влияния диаметра цилиндрического патрубка на перепад давления при зазоре $\Delta_3 = 1,0$ мм.

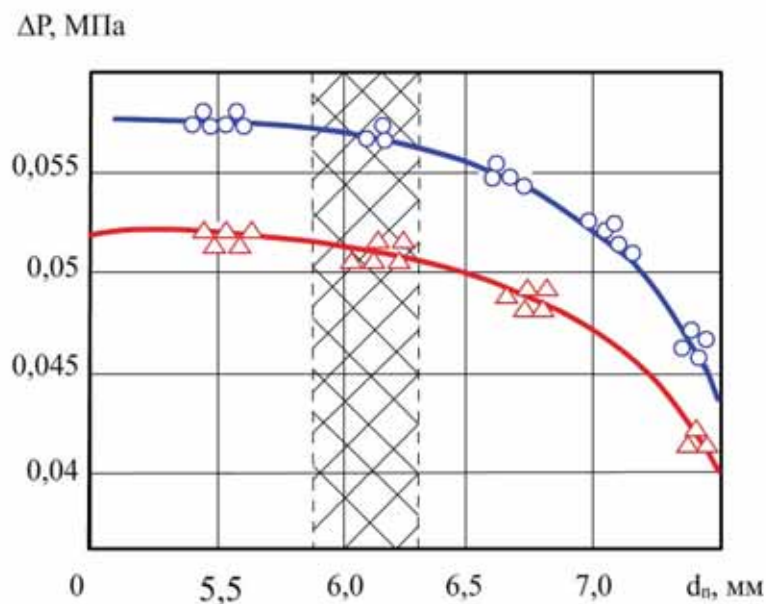


Рис. 2. Влияние диаметра патрубка на перепад давления при $D_k = 10$ мм, $\Delta_3 = 1,0$ мм:

- – при входном давлении $P_{вх} = 0,5$ МПа;
- △ – при входном давлении $P_{вх} = 0,4$ МПа

Как видно из графиков, с увеличением диаметра цилиндрического патрубка значение ΔP уменьшается. Это объясняется тем, что при увеличении диаметра цилиндрического патрубка выше определенной величины при неизменном внутреннем диаметре вихревой камеры диаметр патрубка выходит за пределы зоны разрежения и попадает в зону избыточного давления. В результате возникает ток рабочего воздуха из вихревой камеры в атмосферу.

При диаметре вихревой камеры $D_k = 9,0$ мм и диаметре цилиндрической трубки $D_T = 12,0$ мм, критическое значение диаметра патрубка составляет $d_n = 6,2$ мм.

Дальнейшие исследования проводились с целью определения оптимального значения кольцевого зазора Δ_3 .

На рис. 3 приведены результаты исследования влияния кольцевого зазора Δ_3 на перепад давления ΔP при диаметре цилиндрического патрубка $d_n = 6,2$ мм. Полученные результаты показывают, что оптимальное значение кольцевого зазора находится в диапазоне $\Delta_3 = 0,5 - 0,65$ мм.

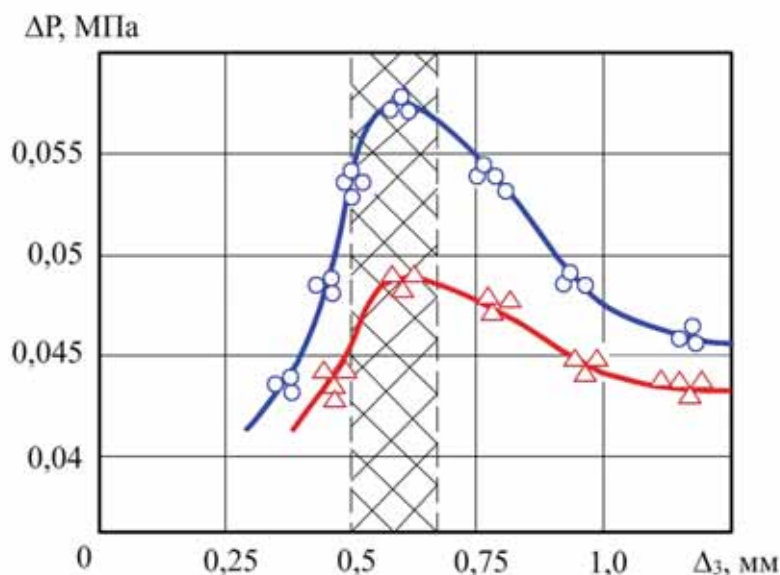


Рис. 3. Влияние кольцевого зазора ($\Delta z = D_T - d_n$) на перепад давления:

○ – при входном давлении $P_{вх} = 0,45$ МПа;

△ – при входном давлении $P_{вх} = 0,30$ МПа

В процессе исследования было определено также влияние расположения торца цилиндрического патрубка относительно оси отверстий-сопел на степень разрежения.

Эксперимент показал, что наилучший результат (максимум разрежения) был достигнут при смещении торца патрубка в сторону наклона сопел на $3,0^{\pm 0,5}$ мм, считая от точки пересечения оси отверстий-сопел с наружной поверхностью цилиндрического патрубка.

Таким образом, в процессе исследования определены оптимальные конструктивные параметры, влияющие на работу вихревого вакуум-насоса.

Производительность вихревого вакуум-насоса с оптимальными конструктивными параметрами при входном давлении сжатого воздуха $P_{вх} = 0,4$ МПа составила 4,5 л/мин.

Обобщая результаты проведенных исследований, можно сказать, что, несмотря на невысокую производительность, использование вихревого вакуум-насоса для периодической перекачки агрессивных сред является экономически выгодным и предпочтительным с точки зрения надежности, простоты обслуживания и других производственных факторов.

Опытная эксплуатация вихревого вакуум-насоса на предприятии подтвердила высокую надежность его работы.

Следует отметить, что компактность, малый вес, простота конструкции вихревого вакуум-насоса существенно расширяет его область эффективного применения. Например, благодаря высокой вакуумирующей способности разработанного вихревого вакуум-насоса, его можно применить для отсоса наждачной пыли от шлифовального круга, очистки рабочих зон от стружки и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Файзиматов, Ш. Н. Пневмовихревой эффект в автоматизации технологических процессов : моногр. / Ш. Н. Файзиматов. – Фергана, ФЕРГАНА, 2009. – 162 с.