

УДК 622.276.5.056

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГЕРМЕТИЗАЦИИ УСТЬЯ СКВАЖИН, ОБОРУДОВАННЫХ ШТАНГОВЫМИ НАСОСАМИ

Булгаков Р.Ф., Матвеев Ю.Г., Габдрахимов М.С.

*Филиал Уфимского государственного нефтяного технического
университета в г. Октябрьском, e-mail: info@of.ugntu.ru*

Аннотация. *Исследуется работа устьевого герметизатора штангового насоса. Показаны результаты лабораторных экспериментов. Дана схема самоуплотняющегося герметизатора с верхним и нижним поджатием уплотнения.*

Рассмотрены технологические мероприятия повышения срока службы устьевого герметизатора. Экспериментально выявлено влияние металлолакирующих добавок в составе смазки на параметры материала уплотнения.

Ключевые слова: *устьевой герметизатор штангового насоса, превентор, устье скважины, уплотнения, полированный шток, устьевая арматура, ведущая штанга, лабораторный стенд, самоуплотнения*

Современные экологические и экономические требования к оборудованию, работающему в нефтедобывающих производствах, обуславливают необходимость продления сроков безаварийной эксплуатации такого оборудования. Важными узлами, от которых зависит срок безаварийной работы нефтедобывающего оборудования, являются уплотнительные системы трущихся поверхностей, таких, например, как устьевые сальники промысловых насосных установок. Уплотнители за счет механического воздействия истираются, по мере износа сальниковой набивки контактное давление уменьшается, и появляются протечки.

При эксплуатации существующих устьевых сальников, необходимое контактное давление для обеспечения герметичности поддерживается путём периодической ручной подтяжки нажимной гайки. Ручной режим обслуживания, с одной стороны, увеличивает риск возможной протечки из-за несвоевременной подтяжки или преждевременного износа уплотнителя в результате ненадлежащего качества материала уплотнителя. С другой стороны, увеличивается стоимость обслуживания оборудования.

Автоматизация промышленности также диктует сокращение ручного обслуживания и увеличение надежности функционирования оборудования, особенно, производственно опасных объектов, таких как нефтегазовые скважины, из которых нефть добывается механическим способом.

В настоящее время, основным фактором, обеспечивающим уплотнение материала и полную герметизацию сальникового узла, является сила затяжки сальника (рис. 1,2).

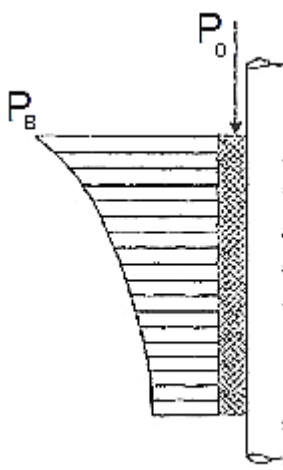


Рис. 1. Распределение радиального давления при верхнем осевом поджатии:

P_0 – осевое давление на сальниковую набивку со стороны нажимной втулки;

$P_в$ – контактное давление, оказываемое набивкой на вал

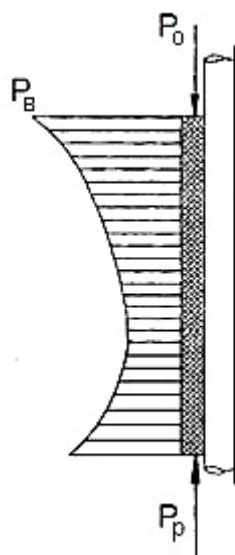


Рис. 2. Распределение радиального давления при верхнем и нижнем осевом поджатии:

P_0 – осевое давление на сальниковую набивку со стороны нажимной втулки;

$P_р$ – давление рабочей среды; $P_в$ – давление, оказываемое набивкой на вал

При верхнем и нижнем осевом поджатии происходит перераспределение радиального давления сальникового уплотнения на шток, тем самым снижается температура нагрева уплотнения и штока (рис. 3).

