

УДК 622.242.6-762(042.3)(476)

ОСОБЕННОСТИ ИЗНАШИВАНИЯ ЭЛАСТОМЕРОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МАНЖЕТ БУРОВОГО НАСОСА

М.Ю. КОДНЯНКО, Н.А. ВЫСОЦКАЯ, А.А. ДУБОВСКИЙ
*Солигорский Институт проблем ресурсосбережения
с Опытным производством, Беларусь*

Исследованию причин отказов буровых насосов посвящено значительное число работ, по результатам которых произведены различные технические усовершенствования деталей гидравлической части. Согласно результатам, особенно низкой наработкой на отказ обладают клапаны и манжеты, устанавливаемые на поршни в цилиндрической группе. Высокая изнашиваемость связана с тем, что растворы имеют большие вязкость и статическое сопротивление сдвигу.

Таким образом, целью работы является исследование износостойкости материала, применяемого для изготовления манжет.

Введение. Современные буровые насосы характеризуются большой надежностью. Все основные узлы трения работают в режиме принудительной смазки, так что в большинстве случаев основному износу подвергаются детали, непосредственно контактирующие с буровым раствором.

Так, к наиболее изнашиваемым деталям насоса можно отнести манжеты, устанавливаемые на поршни. На данный момент манжеты изготавливают из резины марки ИРП-1297 ТУ 26-20-1088-88. Данная резиновая смесь обладает повышенной износостойкостью, повышенной твердостью (65-95 ShA), маслостойкостью, способна работать в среде воды и воздуха при температурах -20...+100 °С.

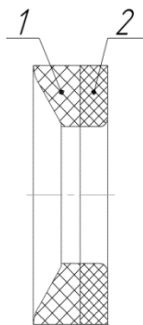


Рисунок 1. – Манжета: 1 – резина группы 1 ИРП–1293; 2 – ткань капроновая

Буровые насосы предназначены для выполнения следующих операций:

- нагнетание в скважину промывочной жидкости с целью очистки забоя от выбуренной породы и выноса ее на поверхность;
- создание гидромониторного эффекта при бурении струйными долотами;
- приведение в действие забойных гидравлических двигателей.

Так как разработки нефтяных и газовых месторождений проводятся практически во всех географических широтах, буровые насосы эксплуатируются в различных климатических условиях при температуре воздуха до $\pm 50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

На данный момент, манжеты изготавливают из смеси резиновой ИРП-1293 ТУ 26-02-1088-88. Изделия изготовленные из резины данной марки обладают повышенной износостойкостью, масло-бензостойкостью и могут эксплуатироваться при температуре $T = -20\dots+100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Твердость по Шору «А» этой резиновой смеси составляет 65...95 единиц. Манжета является деталью цилиндровой группы, изображенной на рисунке 2.

Таким образом, изнашивание манжеты при работе насоса обусловлено следующими факторами:

1. Высокая химическая активность рабочей среды. В буровом растворе могут присутствовать нефтепродукты и химические реагенты, способные изменять кислотность бурового раствора от кислого до щелочного. Это означает, что буровой раствор можно отнести к физически и химически агрессивным средам. Воздействие активных сред приводит к вымыванию из полимеров пластификаторов, стабилизаторов и других компонентов, набуханию, изменению физико-механических показателей [1].

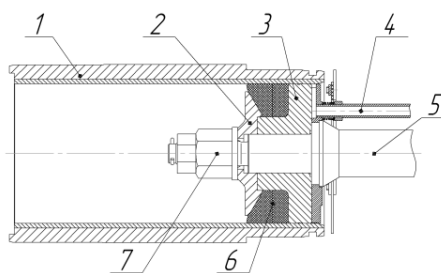


Рисунок 2. – Цилиндровая группа: 1 – втулка цилиндровая; 2 – шайба; 3 – сердечник; 4 – подвод СОЖ; 5 – шток поршня; 6 – манжета поршня; 7 – гайка крепления поршня

2. Гидроабразивное изнашивание. В буровом растворе может содержаться до 40 % твердых частиц, которые, при рассмотрении механизма изнашивания манжеты, выполняют роль абразива. При всасывании насосом бурового раствора, создается поток жидкости, в котором частицы абразива ударяются о поверхность манжеты, изнашивая ее.

