

Обзор и классификация нестандартных опорно-центрирующих элементов

Стольников Кирилл Владимирович
студент магистратуры,

кафедра «Бурение нефтяных и
газовых скважин»,

Тюменский индустриальный
университет,

РФ, г. Тюмень email:kiril07@mail.ru

Центраторы с изменяемой геометрией центрирующих элементов

В 70-е годы прошлого столетия на кафедре бурения Уфимского нефтяного института (УНИ) (ныне Уфимский государственный нефтяной технический университет (УГНТУ)) были разработаны гидравлично-механические центраторы с изменяемой геометрией центрирующих элементов (рисунок 4). Особенностью данного центратора является то, что он имеет два положения: транспортное и рабочее. В транспортном положении его диаметр равен диаметру забойного двигателя, в рабочем – диаметру скважины. Однако эти центраторы имели конструктивные недостатки центрирующие элементы вращались вместе с бурильной колонной, что приводило к их бы строму износу, а также значительно снижало

крутящий момент на долоте [1, 2].

В 2017 г. на кафедре УГНТУ была доработана конструкция центратора гидравлично-механического с вращающимися центрирующими элементами. Преимуществом данной конструкции является то, что центрирующие элементы (плашки) центратора неподвижны относительно скважины (обсадной колонны) и совершают только поступательные движения, что позволяет уменьшить износ рабочих элементов центратора и уменьшить потери крутящего момента. Эти задачи решаются путем установки подшипников

скольжения (полимерный материал с низким коэффициентом трения) между муфтой и конусом, также между полым штоком и конусом[3].

Все типы центраторов работают по принципу отжатия бурильной колонны от стенки скважины. К ним предъявляется ряд требований, основные из которых следующие: надлежащее центрирование колонны; достаточная площадь контакта со стенками скважины при бурении в любых породах, исключая механическое внедрение центрирующих элементов в стенки скважины; хорошая проходимость по стволу; высокая износостойкость, хорошая динамическая балансировка (для вращающихся центраторов), исключая биение и вибрации и др. Центробежные ОЦЭ предназначены для центрирования низа бурильной колонны и калибрования стенок скважины. Центробежные ОЦЭ состоят из корпуса с обоймой, в кольцевом пространстве между которыми крепятся рабочие органы, прижимающиеся к корпусу возвратной пружиной. Под действием центробежной силы рабочие органы выдвигаются из обоймы до соприкосновения со стенками скважины. Длина центратора должна равняться одному-двум диаметрам долота. Формирование ствола скважины может происходить только при вращении лопастного элемента (и калибраторы, и центраторы – лопастные элементы). Элементы, не участвующие в формировании ствола скважины, условно неподвижные, выступают в качестве центраторов. Центраторы для работы внутриобсадных колонн при ремонте

скважин должны быть травмобезопасными по отношению к колоннам (неармированные рабочие поверхности лопастей).

Центратор роликовый вращающийся состоит из: основного корпуса, выполненного в виде переводника с замковой резьбой; корпуса центратора, в 4-х лопастях которого размещены по 2 ролика, закрепленные на осях; 2-х подшипниковых узлов, обеспечивающих вращение центратора вокруг оси основного корпуса; заправочных пробок для смазки подшипников и 4-х сальниковых уплотнений, препятствующих попаданию вовнутрь механических примесей (рисунок 5).