Контакт сальникового узла с откачиваемой жидкостью происходит через поршень 2. Самоуплотняющая функция герметизатора происходит благодаря этому поршню. При работе насосной установки откачиваемая жидкость под давлени-

ем взаимодействует с поршнем 2, который перемещается внутри корпуса сальника 3. Таким образом, чем больше давление на выходе установки, тем больше сжимается уплотнение. Диаметр поршня в месте контакта с откачиваемым флюидом больше диаметра в месте контакта с сальником, поэтому передаваемое давление флюида на сальник увеличивается в следующем соотношении:

$$P_{скв} \times S_1 = P_{плунж} \times S_2 . \quad (1)$$

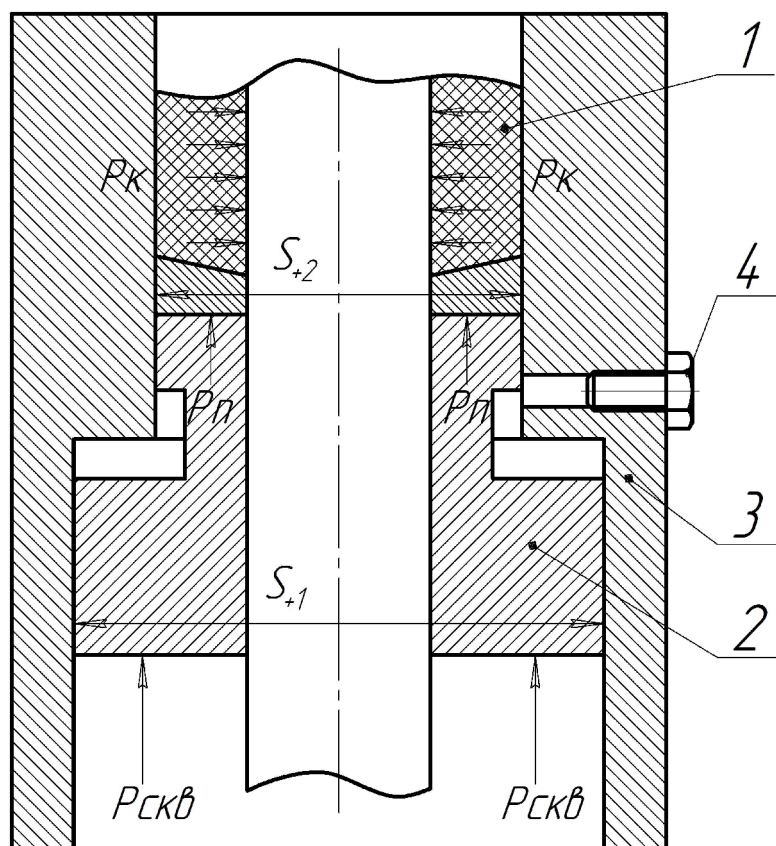


Рис. 3. Схема устьевого герметизатора с верхним и нижним осевым поджатием уплотнительных элементов:

- 1 – уплотнительный материал; 2 – плунжер дифференциальный;
3 – корпус герметизатора; 4 – винт заборный

В узлах уплотнения штоков насосов применяются давно известные и простые по конструкции мягкие сальниковые набивки. Большинство выпускаемых мягких сальниковых набивок состоит из волокнистой сплетенной основы, пропитанной смазочным материалом с добавками антифрикционных веществ (графит, тальк и др.). Материал набивки должен быть, в первую очередь, упругим, чтобы его не выдавливало в щель между штоком контактным давлением P_k , микронеровности на поверхности штока были бы как можно полнее заполнены. Такими свойствами обладают комбинированные эластомеры, композиционные материалы, резинотканевые и другие.

Контактное давление P_k в сальнике должно быть больше суммы давлений внутри скважины P_c сил упругости набивки и величины отжатия материала от штока или вала.

$$P_k > P_c + P_{упр} + P_{отжж}, \quad (2)$$

где P_c – давление скважинное; $P_{упр}$ – давление с учетом модуля упругости; $P_{отжж}$ – давление отжатия материала от штока

Лабораторные исследования показали, что для выбора материала необходимо применять современные полимерные материалы с антифрикционными наполнителями, имеющими стойкость на истирание в 5 - 8 раз выше, чем у резины. При этом замедляется процесс коррозии, так как полимерный материал, плотно обжимая шток, выдавливает из контакта жидкостную пленку и полирует его поверхность во время работы.

