

А.Ю. Кленичева
Брянский государственный технический университет
Брянск, Россия, klenicheva.anastasia@yandex.ru

ВЛИЯНИЕ ПОТОКА ЖИДКОСТИ ТОРЦЕВОГО УПЛОТНЕНИЯ МАГИСТРАЛЬНОГО НАСОСА НЕФТИ НА ИЗНОС ЕГО ДЕТАЛЕЙ

Аннотация

В работе рассмотрены основные причины износа деталей торцевых уплотнений для магистральных насосов. В результате проделанной работы был определен материал торцевых уплотнений, а также определены отклонения от номинала втулки с помощью индикаторной шкалы.

Ключевые слова: износ, торцевые уплотнения, поток жидкости

Введение

Для обеспечения герметичности и предотвращения протечек перекачки жидкости насосного оборудования используются торцевые уплотнения (рис. 1). В результате проведения анализа отказов торцовых уплотнений, было обнаружено, что основной причиной выхода их из строя является перегрев и недостаток смазочных средств в результате сухого хода насоса. Это приводит к перегреву соприкасающихся деталей торцевых уплотнений, поэтому отечественная и современная наука не прекращает попытки решить проблему.



а)



б)



в)

Рисунок 1 – Износ торцевого уплотнения:

а) – втулка торцевого уплотнения; б) – сектор плавающий; в) – кольцо вращающееся

Торцевое уплотнение состоит из пары трения, которая является поверхностью вращения, установленной так, что расположена перпендикулярно оси

вращающегося вала. При этом одно из колец зафиксировано и установлено либо в корпусе, либо во фланце оборудования, такое кольцо называют контркольцо. Материалами колец обычно служат специальные материалы (например, карбид кремния), которые должны обеспечить твёрдость и износостойкость. При этом они должны также обладать повышенной теплопроводностью и малым коэффициентом трения [1].

Для обеспечения заданной температуры между рабочими поверхностями в торцевых уплотнениях необходимо поддерживать тонкую плёнку жидкости, которое не приведет к образованию сухого трения. При образовании сухого трения в зазоре между ответным и упорным кольцами жидкостных торцевых уплотнений происходит их повышенный износ. При возникновении повышенной температуры рабочих поверхностей ответного и упорного кольца тонкая плёнка смазочной жидкости испаряется через зазоры в торцевом уплотнении [2]. Повышение температуры рабочих поверхностей и испарение смазочной пленки осуществляется при ее минимальной толщине в следствие которой коэффициент трения принимает значение выше теоретического из-за недостаточной смазки граней по следующей формуле:

$$f_{\text{тр}} = \frac{F_{\text{тр}}}{N}$$

Также к основной причине повышенного износа рабочих поверхностей можно отнести неравномерный нагрев [3]. При термической деформации изменяется форма поверхностей и из-за этого рабочая поверхность становится выпуклой. Это показало, что термическая деформация оказывает большее влияние, чем механическая деформация [4]. Также было показано, что деформации из-за давления в торцевых уплотнениях насосов оказывают меньшие деформации, чем деформации, вызванные нагревом.

Методы и материалы

Важным фактором повышения надежности и эффективности является выбор материалов, так как вращающееся кольцо соприкасается с корпусом торцевого уплотнения. Кольца должны обеспечивать износостойкость, теплопроводность и химическую устойчивость в заданных режимах эксплуатации. Изготовление уплотнительных колец включает в себя использование металлических, керамических и полимерных материалов. Для определения химических элементов в детали пар трения проводится спектрометрический анализ на приборе Искролайн 100 с рабочим спектральным диапазоном 167-460 нм. Принцип работы спектрометра основан на методе эмиссионного анализа, использующий зависимость интенсивности спектральных линий от содержания элемента в пробе. Для определения отклонений от номинала были проведены измерения с помощью индикаторной шкалы часового типа с ценой деления 0,01 мм на установке в виде призмы.

Результаты и обсуждения.

В результате определения химического состава установлено, что пара трения состоит из карбида кремния, а неподвижная часть торцевого уплотнения из высокохромистой стали, результаты проведенных испытаний приведены на рисунке 2.

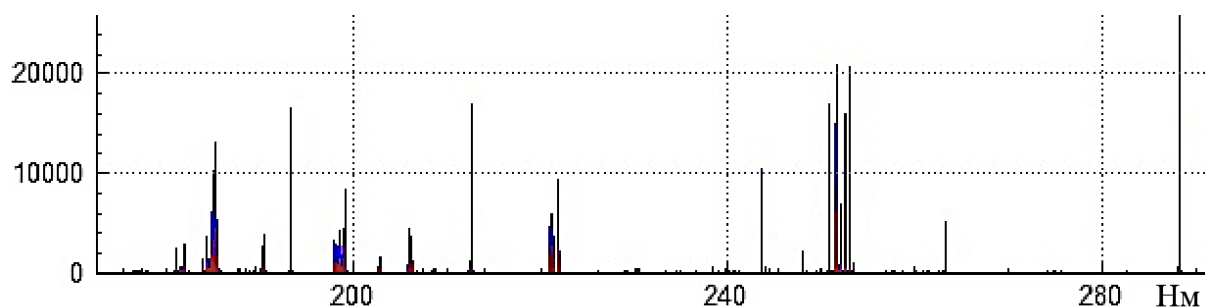


Рисунок 2 – Ближайшие сплавы по составу

При проверке отклонения от номинала (за номинал принимаем размер неизношенной втулки, предоставленный заводом изготовителем) сечений торцевого уплотнения, представленная на рисунке 3.

