

АНАЛИЗ ПРИМЕНЯЕМОСТИ ФТОРОПЛАСТА В КОНСТРУКЦИЯХ СОВРЕМЕННЫХ УПЛОТНЕНИЙ СИЛОВЫХ ГИДРОЦИЛИНДРОВ

Тараховский А.Ю., Бабиков И.И.

Севастопольский государственный университет, г. Севастополь

Ключевые слова: силовой гидроцилиндр, уплотнение неподвижных и подвижных соединений, манжетное уплотнение, резиновое уплотнительное кольцо, защитное кольцо, комбинированные уплотнения.

Аннотация. Информация об использовании твердого полимера в современных уплотнительных соединениях для уплотнения силовых гидроцилиндров разрозненна и противоречива. На основе доступной информации о современных твердых полимерах был проведен анализ применяемости фторопласта для уплотнительных соединений. Результаты исследования расширяют знания о современных твердых полимерах и применяемости фторопласта для уплотнительных соединений силовых гидроцилиндров.

ANALYSIS OF THE USE OF FLUOROPLAST IN THE DESIGN OF MODERN SEALS OF POWER CYLINDERS

Tarakhovskiy A.Yu., Babikov I.I.

Sevastopol state university, Sevastopol

Keywords: power hydraulic cylinder, seal of fixed and movable joints, cuff seal, rubber o-ring, protective ring, combined seals.

Abstract. Information about the use of solid polymer in modern sealing joints for sealing power cylinders is scattered and contradictory. On the basis of available information about modern solid polymers, the analysis of the applicability of fluoroplast for sealing compounds was carried out. The results of the study expand the knowledge about modern solid polymers and the applicability of fluoroplast for sealing joints of power cylinders.

По назначению уплотнения элементов гидроцилиндров делятся на уплотнения неподвижных и подвижных соединений [1, 2].

Уплотнение неподвижных неразъемных соединений осуществляется с помощью сварки. Для уплотнения неподвижных разъемных соединений чаще всего используются резиновые кольца круглого сечения ГОСТ 9833-73.

Уплотнения подвижных соединений по принципу работы делятся на:

– уплотнения, у которых при монтаже создается контактное давление, превышающее давление уплотняемой жидкости (набивки);

– уплотнения, у которых при монтаже создается лишь начальное контактное давление, увеличивающееся в процессе работы под действием давления жидкости (манжеты, резиновые кольца, комбинированные уплотнения);

В настоящее время набивки применяются очень редко. Они сохранились только в системах, работающих в тяжелых условиях – агрессивные среды, высокие температуры (до 450°C) и давления (до 90 МПа) [2].

Преимуществом манжетных кольцевых и комбинированных уплотнений перед набивками является возможность обеспечения герметичности при значительно меньших контактных давлениях создаваемых при монтаже [3].

Общим недостатком для всех манжетных уплотнений является необходимость в специальных распорных устройствах манжетодержателях и в установке манжет в разъемных канавках. Указанного недостатка лишены уплотнения резиновыми кольцами круглого, прямоугольного, Х-образного и других сечений, а также комбинированные уплотнения [4].

Для уплотнения гидроагрегатов с минимальным трением, а также газов и агрессивных сред целесообразно применять комбинированные резинофторопластовые и металлофторопластовые уплотнения.

Для сборки герметичных изделий гидроагрегатов, все чаще используются уплотнения из твердого полимера – фторопласта.

На данный момент в мире существует пять видов данного полимера:

- Фторопласт-1 – Поливинилифторид (1 атом фтора);
- Фторопласт-2 – Поливинилиденфторид (2 атома фтора);
- Фторопласт-3 – Политрифторхлорэтилен (3 атома фтора);
- Фторопласт-4 – Политетрафторэтилен (4 атома фтора);
- Сополимеры (Фторопласт-32, Фторопласт-40, Фторопласт-42, Фторопласт-50);

При выборе полимера руководствуемся интервалами рабочей температуры, физическими, химическими свойствами материала, а также областью применения.