Усилие прижатия должно изменяться дифференцировано в зависимости от давления в скважине, что уменьшает, в конечном счете, износ материала уплотнения и штока (рис. 4).

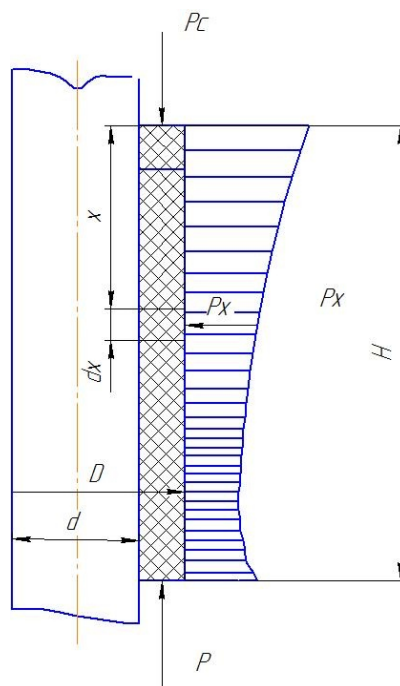


Рис. 4. Схема нагрузок:

- P_c – сила нажатия грундбуксы на уплотнение;
- P – осевая сила на противоположном торце, причем оба торца полагаем плоскими;
- P_x – сила нажатия в поперечном сечении уплотнения на расстоянии x от конечного торца грундбуксы; H – высота уплотнения

Для выбора оптимальных параметров уплотнения устьевого оборудования УНВП на кафедре НПО филиала ГОУ ВПО УГНТУ в г. Октябрьском изготовлен и разработан стенд. Схема данного стенда приводится на рис. 5.

