

**Подоплелов Евгений Викторович**,  
к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,  
e-mail: uch\_sovet@angtu.ru

**Гагарина Мария Алексеевна**,  
студентка гр. ТМ-23, Ангарский государственный технический университет,  
e-mail: mari.gagarina.04@mail.ru

## **ЁМКОСТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ С МЕХАНИЧЕСКИМИ МЕШАЛКАМИ**

**Podoplelov E.V., Gagarina M.A.**

### **CAPACITY EQUIPMENT WITH MECHANICAL STIRRERS**

**Аннотация.** Проведен анализ эксплуатационных характеристик уплотнительных устройств, применяемых в аппаратах с механическими мешалками. В рамках исследования изучены: сальниковые и торцовые уплотнения – для аппаратов с вращающимися мешалками, а также мембранные и сильфонные – для оборудования с виброперемешивающими устройствами.

**Ключевые слова:** аппарат, мешалка, вал, шток, уплотнение.

**Abstract.** The performance characteristics of sealing devices used in apparatuses with mechanical agitators were analyzed. The study included the following types of seals: gland seals and end seals for apparatuses with rotating agitators, and diaphragm and bellows seals for equipment with vibrating agitators.

**Keywords:** apparatus, agitator, shaft, stem, seal.

Эксплуатация оборудования в химической и нефтехимической отраслях зачастую связана с воздействием агрессивных сред, вызывающих коррозию и деградацию материалов, а также негативное влияние на экосистему. Степень экологического риска определяется, в первую очередь, эффективностью герметизации технологических аппаратов. В связи с этим, особое значение приобретает проектирование и обслуживание узлов уплотнения.

В оборудовании, оснащённом вращающимися мешалками, для герметизации применяются сальниковые или торцовые уплотнения. Сальниковые уплотнения эффективны только при условии плотного прилегания набивки к валу под давлением, равным или превышающим внутреннее давление аппарата. Это требует частой ручной подтяжки, что усложняет обслуживание. Подпружиненные сальники, в которых пружина создает необходимое усилие на нажимную втулку, несколько облегчают эту задачу, увеличивая интервалы между подтяжками. Самоуплотнение сальниковой набивки обеспечивается сжатой пружиной. Однако, недостаточная жёсткость вала в зоне уплотнения вызывает неравномерный износ набивки и преждевременную разгерметизацию. Установка подшипника рядом с сальником повышает жёсткость вала, предотвращая радиальные смещения.

Торцовые уплотнения превосходят сальниковые по надёжности герметизации и не требуют регулярного обслуживания. Их принцип работы основан на взаимодействии двух жёстких колец: одно закреплено, другое вращается с валом. Эти кольца, постоянно прижатые друг к другу (за счёт пружин, сильфонов

или давления жидкости), образуют герметичную пару трения. Существуют одинарные и двойные торцовые уплотнения (с одной или двумя парами трения соответственно). Для мешалок в химической промышленности чаще всего используются двойные уплотнения, реже – одинарные. Жёсткость вала в зоне торцового уплотнения должна быть достаточной для предотвращения смещения уплотнительных колец. Поэтому перед выбором уплотнения всегда рассчитывают жёсткость вала в этом сечении. Если жёсткость недостаточна, используют уплотнение со встроенным подшипником.

Аппараты с виброперемешивающими устройствами позволяют достичь наилучшей герметизации. Для этого достаточно простой уплотнительной мембраны из стали, пластика или композитов. Однако мембранные уплотнения эффективны только при амплитуде знакопеременных перемещений штока до 3 мм.

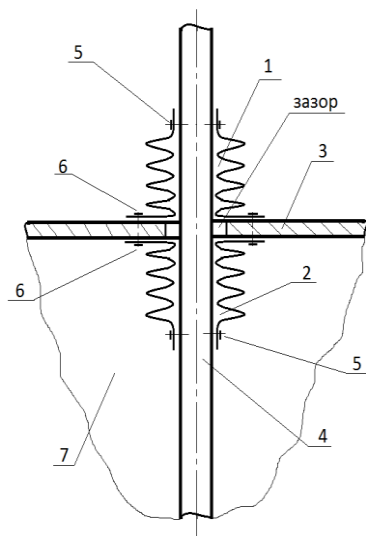


Рисунок 1 – Двойное сильфонное уплотнение: 1 – верхний сильфон; 2 – нижний сильфон; 3 – крышка сосуда; 4 – шток; 5 и 6 – крепёж сильфонов к штоку и крышке; 7 – полость уплотняемого сосуда.

формацию гофр сильфонов и способствует качественному уплотняющему эффекту. Малая жёсткость стенок сильфонов позволяет значительно снизить потери мощности в уплотнении и соответственно снизить общие затраты энергии приводного механизма.

При возвратно-поступательных перемещениях штока с большой амплитудой надёжную герметизацию обеспечивают сильфоны. В настоящее время известны конструкции сильфонов для уплотнения штоков с высокой жёсткостью стенок, что требует больших усилий на растяжение и сжатие. Это значительно повышает мощность привода. Уменьшить энергозатраты привода позволяет двойное сильфонное уплотнение, изображённое на рис. 1 [1].

Как видно из рис. 1, полости сильфонов соединены между собой через зазор между штоком и крышкой. При этом в нижний сильфон заливается определённый объём жидкости, с помощью которого, благодаря возвратно-поступательному движению штока, при сжатии сильфона вследствие сжатия воздуха повышается давление во внутренней полости уплотнения, что предотвращает деформацию гофр сильфонов и способствует качественному уплотняющему эффекту.

Малая жёсткость стенок сильфонов позволяет значительно снизить потери мощности в уплотнении и соответственно снизить общие затраты энергии приводного механизма.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Патент № 2586233 Российская Федерация, МПК F16J 3/04 (2006.01). Двойное сильфонное уплотнение : 2015106756/06 : заявл. 26.02.2015 : опубл. 10.06.2016 / Салькова А.Г., Прокопьев А.А., Подоплелов Е.В. ; заявитель АНГТУ. – 9 с.