

Р и с. Траектория движения частицы аэрозоля: а - по радиусу вихревой камеры, б - по длине вихревой камеры

золя уже на расстоянии 0,5 калибра полностью эвакуируется к периферийной зоне и ее можно вывести из потока сепарирующим устройством. На сепарацию частиц существенным образом влияет весовая доля охлажденного потока μ , размеры и форма частичек, а также конструктивные особенности применяемых вихревых труб.

УДК 621.226

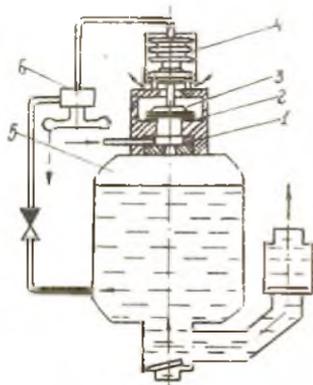
А.Ф.Дроздов

ВИХРЕВЫЕ ПУЛЬСАЦИОННЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ И ПЕРЕКАЧКИ ЖИДКОСТЕЙ

Вихревые вакуум-насосы с успехом применяются в гидравлических установках. На их базе созданы системы для запуска центробежных насосов [1], а также пневматические насосы замещения [2]. Обладая ограниченным числом подвижных элементов, эти устройства сохраняют основные эксплуатационные преимущества вихревых труб. В Одесском технологическом институте холодильной промышленности (ОТИХП) разра-

ботаны и проходят промышленную апробацию вихревые нагнетатели для судоремонтной промышленности, лакокрасочного и мебельного производства.

Вихревой пневматический насос (рис. I) содержит эжектор I с подвижным щелевым диффузором 2, который, в свою очередь, связан с управляемым клапаном 3 и исполнительным устройством 4, например в виде сильфона. При подаче сжатого воздуха в спиральное сопло эжектора I давление в рабочей камере 5 понижается и происходит ее заполнение перекачиваемой жидкостью. В случае попадания жидкости в вихревую камеру эжектора она распределяется в кольцевом зазоре щелевого диффузора и за счет резкого увеличения гидравлического сопротивления осуществляется перемещение подвижной стенки и закрытие управляемого клапана 3. При этом сжатый воздух устремляется в рабочую камеру 5 и, выполняя роль "газового поршня", выдавливает жидкость в нагнетательную линию. Полость сильфона 4 связана со вспомогательным эжектором 6, проточная часть которого рассчитана для работы на воздухе. При попадании в его сопло жидкости из нижней части рабочей камеры не происходит снижения давления в сильфоне 4, достаточного для открытия клапана 3. Процесс нагнетания продолжается до тех пор, пока уровень жидкости в рабочей камере не снизится до минимального уровня и на вход эжектора 6 поступит сжатый воздух с давлением, равным давлению в рабочей камере. Для обеспечения надежного открытия управляемого клапана 3 необходимо выполнить условие



Р и с. I. Вихревой пневматический насос

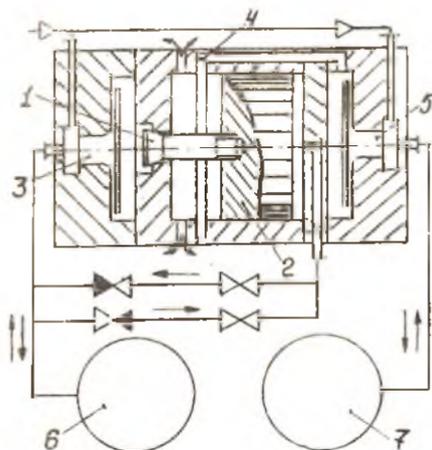
$$F_4(P_0 - P_{BC}) = K F_3(P_H - P_0), \quad (I)$$

где F_4 и F_3 - площади поперечного сечения сильфона и управляемого клапана (индекс соответствует позиции на рис. I);

P_0, P_{BC}, P_H - давления окружающей среды (зоны сброса воздуха из эжектора I), всасывания и нагнетания соответственно;

$K = 1,5 \dots 1,3$ - коэффициент запаса.

Аналогичный принцип действия реализован и в генераторе импульсов давления [3], который может рассматриваться как элемент двухкамерного пневматического насоса (рис.2). Помимо активного клапана 1, связанного с пневмоисполнительным механизмом 2, эжектора 3 в устройстве предусмотрен пассивный золотниковый клапан 4, управляющий работой дополнительного вихревого эжектора 5. Этот эжектор полностью идентичен эжектору 3 и работает с ним в противоположных фазах, т.е. в период нагнетания в рабочей камере 6 в рабочей камере 7 происходит понижение давления и всасывание жидкости. Настройка пневмоисполнительного механизма 2 осуществляется с помощью



Р и с. 2. Двухкамерный пневматический насос

двух независимых ветвей, сообщающих его с всасывающим патрубком эжектора 3. Каждая из ветвей содержит регулирующие вентили и обратные клапаны, ориентированные во взаимно противоположных направлениях. Это позволяет изменять в широком диапазоне частоту пульсаций и продолжительность циклов всасывания и нагнетания. Устройство сохраняет работоспособность и в случае отсутствия эжектора 5. Частота колебаний зависит от емкости рабочей камеры 6 и может изменяться от 0,1 до 60 1/с.