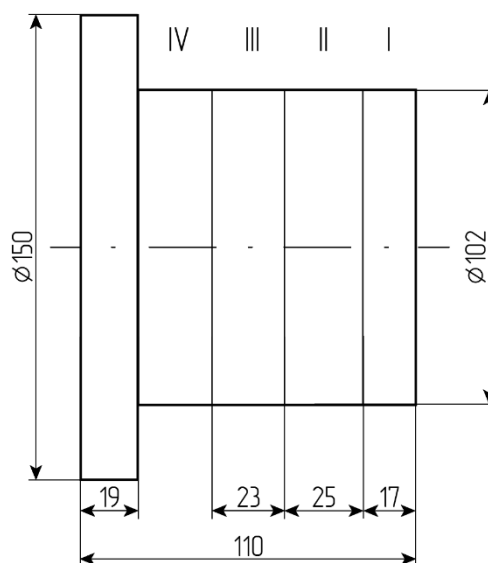
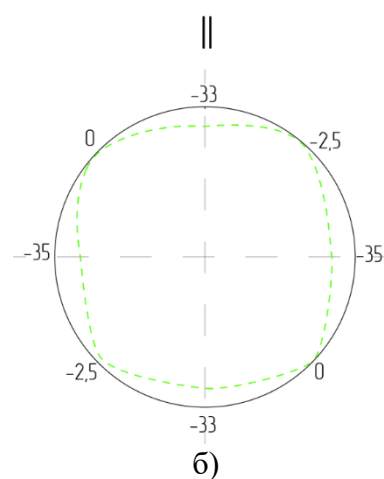
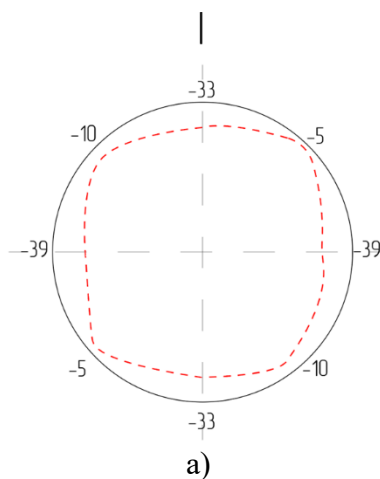


Рисунок 3 – Схема торцевого уплотнения

В ходе проведенных испытаний были получены следующие результаты: в сечение 1 (рис. 4, а) минимальное отклонение составило 0,5 мм, максимальное 0,39 мм; в сечение 2 (рис. 4, б) минимальное отклонение составило 0 мм (данная поверхность соприкасается с плавающим сектором из графита), максимальное 0,35 мм; в сечение 3 (рис. 4, в) минимальное отклонение составило 0,10 мм, максимальное 0,35 мм; в сечение 4 (рис. 4, г) минимальное отклонение составило 0,05 мм, максимальное 0,40 мм (данная поверхность соприкасается с кольцом пары трения).



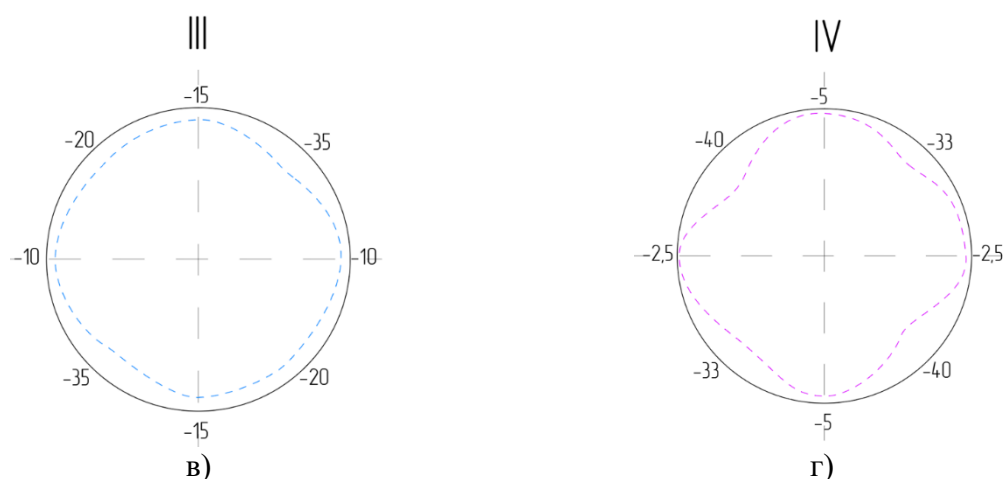


Рисунок 4 – Результаты измерений

Закключение

В ходе проведенного исследования было выявлено, что втулка торцевого уплотнения изнашивается в ходе неравномерного потока жидкости, а также из-за неровного расположения втулки на самом валу, что приводит к неравномерному износу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lebeck, AO. Principles and design of mechanical face seals. John Wiley & Sons: New York, 1991
2. Жанахутдинов С. Г., Богомолов А. В. Способы отвода тепла от поверхностей торцевых уплотнений // Наука и техника Казахстана. 2019. №4. стр.90-94
3. Pape, JG. Fundamental research on a radial face seal. // ASLE Trans 1968; 11: 302-9.
4. Li, CH. Thermal deformation in a mechanical face seal. // ASLE Trans 1976; 19(2): 146-52.

A.Y. Klenicheva
Bryansk State Technical University
Bryansk, Russia, klenicheva.anastasia@yandex.ru

THE EFFECT OF THE FLUID FLOW OF THE MECHANICAL SEAL OF THE MAIN OIL PUMP ON THE WEAR OF ITS PARTS

Abstract

The paper considers the main causes of wear of mechanical seal parts for main pumps. As a result of the work done, the material of the mechanical seals was determined, and deviations from the nominal value of the sleeve were determined using an indicator scale.

Keywords: wear, mechanical seals, fluid flow