

УДК.621.43

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ КОНСТРУКЦИИ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ УПЛОТНИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА КОЛЬЦЕВОГО ПРЕВЕНТОРА

С. О. Киреев, М. В. Корчагина, М. Д. Артемова

Донской государственной технической университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Рассматриваются основные виды уплотнительных элементов для кольцевого превентора. Проводится конструктивное сравнение сферического и конического уплотнительных элементов. Рассмотрены основные тенденции модернизации сферических уплотнителей на основе анализа патентной документации РФ и США. Используемые в настоящее время уплотнительные элементы для сферических кольцевых превенторов не универсальны и работают в пределах ограниченной номенклатуры бурильных труб, также не позволяют полностью перекрыть устье при отсутствии в скважине бурового инструмента.

Ключевые слова: кольцевой превентор, армированные металлические вставки, сферический уплотнительный элемент, конический уплотнительный элемент, эластомерное тело.

STUDY OF DESIGN AND FUNCTIONING OF A SEALING ELEMENT OF AN ANNULAR PREVENTER

S. O. Kireev, M. V. Korhagina, M. D. Artemova

Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

The article discusses main types of sealing elements for an annular preventer. A constructive comparison of spherical and sealing elements is carried out. The main trends in the modernization of spherical seals based on the analysis of the patent documentation of the Russian Federation and the United States are considered. Currently used sealing elements for spherical annular preventers are not universal and work within limited ranges of drill pipes, and do not allow you to completely cover the mouth in the absence of drilling tools in the well.

Keywords: annular preventer, reinforced metal inserts, spherical sealing element, conical sealing element, elastomeric body.

Введение. Универсальный превентор предназначен для повышения надежности герметизации устья скважины. Его основной рабочий элемент — мощное кольцевое упругое уплотнение, которое при открытом положении превентора позволяет продвигаться колонне бурильных труб, а при закрытом положении — сжимается, вследствие чего резиновое уплотнение обжимает трубу и герметизирует кольцевое пространство между бурильной и обсадной колоннами. Эластичность резинового уплотнения позволяет закрывать превентор на трубах различного диаметра и на замках. Универсальные превенторы предназначены для обеспечения возможности проворачивать и возвратно-поступательно перемещать (расхаживать) колонну при герметизированном кольцевом зазоре.

Конструкция и функции кольцевого уплотнителя. Устройство предназначено для уплотнения пространства между внутренним диаметром колонной головки и наружным диаметром подвешенной обсадной трубы или трубчатого элемента [1]. Кольцевое уплотнение сжимается либо в результате воздействия гидравлического усилия на уплотняющий элемент, либо вследствие воздействия этого усилия на уплотнение через специальный кольцевой поршень [2].

Кольцевой уплотнитель должен обеспечивать следующие операции [3]:

- перемещение колонны длиной до 2000 м с замками или муфтами с конусными фасками под углом 18° ;

- расхаживание и проворачивание колонны;
- многократное открытие и закрытие превентора.

Уплотнители — это массивные резиновые кольца, армированные металлическими вставками, придающими жесткость и предохраняющими от развития деформаций текучести резины в процессе эксплуатации [4]. Рассматриваемые уплотнители соответствуют техническим условиям ТУ 38 105562—78 и API 16А.

В настоящее время наиболее широко применяются два типа уплотнительных элементов для универсальных превенторов — конический и сферический. Сферические уплотнители по сравнению с коническими имеют меньший износ при осевом перемещении колонны труб с замками и обеспечивают гарантированное закрытие при отсутствии колонны труб.

Конструктивные особенности конического уплотнителя:

- повышенная безопасность превентора при высоких давлениях (70 МПа и выше);
- гибкость технологических операций;
- простота обслуживания;
- встроенная в корпус камера обогрева рабочей зоны уплотнителя позволяет эксплуатировать превентор в холодное время;
- возможно изготовление в коррозионностойком исполнении к сероводороду.

Основные параметрами, определяющие эффективность работы уплотнительного элемента [5]:

- ход поршня;
- наружный диаметр уплотнения в исходной точке;
- высота уплотнителя по сечению резины в исходной точке;
- высота арматуры;
- объем уплотнителя в исходной точке;
- суммарный объем арматуры;
- объем резины;
- наименьший объем рабочей полости;
- вес резины.

