

УДК 62-333.2

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ КЛАПАННЫХ УПЛОТНЕНИЙ ДЛЯ АГРЕГАТОВ, РАБОТАЮЩИХ ПРИ СВЕРХНИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ И ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

© Безродный И.И., Кондрашов Ю.И.

*Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация*

e-mail: bezrodnuy95@gmail.com

В настоящее время проблема поиска альтернативных источников энергии становится все более актуальной. По данным европейского сообщества, при современном употреблении углеводородных топлива, получаемого из нефти, доказанных запасов нефти может хватить на 40–50 лет. На данный момент прослеживается тенденция постепенного увеличения использования углеводородного топлива. В качестве наиболее перспективных видов топлив в настоящее время рассматриваются жидкий водород и сжиженный природный газ. Данные виды топлива обладают рядом преимуществ: использование в качестве хладагента, как и для различных узлов двигателей, так и при полете самолета на больших скоростях, повышение дальности полета на 20–30 % без увеличения объема топливных баков. Главным достоинством является увеличенный ресурс работы двигателя (при работе на метане увел. на 25 %).

При создании агрегатов управления для работы в условиях сверхнизких температур возникают проблемы сверхпроводимости (использовании различных электроприводов: электромагнитных, электрогидравлических), поэтому в качестве приводов чаще всего используют сильфонный привод. При применении поршневого сильфонного привода возрастает роль динамики нагружения КУ на ресурс уплотнительного элемента, и при значительном уплотнении полимерного уплотнителя в условиях сверхнизких температур использование последнего становится проблематично. В частности, жесткость фторопласта при $t = -254$ °С возрастает в 6–8 раз, что, естественно, несущественно увеличивает усилие привода [1; 2].

Такое условие работы, как сверхнизкая температура, является причиной для предъявления к клапанному уплотнению очень жестких требований: работа при диапазоне температур (–253, +250); конструкция клапанных уплотнений должна компенсировать значительные изменения свойств применяемых материалов; клапанные уплотнения должны быть герметичны как при экстремальной температуре рабочей и окружающей среды, так и в нормальных условиях.

При выборе материала в качестве уплотнителя Ду запорного органа агрегата необходимо учитывать следующие факторы, влияющие на герметичность уплотнителя (см. рис.1) с учетом изменения температурного диапазона при работе уплотнителя.

Одним из перспективных направлений для герметизации криогенных сред является уплотнение на основе металл – металл с упругой кромкой. Использование его в агрегате для жидкого водорода позволяет существенно снизить потребное контактное давление для герметизации по сравнению с использованием в качестве уплотнения фторопласта и при этом уменьшить рабочее усилие, в том числе снизить управляющее давление для поддавливания с целью обеспечения герметизации.

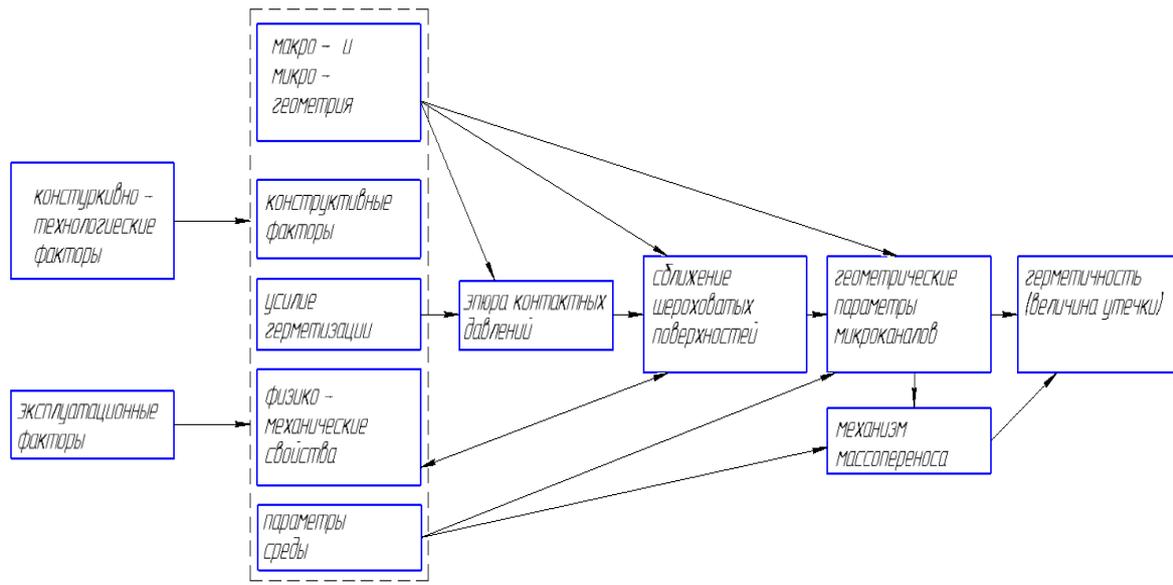


Рис. 1. Факторы, влияющие на герметичность

Схема нагружения клапанного уплотнения с упругой кромкой показана на рис. 2.

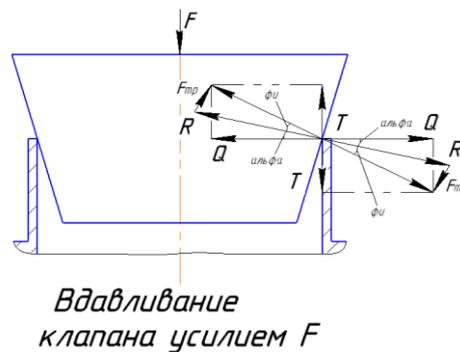


Рис. 2. Схема нагружения клапанного уплотнения с упругой кромкой

Определения нагрузок, действующих в зоне упругого контакта применительно к схеме, когда уплотнительный элемент вдавливают в седло, можно рассчитать следующим образом:

Действующие на оболочечное седло распределенная нагрузка T и радиальная Q находятся из выражений:

$$T = \frac{F}{2\pi \times R \times \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)}$$

где F – усилие создаваемое приводом для обеспечения требуемой степени герметичности: $Q = \frac{F}{2\pi \times R \times (\alpha + \varphi)}$

Реакция в контакте (необходима для определения герметичности затвора): $R = \sqrt{T^2 + Q^2} = \frac{T}{\sin(\alpha + \varphi)}$

Сила трения в контакте:

$$F_{mp} = R \times \sin\varphi = T \frac{\sin\varphi}{\sin(\alpha + \varphi)}$$

Проекция силы трения на вертикальную ось:

$$F_{mp}^e = F_{mp} \times \cos\alpha = T \frac{\operatorname{tg}\varphi}{\operatorname{tg}\alpha + \operatorname{tg}\varphi}$$

В ходе работы был произведен расчет параметров КУ на основе упругой кромки для агрегатов перекрывного с $d_y = 50$ мм, добавлен механизм для плавной посадки уплотнительного элемента на седло.

Библиографический список

1. Кондаков Л.А., Голубев А.И., Овандер В.Б. [и др.]. Уплотнения и уплотнительная техника: справочник-учебник; под общ. ред. А.И. Голубева, Л.А. Кондакова. М.: Машиностроение, 1986. 464 с.
2. Гольдман А.Я. Прочность конструкционных пластмасс. Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1979. 320 с.