

С.Д. Шайтор
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург, Россия, shaitorsd@mail.ru

ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОПОРНЫХ ШАЙБ РАБОЧЕГО КОЛЕСА ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА

Аннотация

В работе рассмотрено повышение износостойкости опорных шайб рабочего колеса центробежного насоса и снижение схватывания материалов опорных шайб с контртелом. В результате работы определены трибологические характеристики и износостойкость опорных шайб рабочего колеса центробежного насоса. Показано, что с повышением износостойкости используемых материалов пар трения увеличивается срок службы центробежных насосов и межремонтные промежутки, что повышает эффективность добычи нефти.

Ключевые слова: опорные шайбы, трение, износ, пара трения, схватывание.

Введение

Одним из основных инструментов нефтедобычи являются установки электрических центробежных насосов [1-2]. Основным ее элементом является электроприводной центробежный насос (ЭЦН). Более 40% отказов ЭЦН происходит вследствие износа многочисленных пар трения, из которых радиальные пары трения являются ресурсопределяющими [3-8]. Актуальность работы обусловлена необходимостью увеличения долговечности опорных шайб рабочего колеса центробежного насоса и снижения схватывания материалов опорных шайб с контртелом.

Методы и материалы

Объектом испытаний являлись опорные шайбы из материалов карбонит, сплав ВК8, нирезист, габаритные размеры которых приведены в табл. 1, а составы материалов в табл. 2. Условия и режимы лабораторных испытаний пар трения рабочего колеса центробежного насоса приведены в табл. 3. Для реализации сравнительного исследования пар трения центробежного насоса в условиях трения скольжения по круговой траектории была использована машина трения модели Б4.

Таблица 1. Габаритные размеры шайб

Наименование	Наружный диаметр D, мм	Внутренний диаметр d, мм	Толщина l, мм
Шайба, карбонит	65,7	56	2
Шайба, сплав ВК8	64	56,1	2
Шайба, нирезист	63,5	56	5*

Таблица 2. Материалы опорных шайб

Название	Материал
Карбонит	По ТУ 2256-001-58516576-2002 – слоистый листовой прессованный материал, пропитанный фенолформальдегидной смолой с добавками графита
Сплав ВК8	Двухфазный спеченный металлокерамический материал на основе карбида вольфрама на Co и Ni связках, получаемый методами порошковой металлургии

Название	Материал
Нирезист	Тип 1, ASTM A 436 – аустенитный легированный чугун

Таблица 3. Условия проведения испытаний и количество пар трения

Этап	Пары трения (верхний образец – нижний образец)	Кол- во пар	Рабочая среда	Примечание
1	Карбонит – Нирезист	3	Вода	Длительность первого этапа 1 месяц без подготовительных работ
	Карбонит – ВК8	3		
	ВК8 – ВК8	3		
2	Карбонит – Нирезист	3	Вода с механическими примесями – 50 г/л	Длительность второго этапа без учета подготовительных работ – 1,5 месяца
	Карбонит – ВК8	3		
	ВК8 – ВК8	3		

Результаты и обсуждение.

На первом этапе проводились испытания пар трения (табл. 3) в условиях смазывания чистой водой с нагружением каждой пары трения осевым усилием 85-90 кгс до наступления явления «схватывания» или сильного нагрева поверхностей. Полученные с датчиков установки данные при значениях осевой нагрузки с шагом 5 кгс пересчитывались в значения силы трения. На втором этапе проводились испытания пар трения (табл. 3) в условиях смазывания водой с абразивными частицами при частоте вращения вала 3000 об/мин. Величина осевой нагрузки составляла 25 кГс (250 Н). Время одного испытания составляло 8 часов. В качестве смазочного материала использовалась техническая вода с добавлением механических примесей: абразивных частиц состава SiC шарообразной формы размером 20-60 мкм с острыми выступами на поверхности при концентрации 50 г/л.

После проведения испытаний был замерен весовой износ испытуемых образцов и измерена шероховатость контактирующих поверхностей. На основе полученных данных для трех партий образцов определены средние значения массового износа в паре трения «ВК8-ВК8»: 1) ВК8-В $m_{cp} = 0,0067г$; 2) ВК8-Н $m_{cp} = 0,0067г$. Средние значения массового износа в паре трения «Карбонит-ВК8»: 1) Карбонит-В $m_{cp} = 0,167г$; 2) ВК8-Н $m_{cp} = 0,037г$. Средние значения массового износа в паре трения «Карбонит-Нирезист»: 1) Карбонит-В $m_{cp} = 1,42г$; 2) Нирезист-Н $m_{cp} = 0,8967г$.

Лабораторные исследования триботехнических свойств материалов пар трения рабочего колеса центробежного насоса показали, что номинальные площади контакта у всех пар трения различаются несущественно, что говорит об идентичных зависимостях контактного давления от нагрузки. Можно считать, что номинальные давления при испытаниях различных пар трения совпадают. Средняя линейная скорость движения образцов для различных пар трения идентична и приближённо равна 9,4 м/с.