В последнее время наиболее перспективными в России и за рубежом являются сферические кольцевые превенторы, например, поставляемые отечественной компанией Интера. Рассмотрим основные тенденции модернизации сферических уплотнителей на основе анализа патентной документации РФ и США.

В источнике [6] описывается кольцевой уплотнительный элемент, размещенный между крышкой и плунжером сферического кольцевого превентора. Элемент установлен в сферической полости крышки и состоит из эластичного материала, армированного жесткими вставками. Данная конструкция имеет недостаток, связанный с изнашиванием рабочих поверхностей. При осевом перемещении инструмента через закрытый уплотнительный элемент вначале изнашивается узкий поясок эластичного материала вблизи внутренней верхней кромки уплотнительного элемента. Затем, по мере изнашивания, ширина пояска возрастает, доходя в конце до полной высоты

сжатого уплотнительного элемента. Соответственно возрастает сила трения и усилие протаскивания, которое может служить показателем износа уплотнительного элемента.

В источнике [7] рассматривается уплотнитель для превентора кольцевого типа. Уплотнитель включает в себя большое количество металлических вставок, встроенных в эластомерное тело. Вставки расположены радиально на равных расстояниях друг от друга вокруг продольной оси уплотнителя. Они поддерживают эластомерное тело при радиальном сжатии, что обеспечивает герметизацию кольцевого пространства. При сжатии уплотнительного узла вокруг бурильной трубы эластомерное тело сжимается радиально в направлении продольной оси. В этом же направлении перемещаются металлические вставки. Недостаток данной конструкции в том, что в закрытом положении давление в стволе скважины может оказывать влияние на эластомерное тело, что приводит к изменению его напряженного состояния. В результате на определенных участках эластомерного тела развиваются значительные напряжения, действующие на уплотнительный узел в двух направлениях: радиально к центру и вдоль продольной оси вверх. При значительных давлениях пластовой жидкости напряжения могут привести к разрушению уплотнителя.

В патенте [8] уплотнительный элемент для превентора в качестве армирующего компонента содержит гибкие неметаллические композитные тела на общем кольцевом основании (рис. 1). Замена металлических вставок неметаллическим композитным упругим элементом улучшает параметры напряженно-деформированного состояния уплотнителя и повышает его ресурс.

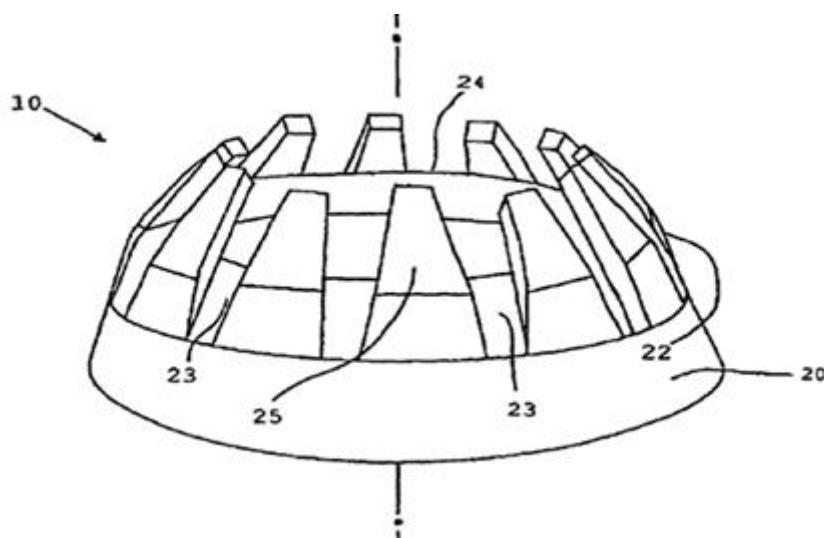


Рис. 1. Уплотнительный элемент:

- 10 — упругий армирующий элемент; 20 — гибкий неметаллический композиционный материал;
 22 — наружная поверхность; 23 — промежутки между вставками; 24 — внутренняя поверхность;
 25 — неметаллические композитные вставки

Обсуждения и выводы. Анализ рассматриваемых конструкций показал, что все уплотнительные элементы кольцевых превенторов содержат армирующие элементы, обеспечивающие их прочность при высоких давлениях. Использование таких элементов ограничивает диапазон герметизируемых размеров бурильных труб [9] с замковыми

соединениями, обсадных или насосно-компрессорных труб согласно требованиям ГОСТ 13862—90. Ограничение вызвано тем, что жесткие армирующие элементы при максимальном сжатии уплотнителя смыкаются, образуя кольцо с диаметром, соответствующим их конструкции и размерам. Кроме того, ни одна из рассматриваемых конструкций не позволяет полностью перекрыть проходное отверстие превентора в отсутствии инструмента, что не соответствует техническим требованиям к противовыбросовому оборудованию согласно ГОСТ 13862—90.