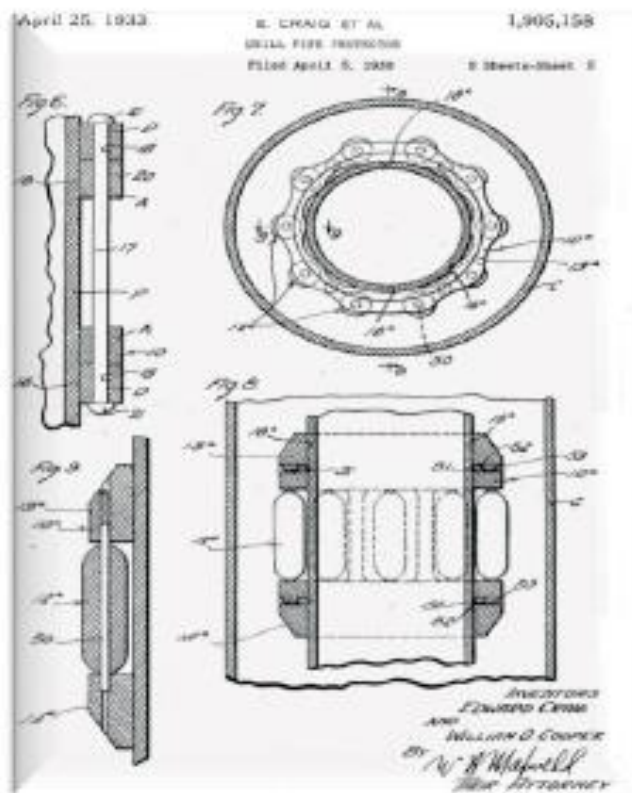
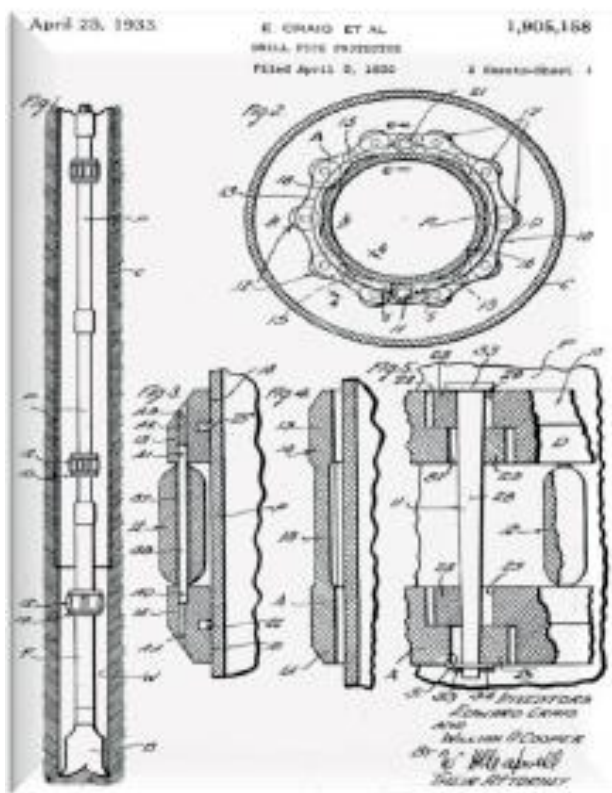


Рисунок 3. Патенты 1930-х гг. на роликовые ОЦЭ (протекторы)

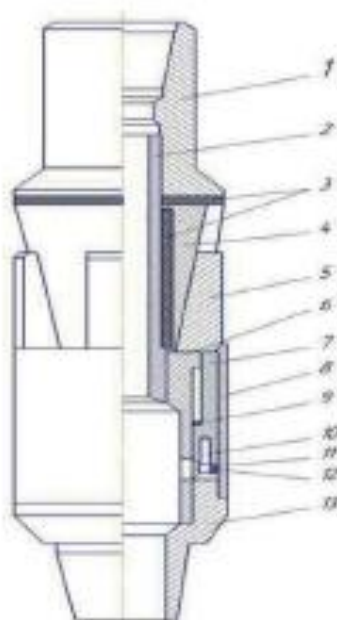


Рисунок 4. Центратор гидравлично-механический с вращающимися центрирующими элементами

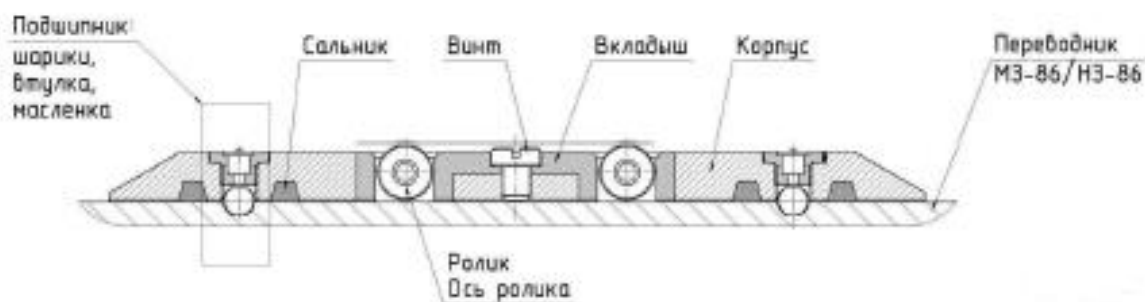


Рисунок 5. Центратор роликовый вращающийся ЦР-136

Роликовые центраторы, уменьшающие момент, являются более эффективной альтернативой не вращающимся кольцам, они в большей степени уменьшают момент, кроме того, могут поглощать большие боковые нагрузки. Требуется лишь минимальное количество переводников для достижения какого-либо стоящего преимущества. Опасения при применении этого инструмента вызывает то,

что площадь поперечного сечения несколько больше, и поэтому может представлять проблему результирующая ЭПЦ. Калибратор-центриратор наддолотный центробежный (КЦНЦ) предназначен для установки на валу забойного двигателя и состоит из корпуса, обоймы и выдвигаемых плашек. Между корпусом и обоймой в кольцевой проточке размещены плашки, которые за счет центробежной силы при вращении вала забойного двигателя выдвигаются из окон, профрезированных в обойме, контактируя со стенкой скважины.