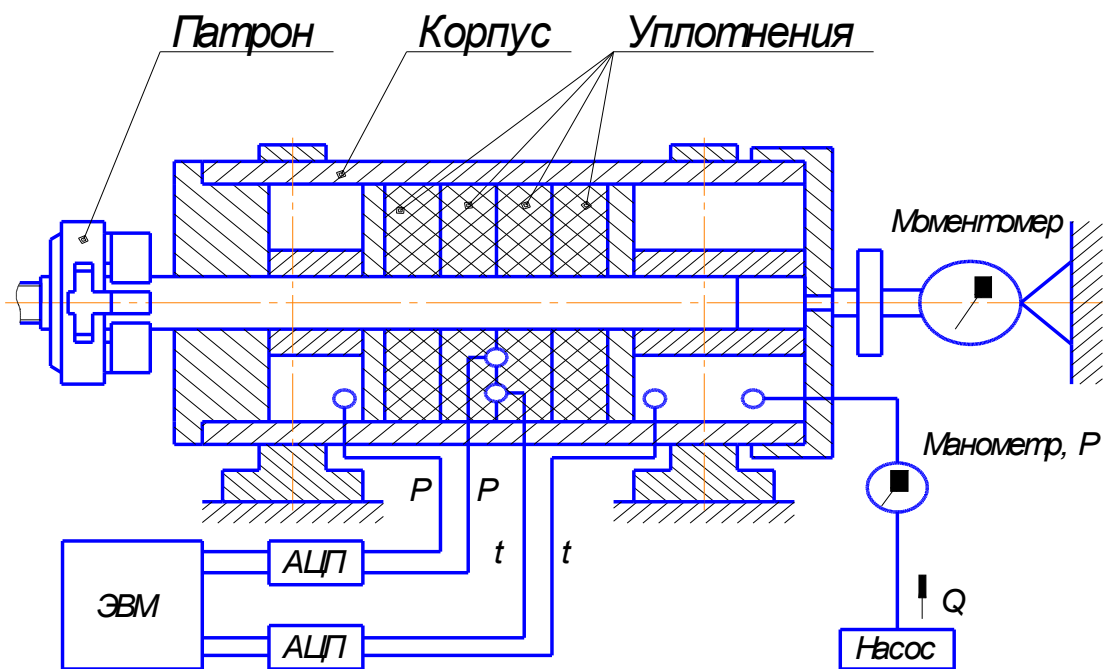


Рис. 5. Схема стенда для исследования работы уплотнения

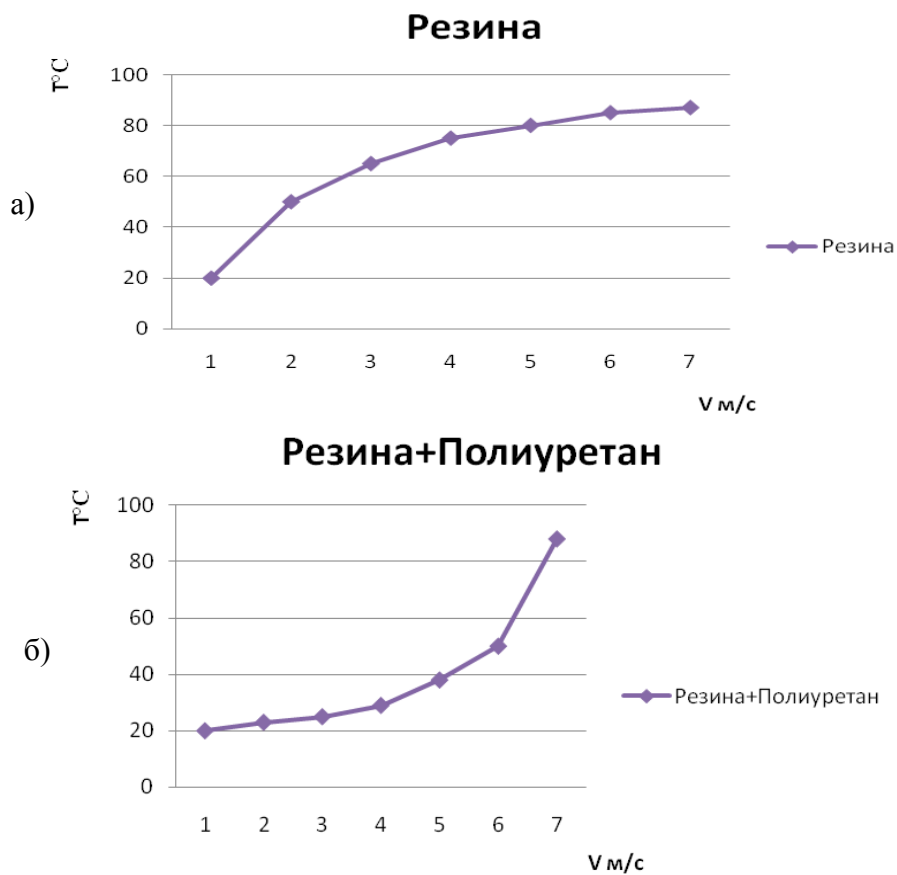


Рис. 6. Графики зависимости температуры от скорости вращения вала

Лабораторные исследования показали, что скорость нагрева резины, используемой в качестве уплотнительного материала пропорциональна возрастанию скорости перемещения штока. В случае добавки в резину полиуретана, скорость нагрева материала существенно снижается – рис. 6а, б.

На рис. 7 приведена предлагаемая нами конструкция устьевого самоуплотняющегося сальника (СУСД 73).

