Методика заключается в следующем:

- замер силы пружины F_2 , Н;
- сжатие пружин (5 шт.) в специальном приспособлении для испытаний на «КРИП» до высоты $l_2 = 20$ мм;
- выдержка в течении 48 часов в лабораторной печи при температуре $130 \pm 20^\circ\text{C}$;
- замер силы пружины после испытаний F_2 , Н;
- расчет относительной потери силы $\Delta F_2 = [(F_2 - F_2')/F_2] \times 100, \%$.

Результаты испытаний представлены в таблицах 3, 4.

Таблица 3.

Результаты испытаний серийных пружин 2101-1007021 ($d = 2,7$ мм) на релаксационную стойкость «КРИП»

№ п.п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	min	max	X	R
$\Delta F_2, \%$	1,43	1,45	1,80	1,46	1,43	1,43	1,43	2,13	1,44	1,92	1,43	2,13	1,59	0,70

Таблица 4.

Результаты испытаний экспериментальных пружин ($d = 2,6$ мм)

Э2101-1007021-12 на релаксационную стойкость «КРИП»

№ п.п	1	2	3	4	5	min	max	X	R
$\Delta F_2, \%$	2,12	0,70	1,50	1,50	1,50	0,70	2,12	1,46	1,42

Испытания на КРИП показали, что у серийных пружин относительная потеря силы ΔF_2 составила до 2,13%, а у экспериментальных – до 2,12%. Экспериментальные пружины выдержали испытания на КРИП наравне с серийными, это доказывает эффективность применения новой технологии изготовления высоконагруженных пружин сжатия.

1. Пат. RU 2464119 C1, МПК B21F 35/00, C21D 9/02. Способ изготовления высоконагруженных пружин сжатия / Землянушнов Н.А., Тебенко Ю.М., Землянушнова Н.Ю. – № 2011118220/02; заявлено 05.05.2011; опубл. 20.10.2012, Бюл. № 29. – 3 с.
2. Рахштадт, А. Г. Пружинные стали и сплавы. – 3-е изд. перераб. и доп. / А. Г. Рахштадт. – М. : Металлургия, 1982. – 400 с.
3. Пат. RU 2457917 C1, МПК B21F 35/00, F16F 1/06. Устройство для контактного заневоливания пружин / Тебенко Ю. М., Землянушнова Н. Ю., Землянушнов Н. А. – № 2011105212/02; заявлено 11.02.2011; опубл. 10.08.2012, Бюл. № 22. – 5 с.
4. Пат. RU 2251036 C1, МПК F 16 F 1/04, B 21 F 35/00. Устройство для контактного заневоливания пружин / Землянушнова Н. Ю. – № 2003130451/11; заявлено 14.10.03; опубл. 27.04.05, Бюл. № 12. – 3 с.
5. Пат. RU 2393042 C1, 21F35/00 – Устройство для контактного заневоливания пружин / Тебенко Ю.М., Землянушнова Н.Ю., Землянушнов Н.А. № 2009119496/02; заявлено 22.05.2009; опубл. 27.06.2010. Бюл. № 18 – 4 с.

Кононов Н.Р., Шаршов В.В., Литвинов Е.В.

Создание альтернативной модели насоса дозаторного типа

*Воронежский государственный университет инженерных технологий
(Россия, Воронеж)*

doi: 10.18411/sr-10-08-2017-22

idsp: 000001:sr-10-08-2017-22

Аннотация

В данной работе рассматриваются существующие модели вентиляторов, указываются подходящие модели электродвигателей для их питания а так же максимальная производительность вентиляторов. На основе этого предлагается альтернативная конструкция насоса дозатора, способного нагнетать как жидкости так и газы, приводятся данные о его производительности.

Ключевые слова: осевой вентилятор, радиальный вентилятор, насос, дозатор.

Вентилятор – механическое устройство создающее необходимый перепад давления на входе и выходе с целью непрерывного перемещения газа. Вентиляторы получили широкое применение в современной промышленности и домашних хозяйствах. Процесс нагнетания воздуха очень важен, поскольку большую часть времени человек проводит в замкнутых помещениях, нуждающихся в непрерывной вентиляции, так же, не редко возникает необходимость нагнетать газ для различных технологических операций на производстве или наоборот производить его удаление. Для совершения этих операций используются вентиляторы различных типов. Точно так же, перед человеком не редко встает необходимость производить нагнетание жидкости, это реализуется по средствам насосов.