Изучение существующих конструкций кольцевых превенторов и их уплотнителей позволяет сделать вывод об актуальности разработки уплотнительного элемента для широкого диапазона диаметров герметизируемых труб, а также конструкции уплотнителя, позволяющего герметизировать устье с помощью кольцевого превентора при отсутствии инструмента в скважине.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 51365—2009 Нефтяная и газовая промышленность. Оборудование для бурения и добычи. Оборудование устья скважины и фонтанное устьевое оборудование. Общие технические требования / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. — Москва : Стандартинформ, 2011. — 58 с.
2. Корчагина, М. В. Анализ кольцевых превенторов с целью усовершенствования конструкции / М. В. Корчагина, В. И. Корчагина, В. Г. Кобаидзе // Особенности современного этапа развития естественных и технических наук : сб. тр. междунар. науч.-практ. конф. — Белгород : Агентство перспективных научных исследований, 2018. — С 103–107.
3. ГОСТ 13862—90 Оборудование противовыбросовое. Типовые схемы, основные параметры и технические требования к конструкции / Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам. — Москва : Издательство стандартов, 1990. — 22 с.
4. Абубакиров, В. Ф. Оборудование буровое, противовыбросовое и устьевое : справ. пособ / В. Ф. Абубакиров, В. Л. Архангельский, Ю. Г. Буримов [и др.]. — Москва : ИРЦ Газпром, 2007. — 731 с.
5. Бангаев, С. Ш. Разработка конструкции уплотнителя универсального превентора / С. Ш. Бангаев, М. А. Саидов, А. П. Перекрестов // Вестник Астраханского государственного технического университета. — 2009. — № 1. — С 126–128.
6. Превентор универсальный сферический : патент 2324806 Рос. Федерация : E21B 33/06 / В. И. Петрушин, А. В. Савинов. — № 2003137733/03 ; заявл. 30.12.2003 ; опубл. 20.05.2008. — 9 с.
7. Кольцевой узел уплотнения : патент 8176933 Соед. Штаты Америки : B2 11/829707 / Филип А. Нуфф. — № US008176933B2 ; заявл. 27.07.2007 ; опубл. 20.03.2008. — 14 с.
8. Превентор кольцевой с неметаллической композитной пластиной : патент 7409988 Соед. Штаты Америки : B2 10/774252 / Келли Борден, Квин Холтби. — № US007409988B2 ; заявл. 06.02.2004 ; опубл. 07.04.2005. — 7 с.

9. Модернизация соединений трубопроводов в машинах и оборудовании нефтегазовых промыслов / Х. К. Кадеров [и др.] // Вестник Донского государственного технического университета — 2017. — Т. 17, № 4. — С. 77–82 <https://doi.org/10.23947/1992-5980-2017-17-4-77-82>

Об авторах:

Киреев Сергей Олегович, заведующий кафедрой «Машины и оборудование нефтегазового комплекса» Донского государственного технического университета (344000, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), доктор технических наук, профессор, kireevso@yandex.ru

Корчагина Марина Валерьевна, доцент кафедры «Машины и оборудование нефтегазового комплекса» Донского государственного технического университета (344000, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), кандидат технических наук, доцент, ms.korchaginamv@mail.ru

Артемова Марина Дмитриевна, магистрант кафедры «Машины и оборудование нефтегазового комплекса» Донского государственного технического университета (344000, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), marina2806artemova1997@yandex.ru

Authors:

Kireev, Sergey O., head of the Department of Machinery and Equipment of Oil and Gas Complex, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344000, RF), Dr.Sci., Professor, kireevso@yandex.ru

Korchagina, Marina V., associate professor of the Department of Machinery and Equipment of Oil and Gas Complex, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344000, RF), Cand.Sci., associate professor, ms.korchaginamv@mail.ru

Artemova, Marina, D., master's degree student of the Department of Machinery and Equipment of Oil and Gas Complex, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344000, RF), marina2806artemova1997@yandex.ru