

УДК 678.4.621.694

Скоков А.И., Беспалова Л.В., Политаева Д.Л., Каплун С.В.

ГП "Украинский научно-исследовательский конструкторско-технологический институт эластомерных материалов и изделий". Украина, Днепропетровск

МАНЖЕТНЫЕ УПЛОТНИТЕЛИ ПОРШНЕЙ БУРОВЫХ НАСОСОВ С ПОВЫШЕННЫМ РЕСУРСОМ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Анотація

Проведені наукові дослідження, розроблені гуми і створена конструкція комбінованих ущільнювачів манжетів поршнів бурових насосів з підвищеним ресурсом працездатності.

Abstract

Scientific researches are conducted, rubbers are developed and the construction of cuffs a sealants of pistons of chisel pumps with the raised resource of serviceability is 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 [2] поршней с манжетными уплотнителями, отработавших в различных условиях эксплуатации, позволило установить четыре основных вида их изнашивания:

1. Изнашивание боковой поверхности резиновой манжеты с равномерной потерей ее диаметральных размеров, характерное для поршней с пластмассовым опорным кольцом, работающих 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 резинометаллического уплотнителя.

3. Усталостно-абразивное изнашивание резины, циклически выдавливаемой в уплотняемый зазор, характерное для резинометаллического 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 резинометаллических 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 резинометаллическую 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 промывочных растворах в интервале температур от плюс 10 до плюс 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 1, свидетельствуют, что резины, разработанные для основания и "усовой части" манжеты, превосходят серийную резину ИРП-1293-3 по прочности и сопротивлению истиранию.

С использованием указанных резин была разработана конструкция комбинированной манжеты, 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 образом, что радиальная деформация сжатия манжет обеспечивается в пределах от 4 до 10%.

Разработана технология, изготовлена 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 от плюс 10 до плюс 50°С.

Для сравнения исследовались два варианта конструкции комбинированных манжет: "усовая часть" манжеты — из резины ИРП-1293-3,

основание — ткань домestik 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 резинотканевым манжетным уплотнителем составляет примерно 100 ч и ограничен недостаточной прочностью и износостойкостью манжет. Кроме того, резинотканевые 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 резинотканевых 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.

Литература

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. — Л.: Машиностроение, 1966.
7. *ТУ 26-02-1059-87* Поршни резиноталлические для буровых насосов.

Таблица 1

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 00152135.050-97 (для "усовой части" манжеты)	Резина марки 1-1106.052 ТУ У 6 00152135.050-97 (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