РАЗДЕЛ III. ХИМИЯ

Дегтярева К.С., Ильина С.И., Сальникова Л.С.

Мембраны в диафрагмовых насосах

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

(Россия, Москва)

doi:10.18411/sciencepublic-12-08-2020-07

idsp: sciencepublic-12-08-2020-07

Мембранный насос (помпа) — объёмный насос, рабочий орган которого — гибкая пластина (диафрагма, мембрана), закреплённая по краям; пластина изгибается под действием рычажного механизма (механический привод) или в результате изменения давления воздуха (пневматический привод) или жидкости (гидравлический привод), выполняя функцию, эквивалентную функции поршня в поршневом насосе. Они получили свое название из-за важнейшей детали своей конструкции – мембраны [1], [2]. Такой тип насосов также носит название диафрагмовые или диафрагменные насосы.

Сжатый воздух, проникающий за одну из мембран, заставляет её сжиматься и продвигать жидкость в отверстие выхода. В это время вторая мембрана, напротив, создаёт вакуум, всасывая жидкость.

После прохождения импульса пневматический коаксиальный обменник меняет направление сжатого воздуха за вторую мембрану и процесс повторяется с другой стороны [1].

Диафрагменные помпы очень распространены в химической и нефтеперерабатывающей сфере, где их используют для подачи агрессивных растворов щелочей и кислот, а также при обработке нефтепродуктов. Такие установки считаются лучшими для подачи высоковязких составов: силикона, краски, клея, лака, латекса. Помимо этого, они широко применяются на фармацевтических и пищевых предприятиях, где требуется гигиеничность процессов и точность дозирования [3].

Рабочая камера мембранных насосов может выполняться из коррозионностойких материалов, способных выдерживать практически любое агрессивное, пожаро- и взрывоопасное вещество. Полипропилен, сильно уступает по стоимости нержавеющей стали, но в то же время обладает такой же химической стойкостью. Стойкость тефлона (PTFE) к агрессивным растворам даже выше, чем у полиэтилена, поэтому его применяют для сильных кислот, однако его устойчивость к абразивному износу – умеренная. Полиэтилен, наоборот, очень износоустойчив, но менее стоек к химическому воздействию, чем тефлон, однако, по стоимости – на уровне с полипропиленом [3].

Мембранные насосы созданы в основном для снижения эксплуатационных затрат процессов на предприятиях. Насосы такого типа непрерывно перегоняют одинаковое количество веществ; что обусловлено возвратно-поступательными движениями диафрагмы. В цикле обратного хода происходит втягивание определенного объема жидкости, в цикле нагнетания происходит выталкивание объема в дозировочную линию. Наглядный пример работы мембраны мембранного насоса приведен на рисунке 1.

Рис. 1. Принцип работы мембраны [4]

Преимуществ у мембранного насоса, гораздо больше, чем недостатков, однако два значительных все-таки имеются:

1. Мембрана при работе значительно изгибается, что способствует быстрому разрушению.
2. Конструкция мембранного насоса предполагает использование клапанов, которые могут выйти из строя при их загрязнении [4], [5].

Существуют еще и менее значительные недостатки, к примеру, низкие температуры приводят к ускоренному износу мембран; также если неправильно подобрать мембрану, то высокая абразивность веществ серьезно отразится на сроке жизни мембраны.

И что нельзя игнорировать – это давление в пневматической линии. При максимальном давлении воздуха будет достигнута наилучшая производительность насоса, однако, это значительно укоротит срок эксплуатации мембраны; кроме того, чем меньше давление, тем меньше рабочих циклов в минуту будет совершать насос.

Таким образом, можно сделать вывод, что нормальная работа диафрагмового насоса зависит от состояния мембраны.

В связи с этим необходимо производить регулярные проверки и замену мембран. Здесь стоит отметить, что существует два правила:

- 1) замена мембраны выполняется только при отсутствии давления в системе;
- 2) перед заменой мембраны насос необходимо разгрузить и при необходимости промыть подходящей жидкостью, чтобы избежать контакта с агрессивными или ядовитыми средами [6], [7].

В целях повышения эффективности конструкции мембранных насосов постоянно совершенствуются. Например, разработаны насосы с самоочисткой, для чего на вход насосу осуществляется подача газа для продувки от мелкодисперсных загрязнений. Но, для работы такого клапана нужно полное переключение входного канала насоса на источник газа для продувки, также такая очистка применима только для сыпучих загрязнений [4].

Итак, на основании литературных данных можно сделать вывод, что диафрагмовые насосы являются востребованными в различных отраслях

промышленности. Они надёжны в использовании, а самый часто ломающийся элемент – мембрана – легко заменяется. Делается это очень быстро и безопасно для машины, чаще всего не занимает более 15 минут. Также стоит заметить, что заменять мембрану можно не только в случае поломки, а и в случае замены среды, которую нужно перегонять, что приведет к увеличению срока эксплуатации оборудования.

Хочется отметить, что в настоящее время интенсивно разрабатываются новые виды полимеров и композиционных материалов. Это даёт возможность разрабатывать мембраны для диафрагмовых насосов с улучшенными характеристиками. Такое решение существенно может сократить количество насосов на производствах.

В качестве примера хотелось бы привести мембрану на основе фторкаучука. Она более устойчива к различным температурам. Фактически температурный диапазон составляет от -40 до +135 [3]. Если взять её за основу, и увеличить устойчивость к зернам абразива, то, это расширило возможности эксплуатации мембранных насосов.

Ещё одним примером могут являться мембраны из этиленпропиленового каучука. Это материал обладает высокой механической износостойкостью, а также устойчивостью к частицам абразива в жидкостях. Кроме того, он имеет достаточно широкий диапазон температур -50—+150°C, а в отдельных случаях, при контакте с водяным паром, температура может возрасти до +180°C.

Мембрана на основе этиленпропиленового каучука устойчива к большей части растворителей, а также к большинству органических и неорганических щелочей и кислот.[8] На данный момент мембраны из этиленпропиленового каучука получили большие области применения, за счет своих неоспоримых достоинств.

Таким образом, главная задача в развитии конструкций мембранных насосов – это создание материала, устойчивого в широком диапазоне температур, pH, а также к абразивным средам.

1. Мембранный насос-дозатор: Заявка: 2015103629/06 04.02.15. Опубликовано: 10.10.2015 Бюл. № 28
2. ГОСТ 17398-72 Насосы. Термины и определения М.: Издательство стандартов, 1991
3. <https://vaterpass.ua/plyusy-i-minusy-membrannyh-nasosov>
4. Самоочищающийся мембранный насос. Патент RU 2281416C2, 10.08.2006
5. Башта Т. М. Объемные насосы и гидравлические двигатели гидросистем. Учебник для вузов. М., «Машиностроение», 1974, с. 606.
6. Мембранный насос. Руководство по эксплуатации. Компания Sera, 12/2013
7. https://ence-pumps.ru/membrannye_nasosy/
8. <https://ytspumps.ru/info/articles/spravochnaya/materialy-membran-membrannogo-pnevmaticheskogo-nasosa/>