Принцип работы КЦНЦ основан на отжати инструмента от стенки скважины с усилием, равным центробежной силе, возникающей при вращении выдвижных элементов (плашек) центратора вокруг его оси. Центробежная сила $F_{ц}$ может достигать 500—2000 Н и регулируется изменением массы и числа плашек:

$$F_{ц} = m \cdot \omega^2 \cdot R, \quad (1).$$

где ω — угловая скорость вращения; R — радиус скважины.

Выдвинутые плашки устройства при вращении снимают неровности стенки жины, калибруя ее. КЦНЦ значительно снижает интенсивность падения зенитного угла при бурении без отклонителя, в связи с чем он может быть рекомендован в качестве стабилизаторов при проводке наклонно прямолинейных участков скважины. Калибратор переменного диаметра рассмотрим на примере гидромеханического калибратора «Андергейдж», который позволяет менять жесткость компоновки путем изменения диаметра с целью корректировки зенитного угла без подъема инструмента. Может применяться как в роторных, так и управляемых компоновках с забойным двигателем для набора, спада и стабилизации зенитного угла [4]. Принцип

действия гидравлического калибратора заключается в изменении рабочих диаметров на полный и неполный, транспортное положение – это неполный диаметр. И посредством циклической смены режимов, смены циркуляций возможен переход с одного диаметра на другой. Индикация режимов работы, считываемая с манометра на пульте бурильщика, позволяет в любое время точно определить калибр инструмента. И позволяет экономить время и затраты на рейсы для смены компоновок.

В сочетании с забойным двигателем калибратор переменного диаметра позволяет осуществлять проходку прямых участков наклонно-направленных и горизонтальных стволов с вращением колонны, осуществляя поддержание заданного зенитного угла, при этом процент бурения без вращения колонны сводится к минимуму, с одновременным повышением скоростей проходки и качества очистки ствола за счет оптимизации выноса шлама [5].

В процессе проведения работ в наклонно-направленных и горизонтальных скважинах при вращении колонны бурильных труб на участках набора и падения угла и горизонтальном участке возникают переменные нагрузки, не позволяющие устанавливать необходимую контролируемую нагрузку и момент вращения на забое скважины. Один из методов, который используется для управления оборудованием на забое, это размещение центраторов роликовых вращающихся или переводников с вращающимся корпусом так, чтобы обеспечить точки опоры на проблемных углах скважины и обеспечить свободное проворачивание и продольное движение колонны бурильных труб. Проворачивание колонны стальных бурильных труб (СБТ) в центраторах роликовых вращающихся или переводников с вращающимся корпусом может позволить продлить эксплуатационный ресурс СБТ и сократить расходы на проведение дорогостоящего капитального ремонта, так как минимизируются трение бурильного замка о стенки эксплуатационной колонны и соответственно его износ.

Роликовые калибраторы

Роликовые калибраторы. Роликовые калибраторы бывают над долотные и колонные; действуют в качестве вспомогательного режущего инструмента для поддержания номинального диаметра скважины, при использовании расширителя дополнительно осуществляется проработка ствола скважины во время проведения спускоподъемных операций, в дальнейшем это позволяет осуществить спуск обсадной колонны без дополнительных проработок.

В процессе бурения с вращением роликовый калибратор снижает скручивающие и осевые нагрузки бурильной колонны. Роликовые калибраторы применяются при бурении наклонно-направленных, горизонтальных и вертикальных скважин с высокой частотой вращения инструмента с поверхности и при проведении работ по отбору керна. К преимуществам расширителя относятся:

- поддержание номинального диаметра скважины;
- уменьшение скручивающих нагрузок при бурении;

- роликовые расширители помогают расширить желоба, участки с резким искривлением ствола и уступы в стенках скважин;
- жесткая конструкция поддерживает траекторию скважины;
- стабилизация КНБК;
- конструкция с тремя и шестью точками касания.

Гидравлические ОЦЭ разрабатываются с целью усовершенствования конструкций лопастных и шарошечных калибраторов и стабилизаторов в направлении возможности регулировки рабочего диаметра выдвижного, чаще всего опорно-центрирующего устройства, такие ОЦЭ снабжены подпружиненным поршнем, размещенным внутри корпуса и образующим с ним кольцевую полость, заполняющуюся жидким агентом, а также втулкой или гайкой, ограничивающей рабочий ход поршня. При прокачивании через него промывочной жидкости поршень под действием перепада давления перемещается вниз, сжимая пружину под нагнетанием рабочего агента. Рабочие органы ОЦЭ выдвигаются на требуемую величину. После прекращения прокачивания промывочной жидкости пружина возвращает поршень, а вместе с ним и рабочие органы в исходное положение.

