

МАНЖЕТНЫЕ УПЛОТНИТЕЛИ ПОРШНЕЙ БУРОВЫХ НАСОСОВ С ПОВЫШЕННЫМ РЕСУРСОМ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Проведено наукові дослідження, розроблено гуми та створено конструкції комбінованих манжетних ущільнювачів поршнів бурових насосів з підвищеним ресурсом роботоздатності.

CUFF SEALANTS PISTONS OF CHISEL PUMPS WITH THE RAISED RESOURCE OF WORKING CAPACITY

Are carried out scientific researches, rubbers are developed and designs combined cuff sealants of pistons of chisel pumps with the raised resource of working capacity are created.

К числу основных агрегатов современных буровых установок относятся насосы для закачки промывочной жидкости (глинистого раствора или воды) в скважину. Такие насосы используются, как правило, в полевых условиях для перекачки вязких жидкостей, содержащих химически агрессивные вещества, а также абразивные частицы, при высоком давлении нагнетания.

Надежность и долговечность буровых насосов определяется в основном ресурсом работы его гидравлического блока, наиболее ответственным узлом которого является резинометаллический поршень, уплотняющий зазор между цилиндром и штоком.

В современных буровых насосах используются разнообразные конструкции поршней с манжетными уплотнителями, отличающиеся способом крепления их к сердечнику, посадкой поршня на шток [1].

Манжетные уплотнители являются наиболее ответственными деталями поршневой группы насоса и к ним предъявляются высокие требования по: износостойкости, минимальному трению, химстойкости по отношению к перекачиваемым жидкостям и сопрягаемым деталям, сохранению прочности при рабочих температурах, невысокой стоимости, простоте изготовления. В качестве материала для манжетных уплотнителей применяется резина, прорезиненная ткань и пластмасса. Наибольшее распространение имеет резина. Срок службы цилиндропоршневой пары существенно зависит от величины зазора между буртом сердечника и цилиндром, который должен быть оптимальным, так как причиной разрушения манжет поршня является, с одной стороны, выдавливание основания манжеты в указанный зазор (при большом зазоре), а с другой – повреждение поверхностей сердечника и цилиндра (при малом зазоре).

Изучение поршней с манжетными уплотнителями, отработавших в различных условиях эксплуатации, позволило установить четыре основных вида их изнашивания [2]:

1) изнашивание боковой поверхности резиновой манжеты с равномерной потерей ее диаметральных размеров, характерное для поршней с пластмассо-

вым опорным кольцом, работающей в промывочном растворе со значительным содержанием абразива;

2) гидроабразивное эрозионное изнашивание боковой поверхности основания манжеты, сопровождающееся возникновением в ней разветвленных несквозных каналов, по которым жидкость с поверхности трения удаляется в сторону низкого давления, характерное для подвижного резинOMETаллического уплотнителя;

3) усталостно-абразивное изнашивание резины, циклически выдавливаемой в уплотняемый зазор, характерное для резинOMETаллического поршня, работающего при высоком давлении (более 10 МПа);

4) отрыв резины от сердечника поршня в результате недостаточной прочности крепления резины к металлу, вызванной ослаблением адгезии из-за набухания резины в промывочном растворе и чрезмерно высокой температуры.

При работе поршневого бурового насоса происходит изнашивание боковой поверхности резиновых манжетных уплотнителей за счет их трения в среде абразивосодержащей промывочной жидкости по поверхности цилиндра и усталостным вырывом резины в зазоре между сердечником поршня и цилиндром. Установлено, что при давлении нагнетания промывочной жидкости свыше 10 МПа основным видом изнашивания резинOMETаллических поршней является усталостно-абразивный износ резины в уплотняемом зазоре.

Основным фактором, непосредственно влияющим на износ и долговечность манжетных уплотнителей поршней, является трение. Коэффициент трения зависит от природы контактирующих материалов, конструкции манжетного уплотнителя фрикционной пары, состава промывочной жидкости (наличия в ней абразивных частиц, а также кислот, щелочей и т.д., вызывающих коррозию трущихся поверхностей), режима работы бурового насоса.

Анализ работ [3-6], посвященных исследованию условий трения цилиндропоршневой пары в уплотняемом зазоре, показал, что одновременно с величиной шероховатости трущихся поверхностей, определенное значение для получения минимального коэффициента трения имеет величина твердости резины. Установлено [1], что резины поршневой пары с низкой твердостью (до 64 ед. Шор А) и высокой твердостью (свыше 90 ед. Шор А) имеют повышенный коэффициент трения. Оптимальной является твердость в пределах от 75 до 85 ед. Шор А.

Известно также [1], что на срок службы цилиндропоршневой пары буровых насосов существенно влияет разрушение основания манжетного уплотнителя в результате его выдавливания в зазор между сердечником поршня и цилиндром. Для исключения такого вида разрушения основание манжетного уплотнителя выполняют жестким – в виде резинотканевого (пластмассового) кольца или применяют резинOMETаллическую съемную манжету. Указанные конструкции манжетных уплотнителей сложные в изготовлении и не обеспечивают надежного крепления резины к металлу, резинотканевым или пластмассовым кольцам. Ресурс работоспособности таких поршней незначителен и ограничен снижением прочности крепления между их составными частями в результате набухания резины в промывочном растворе и воздействия высоких температур.