Фторопласт-1 (ПВФ) – твердый полимер, обладающий высокой механической прочностью, стойкостью к большинству агрессивных сред, радиации, истиранию и многократным перегибам. Недостаток данного материала – низкая плотность $1,39 \text{ г/см}^3$, а также низкая температура изменения свойств материала $\pm 140^\circ\text{C}$. В данный момент производства поливинилифторида в России нет.

Фторопласт-2 (ПВФД) – универсальный технический материал, пригодный для применения в нефтехимической, химической, металлургической, текстильной, фармацевтической и ядерной промышленности. Вместе с универсальностью применения присутствуют определенные недостатки, в частности ограниченный диапазон температур до $\pm 150^\circ\text{C}$, и температурой плавления $+177^\circ\text{C}$.

Фторопласт-3 (РСТФЕ) – высокомолекулярный гомополимер трифторхлорэтилена. Применяется исключительно в электротехнической промышленности.

Фторопласт-4 (Ф-4) – высокомолекулярный кристаллизованный материал. Обладает уникальной химической стойкостью, не изменяется даже при кипячении в смеси азотной и соляной кислоты ("царская водка"). Такое сочетание уникальных физических, химических, электроизоляционных, антифрикционных и других свойств, которыми обладает Ф-4, невозможно найти ни в каком другом материале. Главное достоинство материала – высокий интервал рабочих температур – от -269 до $+260^\circ\text{C}$.

Сополимеры (Фторопласт-32, Фторопласт-40, Фторопласт-42, Фторопласт-50) – вещества с повышенной радиационной устойчивостью, предназначенные для ядерной промышленности. Ввиду высокой стоимости изготовления в машиностроении, как правило, не применяются.

Анализ литературных источников [2, 4] и каталогов [5, 6] ведущих производителей опорно-уплотнительных элементов показал, что для изготовления уплотнительных элементов наиболее целесообразно использовать Фторопласт-4 и Сополимеры.

Этот материал по сравнению другими материалами имеет большую износостойкость и на 30% выше при 10%-ной деформации сжатия в диапазоне температур от -60 до +250°C. Материал наиболее универсален по применению. Он рекомендуется для изготовления опорно-уплотнительных элементов, подшипников скольжения и многих других изделий. Он рекомендуется для работы в условиях вакуума, в среде углеродных газов, сухого воздуха, растворителей и т.д., также применяется в контакте с различными металлами.

Список литературы

1. Кондаков Л.А. Уплотнения и уплотнительная техника: Справочник / Л.А. Кондаков, А.И. Голубев, В.Б. Овандер и др.; Под общ. ред. А. И. Голубева, Л.А. Кондакова. – М.: Машиностроение, 1986. – 464 с.
2. Схиртладзе А.Г. Гидравлические и пневматические системы. – Изд. 2-е, доп. / А.Г. Схиртладзе, В.И. Иванов, В.Н. Кареев. – М.: ИЦ МГТУ «Станкин», «Янус-К», 2003. - 544 с.
3. Тараховский А.Ю., Тараховский А.А. Анализ основных видов уплотнений для силовых гидроцилиндров // Вестник современных технологий. 2019. №2(14). С. 37-43.
4. Тараховский А.Ю. Анализ конструкции и применяемость современных уплотнений в силовых гидроцилиндрах // Автоматизированное проектирование в машиностроении. 2019. №7. С. 122-124.
5. Flitney R. Seals and sealing handbook: 6th edition. Butterworth–Heinemann, 2014. 633 p. DOI: <https://doi.org/10.1016/C2012-0-03302-9>
6. Справочник по гидравлическим уплотнениям. Выпуск 28.1 Высокоэффективные уплотнения [Электронный ресурс]. – Электрон. журн. – 2013. – Режим доступа: https://centeryplotneny.ru/wp-content/uploads/2016/01/original_Hydraulic_Sealing_Guide_Russian.pdf

Сведения об авторах:

Тараховский Алексей Юрьевич – к.т.н., доцент, СевГУ, г. Севастополь;
Бабилов Иван Игоревич – магистрант, СевГУ, г. Севастополь.