Сейчас существует большое количество различных конструкций и модификаций насосов и вентиляторов. Многие из них находят свое применение в современной технике и на производстве, однако прогресс требует постоянного совершенствования конструкций уже существующих агрегатов и создание новых. С этой целью изыскиваются различные пути к интенсификации процесса нагнетания жидкостей и газов. Наиболее актуальный путь модернизации – экономия ресурсов при производстве той же величины продукции, как и в прототипе. Наиболее важным является избежать увеличения производительности совместно с увеличением издержек на эксплуатацию модификации данного агрегата. При модернизации насосов и вентиляторов стоит учитывать габариты новой конструкции, так как их производство является металлоемким. Большинство мощных агрегатов, установленных на производстве, имеют большую мощность, что делает их эксплуатацию энергоемкой, в связи с этим важно сократить потребление электроэнергии при сохранение прежней производительности.

На производстве и в домашних хозяйствах наиболее часто применяются осевые вентиляторы. Они просты по своей конструкции, имеют высокую, регулируемую производительность и обладают относительно низкими энергозатратами. Осевой вентилятор представляет собой цилиндрический кожух, внутри которого расположены лопасти закреплённые на валу электродвигателя. Лопасти повернуты на небольшой угол к плоскости их вращения, что позволяет им захватывать и нагнетать большое количество газа и направлять его перпендикулярно плоскости их вращения. Лопатка имеет изогнутую форму что значительно снижает ее уровень шума. Вал электродвигателя является непосредственно рабочим органом вентилятора, так как к нему присоединены лопатки. Это позволяет уменьшить потери энергии, так как она передается непосредственно от электродвигателя без посторонних передач, а так же заметно упрощает конструкцию. Конструкция осевого вентилятора представлена на рисунке 1.

Рис. 1 – Осевой вентилятор

Для нужд современной промышленности и домашних хозяйств выпускают вентиляторы различной производительности и размеров. Они используются в разных сферах деятельности и выполняют различные задачи, но принцип действия у всех один.

Их различия заключаются в габаритах, производительности и мощности электродвигателя.

Например осевой вентилятор ВО 25-188 низкого давления, имеет 6 лопастей и работает в одностороннем направлении на всасывание. Его может питать электродвигатель типоразмера А132М2 с чистотой вращения вала 1435 мин^{-1} , отсюда следует что лопасти вентилятора совершают 24 оборота в секунду. При этом производительность вентилятора достигает $6,6 \text{ м}^3/\text{с}$ при давлении на выходе в 700 Па. Внешний вид данного вентилятора представлен на рисунке 2.

Рис. 2 – Осевой вентилятор ВО 25 – 188

Еще одним примером осевого вентилятора может служить вентилятор ВОЭ – 5. Он существует в единственной модификации и имеет мощность 7,5 кВт при производительности $3,15 \text{ м}^3/\text{с}$. Рабочий вал совершает 48 оборотов в секунду. Давление на выходе не превышает 1700 Па. Данный вентилятор может использоваться для проветривания закрытых помещений и для продува вентиляционных шахт. Его внешний вид представлен на рисунке 3.

Рис. 3 – Осевой вентилятор ВОЭ – 5

Помимо осевых вентиляторов широкое применение сыскали радиальные вентиляторы. Их устанавливают для обслуживания канальной и местной вентиляции, воздушного отопления, кондиционирования, пневматической транспортировки сыпучих материалов и т. д. Например радиальный вентилятор ВР 80 – 75, маломощный, имеет диаметр рабочего колеса 1,1 м, двигатель мощностью 0,75 кВт, совершающий 48 оборотов в минуту, при этом максимальная его производительность $0,625 \text{ м}^3/\text{с}$ и

максимальное давление на выходе 1020 Па. Внешний вид данного вентилятора представлен на рисунке 4.

Рис. 4 – Радиальный вентилятор ВР 80 – 75

Выше приведённые примеры свидетельствуют о широком многообразии и высокой применимости осевых и радиальных вентиляторов. Данные агрегаты изготавливаются для их применения в различных отраслях промышленности: в стекольном производстве, для отсоса воздуха на предприятиях с высокой запыленностью, для подачи воздуха в камеры горения и т. д.

На примере осевых вентиляторов легко просматривается следующая связь. Как уже было сказано выше, лопасти вентилятора прикрепляются непосредственно к валу электродвигателя, что говорит о прямой зависимости между частотой вращения двигателя и производительностью вентилятора. Если рассматривать вентилятор В-06-300-6,6-1500, производительность которого равна $2,92 \text{ м}^3/\text{с}$, при мощности электродвигателя 1,1 кВт, совершающего 25 оборотов в секунду, то можно сказать, что совершив 25 оборотов лопасти нагнетают $2,92 \text{ м}^3$, то есть за один оборот лопасти нагнетают $0,1168 \text{ м}^3$. Этот показатель можно признать небольшим, даже учитывая, что он рассчитан на 1/25 секунды.