3. Изнашивание в среде незакрепленного абразива. При нагнетании давления насосом поршень толкает буровой раствор. При этом частицы абразива находящиеся в растворе могут попасть в пространство между манжетой и цилиндровой втулкой, изнашивая боковые поверхности манжеты.

4. Усталостное изнашивание. Поршень во время работы совершает возвратно-поступательные движения, при этом на манжету действуют знакопеременные нагрузки, что приводит к ее усталостному изнашиванию.

5. Влияние температуры. Известно, что температура бурового раствора, поступающего на прием насоса $T = 35 \dots 60$ °С. Такая температура незначительно влияет на изнашивание манжеты. Однако при движении манжеты по цилиндровой втулке реализуется граничное трение. Температура вспышки при этом может достигать высоких значений. Она может привести к термодеструкции материала манжеты, даже несмотря на механизм охлаждения.

Эффективное повышение износостойкости резиновых изделий не может быть достигнуто без выяснения механизма износа; знание его позволяет установить зависимость износостойкости резины от ее свойств и, таким образом, прогнозировать работоспособность изделий в условиях эксплуатации, а также разрабатывать методы определения износостойкости и принципы построения рецептур резин. Износ резин происходит по различным механизмам; в настоящее время сложились представления о трех механизмах износа резин, соответствующих некоторым идеализированным предельным режимам: абразивному, усталостному и механизму износа посредством «скатывания» [1; 2; 3; 4; 5].

Абразивный износ. Этот вид износа реализуется при трении резины по шероховатым поверхностям при относительно высоком значении коэффициента трения. Характерным для абразивного износа является наличие на истертой поверхности резин параллельных полос (царапин), направление которых совпадает с направлением скольжения.

Установлено, что на мягкой резине ячейки раздира более глубокие и расположены на достаточно большом и приблизительно равном расстоянии друг от друга. С увеличением твердости резины вследствие уменьшения упругих деформаций ячейки раздира сближаются, и это сближение происходит до тех пор, пока не образуется сплошная борозда.

При трении резины по грубым твердым поверхностям без изменения направления движения часто можно наблюдать на поверхности образца образование параллельных гребней, расположенных под прямым углом к направлению движения.

Износ посредством «скатывания». При изучении особенностей истирания резины при трении по относительно гладким поверхностям удалось установить новый, специфичный для высокоэластичных материалов механизм истирания, названный износом посредством «скатывания» [3; 4]. Этот вид износа реализуется при относительно высоком значении коэффициента трения между резиной и истирающей поверхностью.

Усталостный износ. Рассмотренные выше два вида износа – абразивный и посредством «скатывания» – являются высокоинтенсивными видами износа; если они реализуются, то изделия оказываются недолговечными. В реальных узлах трения преобладает наименее интенсивный вид износа, названный усталостным износом. Это наиболее распространенный вид износа резин. Он осуществляется при относительно небольшой силе трения между резиной и истирающей поверхностью и при сравнительно невысоких контактных напряжениях на неровностях твердой шероховатой опоры. Разрушение поверхностного слоя резины в зоне контакта происходит в результате многократных деформаций. Число циклов до разрушения является функцией усталостной выносливости резины и напряженного состояния, зависящего от давления, скорости, геометрии истирающей поверхности и других факторов.