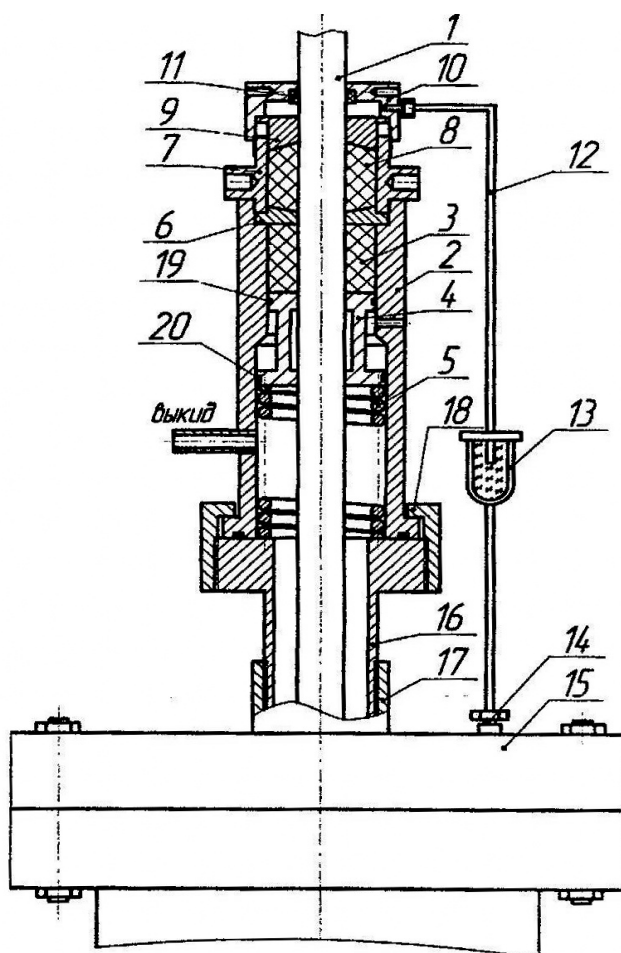


Рис. 7. Конструкция устьевого самоуплотняющегося сальника СУСД-73 (патент RU № 2339787 С2):

- 1 – полированный шток; 2 – корпус устьевого сальника;
- 3 – нижний упругий элемент; 4 – дифференциальный поршень;
- 5 – пружина; 6 – разделительная шайба; 7 – разделительная трубка;
- 8 – верхний упругий элемент; 9 – грундбукса; 10 – накидная гайка;
- 11 – уплотнительная манжета; 12 – шланг высокого давления; 13 – капельница;
- 14 – штуцер; 15 – фланец колонной головки; 16 – упорная плита; 17 – муфта;
- 18 – нажимная втулка; 19 – уплотнительное кольцо

Преимуществом предлагаемого устьевого самоуплотняющегося сальника является простота конструкции, а также полное предотвращение загрязнения окружающей среды за счет исключения прорыва в атмосферу скважинных флюидов

(газов и жидкости). Для осуществления гидравлической связи полость над сальником снабжена высоконапорным шлангом, в состав которого входит капельница, а нижний конец присоединен к штуцеру, установленному на фланце скважиной головки.

Приведенные нами исследования влияние металлоплакирующих добавок на основные характеристики материалов уплотнений устьевого герметизатора показали, что для повышения срока службы деталей сальникового уплотнения можно использовать масло марки И-20А с добавкой концентрата медьсодержащей присадки МКФ-18 в количестве 0,05...0,20 % масс.

Для каждого конкретного случая рабочая концентрация металлоплакирующей присадки должна быть тщательно подобрана. Это объясняется тем, что присадка содержит поверхностно-активные вещества, образующиеся в результате окислительно-восстановительных процессов одновалентной меди. Поверхностно-активные вещества имеют свойство пластифицировать поверхностные слои металла (эффект Ребиндера). Если количество присадки в зоне фрикционного контакта будет чрезмерным, то под действием динамических нагрузок это приведет к чрезмерному разупрочнению и активному разрушению металлической поверхности. Недостаточное содержание присадки не позволит образоваться защитной металлической пленке на поверхности металлической детали, защищающей ее от проникновения диффузионно-активного водорода.

На техническое решение сальника устьевого самоуплотняющегося двухкамерного получен патент РФ RU 2339787 С2.

Опытные образцы устьевых уплотнителей были внедрены на промышленных участках УДНГ «Гуймазанефть» на скважинах № 2331, № 2358.

Выводы:

1. В результате теоретических исследований предложены принципы проектирования самоуплотняющихся устьевых сальников. Показано, что используя скважинное давление, можно добиться герметизации устья скважины без периодических поджимов сальниковой набивки.

2. Стендовыми испытаниями установлены закономерности работы устьевого сальника и выбран материал для сальниковой набивки.