Для практических целей представляет интерес использование вихревых эжекторов в качестве элементов управления пневматических насосов с подвижной рабочей камерой [4]. На рис.3 показано устройство, в котором эжектор 1 служит для задержки всплытия рабочей камеры 2. Камера в период выталкивания жидкости фиксируется в крайнем нижнем положении за счет присасывания ее к верхнему фланцу 3 кольцевого канала 4, ограниченному эластичными накладками. По мере выталкивания жидкости из рабочей камеры 2 постепенно нарастает величина усилия ΔP , действующего на камеру в верхнем направлении:

$$\Delta P^{max} = \rho_{ж} (V_p + v_n) - G, \quad (2)$$

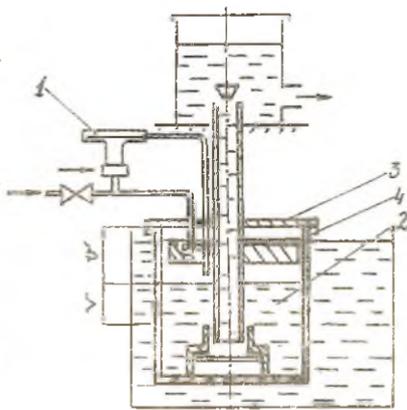
где $V_p + \sigma_M$ - объем воздуха в рабочей камере; $\gamma_{ж}$ - удельный вес перекачиваемой жидкости; G - вес подвижной рабочей камеры и связанных с ней элементов устройства.

Давление всасывания $P_{вс}$ эжектора I, при котором величина ΔP превысит силу, прижимающую фланец 3 к кольцевому зазору, равно:

$$P_{вс} = P_0 \frac{(V_p + \sigma_M) \gamma_{ж} - G}{F} \quad (3)$$

где P_0 - давление окружающей среды;

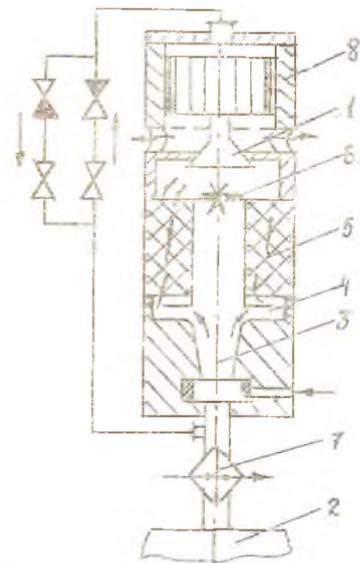
F - площадь сечения кольцевого канала 4.



Р и с. 3. Пневматический насос с подвижной рабочей камерой

В комбинированной установке (рис.4) вихревая труба попеременно работает в режиме эжектора (цикл всасывания) и в качестве источника холода (цикл нагнетания). Такое решение позволило более рационально использовать располагаемый перепад давлений, характерный для заводских сетей, при небольшой высоте нагнетания насоса $H = 0,13 \dots 0,16$ МПа.

Управление работой клапана I, обеспечивающего чередование режимов всасывания и нагнетания, осуществляется так же, как и в установке 4 (см. рис.2). При закрытом управляемом клапане I происходит выталкивание жидкости путем перемещения гибкого элемента в рабочей камере 2. Вихревая труба 3 работает в режиме $\mu = 100\%$, сопровождаемом циркуляцией горячего потока через целевой диффузор 4, теплоаккумулятор 5 и осевое



Р и с. 4. Комбинированное устройство

отверстие 6. Из теплообменника 7 в рабочую камеру 2 насоса при этом истекает холодный поток. В режиме всасывания смесь расширяющегося в сопле сжатого газа и относительно охлажденного потока, подводимого в осевую зону эжектора из диафрагмы, понижает температуру теплоаккумулятора и выводится в атмосферу через открытый клапан I.

Созданные устройства используются в мебельной и судоремонтной промышленности для перекачки нефтеводной эмульсии и компонентов полиэфирных лаков. Производительность установок от 2 до 14 т/ч. Потребление сжатого воздуха от 5 до 40 г/с.

Библиографический список

1. Меркулов А.П., Нецветаев В.А. К вопросу заполнения систем центробежных насосов перед запуском //Тр.КуАИ. Вып.56. 1972.
2. А.с. 1295040 СССР, МКИ³ F04F 1/00. Пневматический насос замещения /А.Ф.Дроздов, С.О.Муратов, Ю.М.Симоненко; Опубл. 07.03.87. Бюл. № 9.
3. А.с. 1315668 СССР. МКИ³ F15B 21/12. Генератор импульсов давления / А.Ф.Дроздов, Ю.М.Симоненко; Опубл. 07.06.87. Бюл. № 21.
4. А.с. 1318729 СССР. МКИ³ F04F 1/08. Пневматический насос замещения /А.Ф.Дроздов, Ю.М.Симоненко, А.М.Сидельников; Опубл. 23.06.87. Бюл. № 23.

УДК 66.07.4.6:533.6.011.3

Р.Х.Мухутдинов, Н.А.Артамонов, Т.Ф.Кустова

ВИХРЕВОЙ ПАРОВЫЕГАЗОВЫЙ КОНДЕНСАТОР-СЕПАРАТОР

При изучении конденсации и сепарации в вихревой трубе (ВТ) и при их промышленной эксплуатации наблюдается вынос части аэрозольных частиц с охлажденным потоком. Такое происходит из-за особенностей аэро- и термодинамической структуры потоков в ВТ. Частицы могут попадать в охлажденный поток со средними слоями газа, истекающими из сопловых каналов [1] и за счет конденсации паров в объеме у диафрагмы и в трубе охлажденного потока [2].

Применительно к производствам парофазного окисления, в про-