Заключение. В данной работе были рассмотрены механизмы изнашивания резиновых манжет: абразивный износ, усталостный износ и износ посредством «скатывания». Для увеличения износостойкости манжет предложено заменить резиновую смесь на полиуретан. В дальнейшем будут проведены исследования на износостойкость в водной и масляной рабочих средах эластомеров с различной твердостью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ильский, А.Л. Расчет и конструирование бурового оборудования : учеб. пособие для ВУЗов / А.Л. Ильский, Ю.В. Миронов, А.Г. Чернобыльский. - М.: Недра, 1985. - 452 с.
2. Назаров, В.Г. Моделирование процессов трения скольжения в паре поверхностно и объемно модифицированный эластомер-металл / В. Г. Назаров [и др.] // Перспективные материалы. – 2009. – № 4. – С. 85.
3. Богданович, П.Н. Трение, смазка и износ в машинах : учебник / П.Н. Богданович, В.Я. Прушак, С.П. Богданович. – Минск : Тэхналогія, 2011. – 527 с.
4. Бродский, С.Г. Деградация гидравлических насосов и моторов при абразивном износе полидисперсным загрязнителем / Г.С. Бродский // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2006 – С. 51–57.
5. Мышкин, Н.К. Трибология полимеров адгезия, трение, изнашивание и фрикционный перенос. / Н.К. Мышкин, М.И. Петроковец, А.В. Ковалев // Трение и износ. – 2006. – С. 429-443.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО НАУКЕ И ТЕХНОЛОГИЯМ
МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ОАО «НПО «ЦЕНТР
НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПАРК
ПОЛОЦКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Инновационные технологии в машиностроении

Электронный сборник материалов международной
научно-технической конференции,
посвященной 50-летию машиностроительных специальностей
и 15-летию научно-технологического парка
Полоцкого государственного университета
(Новополоцк, 21-22 апреля 2020 г.)



ИннТехМаш

Под редакцией
чл.-корр. НАН Беларуси, д-ра техн. наук, проф. В. К. Шелега;
д-ра техн. наук, проф. Н. Н. Попок

Новополоцк
Полоцкий государственный университет
2020

УДК 621(082)

Редакционная коллегия:

Н. Н. Попок (председатель), В. П. Иванов (зам. председателя),
Р. С. Хмельницкий (отв. Секретарь), А.В. Дудан, В. А. Данилов, Е.В. Бритик

Инновационные технологии в машиностроении [Электронный ресурс] : электронный сборник материалов международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию машиностроительных специальностей и 15-летию научно-технологического парка Полоцкого государственного университета, Новополоцк, 21-22 апр. 2020 г. / Полоц. гос. ун-т ; под. ред. В. К. Шелега; Н. Н. Попок. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т, 2020. – 1 опт. диск (CD-ROM).

ISBN 978-985-531-691-7.

Отражены современное состояние и направления развития технологии и оборудования механической и физико-технической обработки; рассмотрены вопросы создания современных материалов, изготовления, восстановления и упрочнения деталей машин, автоматизации производства, эксплуатации и модернизации автомобилей и других машин.

Для научных и инженерно-технических работников исследовательских, проектных и производственных организаций, а также преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов технических специальностей учреждений образования.

Прилагаются [титulyные листы презентаций докладов](#) участников конференции.

Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса. Регистрационное свидетельство № 3141815008 от 28.03.2018.

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь
тел. 8 (0214) 59-95-53, e-mail: n.popok@psu.by

№ госрегистрации 3141815008**ISBN 978-985-531-691-7**

© Полоцкий государственный университет, 2020

2 – дополнительный титульный экран – производственно-технические сведения

Для создания текстового электронного издания «Инновационный технологии в машиностроении» использованы текстовый процессор Microsoft Word и программа Adobe Acrobat XI Pro для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF.

Компьютерный дизайн *Е. А. Балабуровой*
Техническое редактирование и верстка *И. Н. Чапкевич*

Подписано к использованию 23.04.2020.
Объем издания: 10,9 Мб. Тираж 3 диска. Заказ 264.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/305 от 22.04.2014.

ЛП № 02330/278 от 08.05.2014.

211440, ул. Блохина, 29,
г. Новополоцк,
Тел. 8 (0214) 59-95-41, 59-95-44
<http://www.psu.by>