Повышение ресурса работоспособности буровых насосов стало актуальной задачей. Проведены работы по созданию конструкций резиновых комбинированных манжетных уплотнителей с жестким основанием. Предложено манжетные уплотнители выполнять комбинированными из двух резин: основание – из резины с твердостью от 85 до 95 ед. Шор А, «усовую часть» – из резины с оптимальной твердостью от 75 до 85 ед. Шор А. Взамен серийной резины ИРП-1293-3 [7], имеющей недостаточные показатели по прочности и износостойкости, разработаны новые резины для основания и «усовой части» манжеты необходимой твердости, повышенной прочности, работоспособные в промысловых растворах в интервале температур 10÷50°С.

Резиновые смеси разработаны на основе бутадиен-нитрильного каучука новой марки. Дополнительно введены ингредиенты в оптимальном соотношении, что в комплексе позволило получить резины с физико-механическими показателями, необходимыми для повышения работоспособности манжетных уплотнителей поршней буровых насосов.

Обобщенные результаты исследований, приведенные в таблице, свидетельствуют, что резины, разработанные для основания и «усовой части» манжеты, превосходят серийную резину ИРП-1293-3 по прочности и сопротивлению истиранию.

Таблица – Физико-механические показатели резин

Наименование показателей	Серийная резина марки ИРП-1293-3 ТУ 26-02-1059-87	Резина марки 1-1106.050 ТУ У 6 00152135.05 0-97 (для «усовой части» манжеты)	Резина марки 1-1106.052 ТУ У 6 00152135.05 0-97 (для основания манжеты)
Условная прочность при растяжении, МПа	19,3	31,0	22,5
Относительное удлинение при разрыве, %	320	360	80
Относительное остаточное удлинение после разрыва, %	8	10	9
Твердость, ед. Шор А	79	79	90
Потери при истирании, мм ³	75	36	80
Ресурс работоспособности манжетного уплотнителя поршня бурового насоса, ч	100	250	250

С использованием указанных резин была разработана конструкция комбинированной манжеты (рис. 1), в которой основание выполнено из более жесткой резины по сравнению с резиной «усовой части». Одновременно, для снижения сдвиговых усилий манжет, повышения ресурса работоспособности бурового насоса, конструкция манжетного уплотнителя поршня выполнена таким обра-

зом, что радиальная деформация сжатия манжет обеспечивается в пределах от 4 до 10 %.

Разработана технология, изготовления и испытана опытная партия манжетных уплотнителей комбинированной конструкции. Испытания проводились в условиях возвратно-поступательного движения (ход 280 мм, скорость 1,8 м/с) в среде промывочного раствора давлением до 32 МПа в интервале температур $10 \div 50^\circ\text{C}$.

Для сравнения исследовались два варианта конструкции комбинированных манжет:

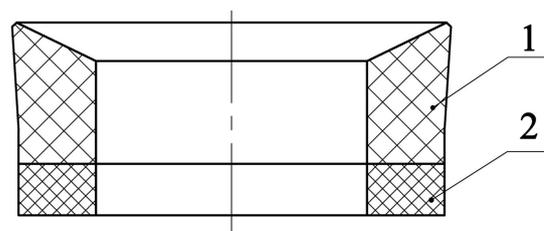
- «усовая часть» манжеты – из резины ИРП-1293-3, основание – ткань доместик типа ВМ, промазанная резиновой смесью;
- «усовая часть» манжеты из резины 1-1106.050 с твердостью 75-85 ед. Шор А, основание – из резины 1-1106.052 с твердостью 85-95 ед. Шор А.

Результаты испытаний показали, что ресурс работоспособности поршня с резиноканевым манжетным уплотнителем составляет примерно 100 ч и ограничен недостаточной прочностью и износостойкостью манжет. Кроме того, резиноканевые манжеты более трудоемки в изготовлении по сравнению с резиновыми манжетами. Ресурс работоспособности манжетных уплотнителей, изготовленных из исследуемых резин различной твердости, в 2,5 раза превышает ресурс резиноканевых манжет.

Манжетные уплотнители комбинированной конструкции, изготовленные из опытных резин с различной твердостью, прошли всесторонние промышленные испытания с положительными результатами. Это позволило решить вопрос обеспечения нефтегазовой отрасли Украины надежными буровыми насосами и исключить закупку их по импорту.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Верзилин О. И. Современные буровые насосы. – М.: Машиностроение, 1971. – 256 с.
2. Никулич А. С. Поршневые буровые насосы. – М.: Недра, 1973.
3. Гусман М.Т., Кальченко А.В., Силин А.А. Резинометаллические подшипники турбобуров. – М.: Гостоптехиздат, 1959. – 108 с.
4. Клитеник Г.С., Ратнер С.Б. Теория трения и износа. – М.: АН СССР, 1965.
5. Хрущов М.М., Бабичев М.А. Абразивное изнашивание. – М.: Наука, 1970.
6. Макаров Г.В. Уплотнительные устройства. – М.; Л.: Машиностроение, 1966.
7. ТУ 26-02-1059-87. Поршни резинометаллические для буровых насосов.



1 – резина 1-1106.050; 2 – резина 1-1106.052

Рис. 1 – Манжетный комбинированный уплотнитель сборного поршня бурового насоса