В качестве альтернативной конструкции насоса можно предложить насос дозаторного типа представленные на рисунке 5.

Рис. 5 – Насос дозаторного типа

1 – электродвигатель, 2 – поршень, 3 – зубчатое колесо, 4 – зубчатая рейка, 5 – барабан, 6 – корпус.

Насос дозаторного типа работает следующим образом. Как известно газ равномерно заполняет все доступное ему пространство, в таком случае он заполнит все пространство рабочей камеры насос, по этому, для расчета объема воздуха, перекачиваемого за один ход насоса, достаточно рассчитать объем его рабочей камеры.

Воздух поступает в рабочую камеру и равномерно заполняет ее целиком, после чего электродвигатель начинает вращать барабан 5 по часовой стрелке как показано на рисунке 6. В тот момент когда точка барабана А достигает точки Б, заборное отверстие плотно соприкасается с корпусом барабана, герметичность этого соединения может обеспечиваться по средствам прокладок, после чего воздух, оказавшийся в камере никак не может ее покинуть. В этот момент, электродвигатели 1 начинают двигать поршень вправо тем самым увеличивая давление воздуха в правой части барабана и создавая разрежение в левой. Когда барабан совершает полу оборот, воздух по давлением быстро нагнетается в приемное пространство, а сильное разрежение созданное в противоположной части барабана по средствам клапана, способствует быстрому втягиванию новой порции воздуха. Так порция воздуха перекачивается за пол оборота барабана, после чего цикл повторяется снова и снова. Производительность данной конструкции зависит от объема рабочей камеры и от скорости вращения барабана, при этом работа электродвигателей 1 и электродвигателя вращающего барабан должна быть синхронизирована.

Теперь не трудно провести сравнительный расчет работы вентилятора дозаторного типа и вентилятора В – 06 – 300 – 6,6 – 1500. Как уже было подсчитано производительность заданного вентилятора $2,92 \text{ м}^3/\text{с}$, при этом его габариты представляют собой $350 \times 732 \times 788$ мм. Исходя из этих показателей примем размеры рабочей камеры $600 \times 300 \times 600$ мм. Объем воздуха входящего в рабочую камеру за один цикл будит равен

$$V = 0,6 \cdot 0,3 \cdot 0,6 = 0,108 \text{ м}^3$$

В данном случае один цикл составляет пол оборота барабана, следовательно за один оборот барабан перекачает $0,216 \text{ м}^3$ воздуха. Если сравнивать с обычным насосом, который за один оборот лопастей перекачивает $0,1164 \text{ м}^3$, то видно, что производительности за 1 оборот разниться в 2 раза. Для достижения производительности обычного осевого насоса, которая равна $2,92 \text{ м}^3/\text{с}$, насосу дозатору достаточно совершить не 25, а 13,5 оборотов. Если же насос дозатор будит совершать 25 оборотов в секунду то его производительность будит равна $5,4 \text{ м}^3/\text{с}$.

Преимущество данной конструкции заключается в том, что не происходит потерь воздуха при рабочем ходе барабана. Рабочая камера барабана захватывает весь воздух, способный равномерно втиснуться в ее объем. При этом перемещение порции воздуха происходит за пол оборота, что так же увеличивает эффективность конструкции. В приведенном выше сравнительном расчете видно, что производительность насоса дозатора превышает производительность обычного осевого вентилятора практически в 2 раза. Это делает использование насоса дозатора более эффективным. С его помощью можно нагнетать не только воздух но и жидкость. Универсальность его применения компенсирует сложность конструкции, а поршень расположенный внутри рабочей камеры способен регулировать объем перемещаемого вещества, не меняя при этом скорости вращения барабана.

Таким образом данный насос дозатор может использоваться на производстве для различных целей. Он не превышает габариты уже существующих насосов и вентиляторов, но имеет большую производительность, что компенсирует, сложность его конструкции. Более подробный сравнительный расчет позволит более точно оценить эффективность его применения.

1. Кривченко Г. И. Гидравлические машины: Турбины и насосы. Учебник для вузов. [Текст]/ - М.: Энергия, 1978. – 320 с.
2. Лямаев Б. Ф. Гидроструйные насосы и установки. [Текст]/ Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1988. 256 с.
3. Цейтлин А. Б. Пароструйные вакуумные насосы [Текст]/ М. – Л., изд. Энергия, 400 с.
4. Черкасский В. М. Насосы, вентиляторы, компрессоры [Текст]/ Учебник для теплоэнергетических специальностей вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 416 с.