Профилированные бурильные трубы

Профилированные бурильные трубы -СБТ, УБТ и легкосплавные бурильные трубы (ЛБТ). Утяжеленные бурильные трубы используют для создания нагрузки на долото и поддержания бурильной колонны в растянутом состоянии, центрирования колонны и улучшения выноса шлама при очистке ствола

скважины, а также для стабилизации компоновки.

Профилированные бурильные трубы «Гидроклин» (Hydroclean) [6] от производителя VamDrilling (Vallourec Group), а также имеющиеся подобного рода типа трубы у компаний Paradigm Oilfield Services, Halliburton – высокотехнологичные трубы со специально выточенными канавками и выступами, которые являются их основной особенностью, устройства включают в компоновку бурильных труб для устранения проблем, связанных со скоплением бурового шлама, а также с чрезмерными скручивающими и осевыми нагрузками в сложных и нестандартных скважинах (рисунок 6). Опыт применения показал, что устройства целесообразно использовать на участках с большим зенитным углом ствола скважины (35-65 град) и при значительных образованиях «шламовых подушек». Угол лопастей обеспечивает оптимальное взрыхление шлама, а спиральные лопасти поднимают частицы и запускают их в зону высоких скоростей. Бурильные трубы HWDC (VamDrilling) устанавливаются на место обычных бурильных труб и позволяют снизить крутящий момент и касательные напряжения (рисунок 7).

При бурении скважин с протяженными горизонтальными участками создание нагрузки на долото требует размещения УБТ на вертикальном или наклонном участке скважины для последующей передачи веса на забой через

колонну бурильных труб, расположенных между УБТ и КНБК.

Горизонтальный участок бурильной колонны при такой компоновке будет находиться в сжатом состоянии и при определенных условиях может потерять продольную устойчивость. Потеря продольной устойчивости («баклинг») представляет собой изменение формы колонны от прямолинейной до формы волны и затем спирали.

При возникновении «баклинга» сначала резко увеличиваются силы сопротивления, а при

спиральной форме возможно полное заклинивание колонны в скважине.

Продольная устойчивость бурильной трубы зависит от ряда факторов, наиболее значимыми из которых являются геометрические характеристики, в частности момент инерции, зависящий от наружного и внутреннего диаметров. Труба с большим наружным диаметром и более толстой стенкой будет иметь больший момент инерции и продольную устойчивость.

Увеличенный наружный диаметр повышает скорость потока раствора в кольцевом пространстве и улучшает очистку скважины от шлама. Кроме того, имея увеличенный внутренний диаметр, такая труба позволяет значительно снизить гидравлические сопротивления в колонне и обеспечить эффективное бурение при меньшем давлении бурового раствора на выходе из насосов. Замковые соединения бурильных труб с твердосплавной наплавкой (рисунок 8) при их проведении будут давать снижение износа обсадной трубы, снижение коэффициента трения, т.е. продление срока эксплуатации, что позволит повысить эффективность бурения, особенно при применении программного обеспечения для обнаружения проблемных участков, в которых можно ожидать износ обсадных труб.



Рисунок 6. Бурильная труба DP (VamDrilling)



Рисунок 7. Утяжеленная бурильная труба HWDP (VamDrilling)



Рисунок 8. Утяжеленная бурильная труба модификации Max (VamDrilling)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 2151853 РФ, МПК Е 21 В 17/10. Центратор бурильного инструмента / М.Р. Мавлютов, Л.М. Левинсон, С.В. Радионова. 98120940/03. Заявлено 23.11.1998; Оpubл. 27.06.2000.
2. Левинсон Л.М., Чуктуров Г.К., Левинсон М.Л., Мухаметов Ф.Х. Технология бурения и навигация сложнопрофильных скважин. Уфа: Монография, 2016. 164 с.
3. Левинсон Л.М., Мухаметов Ф.Х. Управление искривлением наклонно-направленных скважин. Уфа: Монография, 2018.
4. Сенатов В., Котлевич И., Мелехин А., Видавский В., Шабаров А. Применение калибратора переменного диаметра НАG в бурении наклонно направленных скважин // Бурение и нефть. 2006. № 6. С. 34-37.
URL:https://elibrary.ru/download/elibrary_13121959_97647225.pdf. (дата обращения: 01.05.2019).
5. Левинсон Л.М., Агзамов Ф.А., Конесев В.Г., Мухаметов Ф.Х. Технология бурения горизонтальных скважин. Уфа: Монография, 2019. 318 с.
6. Вахрушев А.В. Новейшие инструменты Vallourec Drilling Products для бурения сложных скважин // Бурение и нефть. 2015. № 1. С. 51-56.