Пара трения карбонит-нирезист показала наибольшие значения силы трения из всех пар, а также склонность к схватыванию как в условиях смазывания чистой водой, так и в условиях смазывания водой с абразивными частицами (рис. 1). В первом приближении можно считать, что это обусловлено шероховатостью образцов из нирезиста.

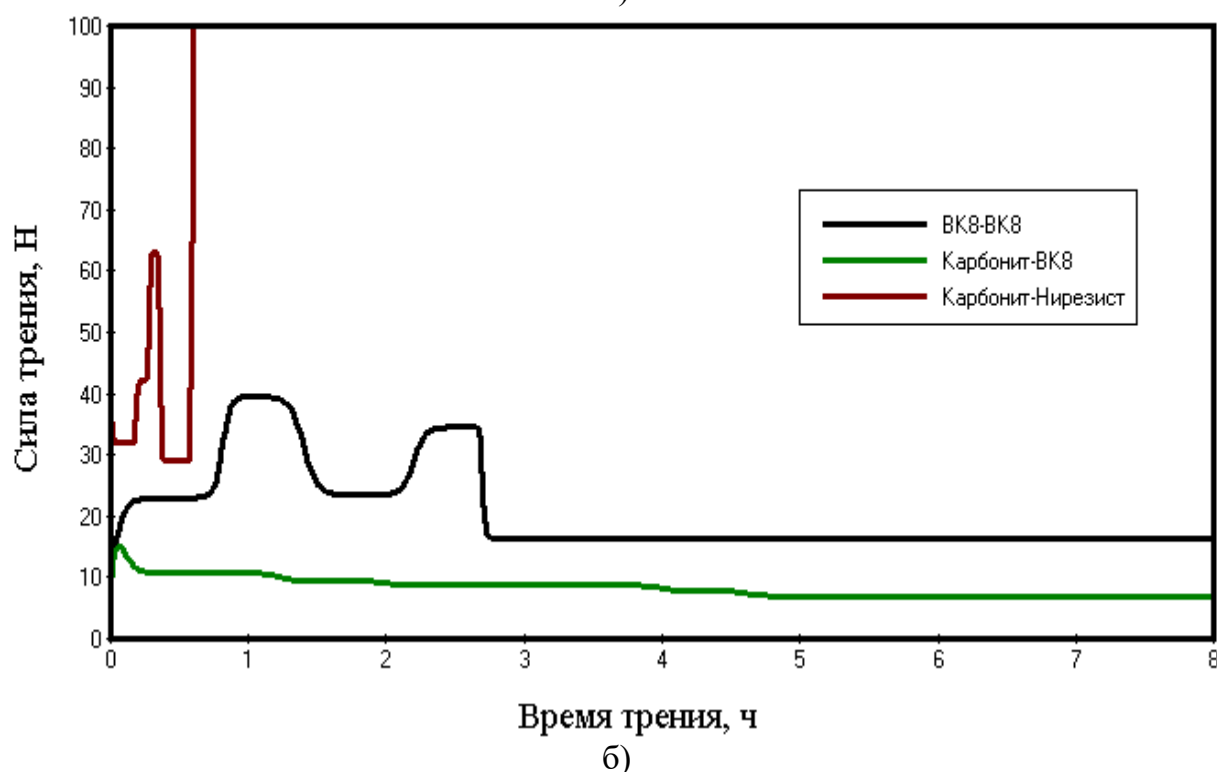
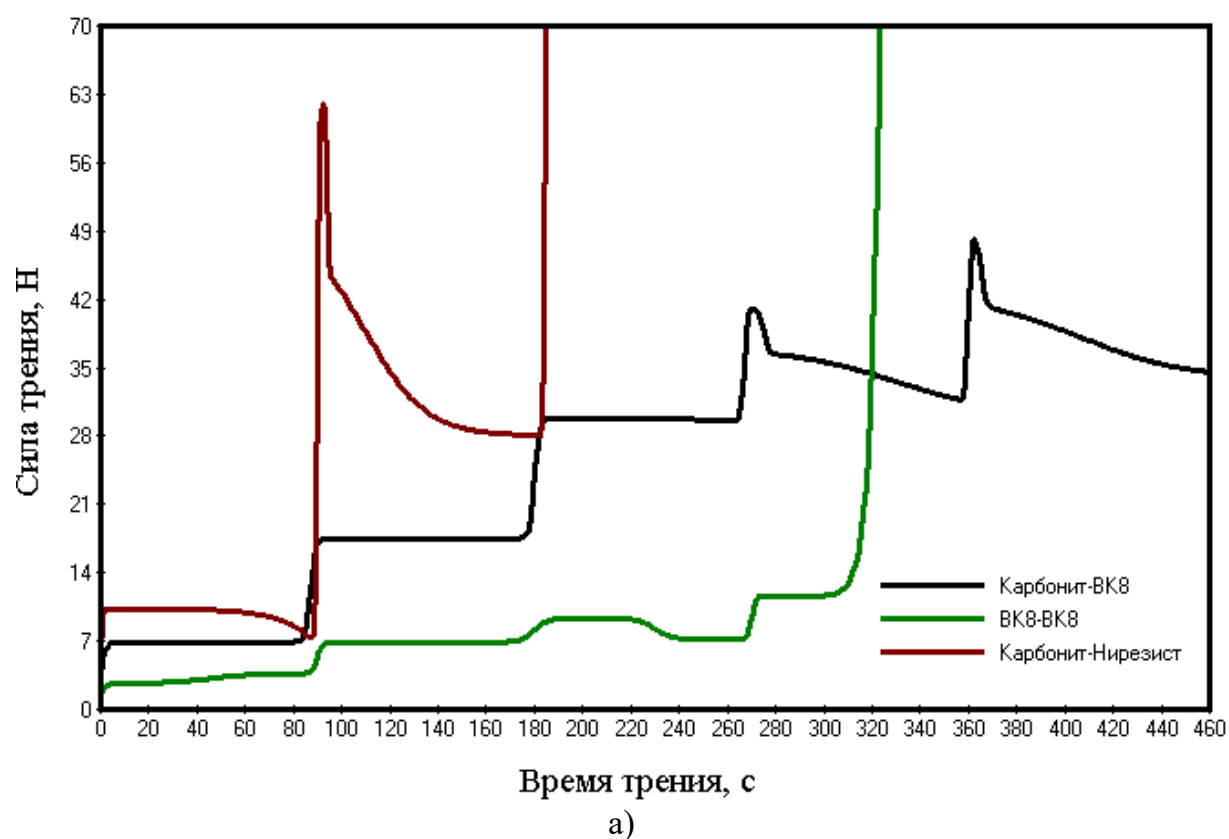