3. Установлено влияние металлоплакирующей добавки в составе смазки на работу уплотнения и работу полированного штока.

4. Разработанная и внедренная на скважинах АНК «Башнефть» конструкция самоуплотняющегося уплотнения обеспечивает надежное саморегулирование поджатия уплотнения с помощью внутрискважинного давления.

Литература

1. Шайдаков В.В. Свойства и испытания резин. М.: Химия, 2002. 235 с.
2. Пашковский И.З., Ставровский М.Е., Бардин В.А. Определение оптимальной концентрации металлоплакирующих компонентов по перераспределению водорода в системе узла трения // Прогрессивные технологии и научные исследования в сфере сервиса: межвуз. сборник науч. тр./ М., МГУС, 1999. С. 192.
3. Науширванов Р.Г. Сальниковые уплотнения подвижных соединений агрегатов с возвратно-поступательным движением: обзор. Уфа, 1993. 81 с.
4. Крагельский И.В., Михин Н.М. Узлы трения машин. М.: Машиностроение, 1984. С. 50.
5. Журков С.Н., Абасов С.А. Роль химических и межмолекулярных связей при разрыве полимеров // Высокомолекулярные соединения. 1961. Том III. № 3. С. 450.
6. Патент № 2339787 РФ. Устьевого самоуплотняющийся сальник штанговой насосной установки / Султанов Б.З., Галимуллин М.Л., Булгаков Р.Ф. Бюл. 2008. № 33. Заявл. 27.02.2008. Публ. 27.11.2008.

IMPROVED SEALING THE MOUTH OF SUCKER-ROD PUMP

R.F. Bulgakov, Yu.G. Matveev, M.S. Gabdrahimov

*Oktyabrsky Branch of Ufa State Petroleum Technological University
Oktyabrsky, Russia, e-mail: info@of.ugntu.ru*

Abstract. *The work of mouth dock sucker-rod pump is investigated in this article. The results of laboratory experiments are shown. The scheme of self-sealer with the upper and lower sealing snap-action is represented. Technological measures increases the life of the mouth sealer are considered. The influence of additions in a metal plating grease on the sealing material options identified experimentally.*

Keywords: *mouth sealer of sucker-rod pump, preventer, wellhead, compression, polished rod, mouth armoring, kelly, laboratory stand, self-sealing*

References

1. Shaidakov V.V. Svoistva i ispytaniya rezin (Properties and testing of rubber). Moscow, Khimiya, 2002. 235 p.
2. Pashkovskii I.Z., Stavrovskii M.E., Bardin V.A. Opređenje optimal'noi koncentratsii metalloplakiruyushchikh komponentov po pereraspredeleniyu vodoroda v sisteme uzla treniya (Determination of optimal concentration a metal plating components for the redistribution of hydrogen in the friction unit) in *Progressivnye tekhnologii i nauchnye issledovaniya v sfere servisa: mezhvuz. sbornik nauch. tr. (Advanced technology and research in the area of service: Interuniversity collection of scientific papers)*. Moscow, MGUS, 1999. 192 p.
3. Naushirvanov R.G. Sal'nikovye uplotneniya podviznykh soedinenii agregatov s vozvratno-postupatel'nym dvizheniem: obzor (Omental consolidations of mobile connections of units with back and forth motion. Review). Ufa, 1993. 81 p.
4. Kragel'skii I.V., Mikhin N.M. Uzly treniya mashin (Friction units of machines). Moscow, Mashinostroenie, 1984. P. 50.
5. Zhurkov S.N., Abasov S.A. Rol' khimicheskikh i mezhmolekulyarnykh svyazei pri razryve polimerov (Role of chemical and intermolecular bonds at a rupture of polymers), *Vysokomolekulyarnye soedineniya - Polymer Science*, 1961, Volume 3, Issue 3, p. 450.
6. Patent № 233987 RU. Wellhead self-packing seal of sucker-rod pump / Sultanov B.Z., Galimullin M.L., Bulgakov R.F. Appl. 27.02.2008. Publ. 27.11.2008