Рис.1. Сводный график зависимости силы трения от времени в условиях смазывания чистой водой (а) и водой с абразивными частицами (б) для испытуемых пар трения

В режиме длительных испытаний минимальный износ показала пара трения ВК8-ВК8, больший износ наблюдался у пары трения «Карбонит-ВК8» (рис. 1). Пара трения «Карбонит-Нирезист» показала недопустимо большой износ и схватывание в режиме трения в абразивной среде.

Заключение

В результате выполненных сравнительных исследований установлено, что с повышением износостойкости используемых материалов пар трения увеличивается срок службы центробежных насосов и межремонтные промежутки, что повышает эффективность добычи нефти.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прожега М.В. Разработка методов повышения износостойкости радиальных пар трения скольжения электрических центробежных насосов, автореферат диссертации на соискание степени кандидата наук. - 2009 - 24с.
2. Ивановский, В. Н. Установки погружных центробежных насосов для добычи нефти / В. Н. Ивановский, С. С. Пекин, А. А. Сабиров. - М: ГУП Издательство «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2002. ISBN 5-7246-0172-9 - 198с.
3. Справочник по добыче нефти / Под ред. К. Р. Уразакова. М: ООО «Недра-Бизнесцентр» - 2000. ISBN 5-8365-0048-7 - 354с.
4. Нефтепромысловое оборудование / Справочник под редакцией Е. И. Бухаленко, Недра - 1990. ISBN 5-247-01713-7 - 439с.
5. Богданов, А.А. Погружные центробежные электронасосы для добычи нефти. - М.: Недра, 1968 - 272с.
6. Муравьев, И. М. Эксплуатация погружных центробежных электронасосов в вязких жидкостях и газожидкостных смесях /И. М. Муравьев, И. Т. Мищенко. М.: Недра. - 1969. - 248 с.
7. Ляпков, П. Д. Подбор погружного центробежного электронасоса. В кн.: Справочная книга по добыче нефти /Под ред. д-ра техн. наук Ш. К. Гиматудинова - М.: Недра, 1974, с. 402 - 419.
8. Мищенко, И. Т. Струйные насосы для добычи нефти /Под ред. И. Т. Мищенко. // И. Т. Мищенко, Х. Х. Гумерский, В. П. Марьенко - М.: Нефть и газ, 1996. - 150 с.

S.D.Shaitor

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,
Saint Petersburg, Russia, shaitorsd@mail.ru

TRIBOTECHNICAL CHARACTERISTICS OF SUPPORT WASHERS OF THE IMPELLER WHEEL OF A CENTRIFUGAL PUMP

Abstract

The paper considers increasing the wear resistance of the impeller thrust washers of a centrifugal pump and reducing the adhesion of the thrust washers' materials to the counterbody. As a result of the work, the tribological characteristics and wear resistance of the impeller thrust washers of a centrifugal pump are determined. It is shown that with increasing wear resistance of the friction pair materials used, the service life of centrifugal pumps and the intervals between repairs increase, which increases the efficiency of oil production.

Keywords: thrust washers, friction, wear, friction pair, adhesion.