

Повышение надежности, долговечности и экологической безопасности сальников устьевой арматуры скважин, эксплуатируемых штанговыми глубинно-насосными установками

Выпускаемая устьевая арматура для скважин, эксплуатируемых штанговыми глубинно-насосными установками (ШГНУ), включает сальники устьевые и противовыбросовые клапаны различных конструкций (СУС2А-73-31, СУ4-73-31, СУпк2-73-31). От конструктивного совершенства сальников зависят надежность, долговечность, экологическая безопасность арматуры при эксплуатации. Проведена значительная работа по совершенствованию конструкций сальников (для изготовления уплотнительных манжет применяют износостойкие материалы, сальник устанавливают шарнирно по отношению к арматуре, в сальнике устанавливают два блока уплотнений, два или три ряда направляющих втулок и т. д.), однако, несмотря на эти усовершенствования, устьевые сальники недолговечны, что приводит к снижению производительности и загрязнению устья скважин. Для повышения долговечности уплотнений необходимо определить причины их интенсивного изнашивания путем анализа системы функциональных связей станок — качалка — канатная подвеска — полированный шток с колонной штанг — сальник — устьевая арматура и действующих в этой системе сил.

На рис. 1 изображены: положение устьевой арматуры 5 и соответствующей оси скважины $O-O$, положение оси O^1-O^1 , проходящей через точку крепления канатной подвески на головке балансира A с отклонением Z от оси скважины.

Во всех конструкциях устьевой арматуры колонна штанг центрируется по оси скважины $O-O$ посредством сальника в отклоненном от оси подвеса колонны положении O^1-O^1 . В результате возникает постоянная поперечная сила, действующая со стороны полированного штока на уплотнения сальника в направлении координаты точки подвеса по всей длине сальника, что приводит к интенсивному изнашиванию уплотнений.

Сферическое соединение сальника с арматурой обеспечивает угловое перемещение сальника по круговой координате (от 0 в плоскости шарнира до ± 50 мм в верхней его части). Поэтому сомнительна целесообразность такой конструкции, учитывая жесткость стержня полированного штока.

Примерное определение действующих сил и углового перемещения штока в уплотнении можно проиллюстрировать на примере станка-качалки СК-10 (длина хода $S = 3$ м, нормативное максимальное отклонение точки подвеса колонны штанг от оси сква-

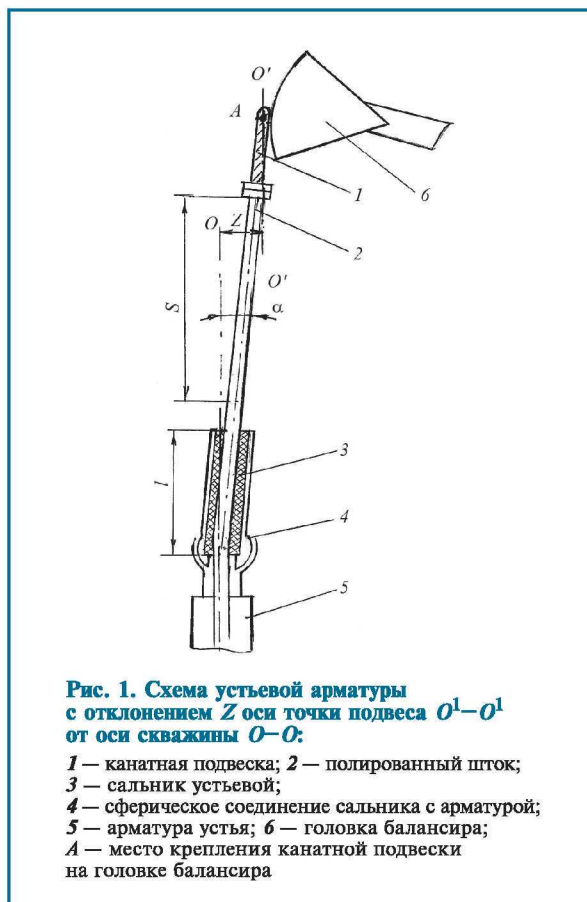


Рис. 1. Схема устьевой арматуры с отклонением Z оси точки подвеса O^1-O^1 от оси скважины $O-O$:

- 1 — канатная подвеска; 2 — полированный шток;
- 3 — сальник устьевой;
- 4 — сферическое соединение сальника с арматурой;
- 5 — арматура устья; 6 — головка балансира;
- A — место крепления канатной подвески на головке балансира

жины $Z = 20$ мм, максимальная нагрузка на головку балансира $G_B = 100\,000$ Н).

Полированный шток на участке от сферического соединения сальника до соединения с канатной подвеской можно рассматривать как стержень с закрепленным нижним концом и свободным верхним концом (рис. 2). Для этой типовой схемы применима формула:

$$f = G_{\Pi} l^3 / 3EJ = 1,2 \text{ мм}, \quad (1)$$

где f — перемещение свободного конца стержня с одним заземленным концом под действием поперечной силы; G_{Π} — поперечная сила, с которой шток «давит» на уплотнения сальника в направлении оси, прохо-

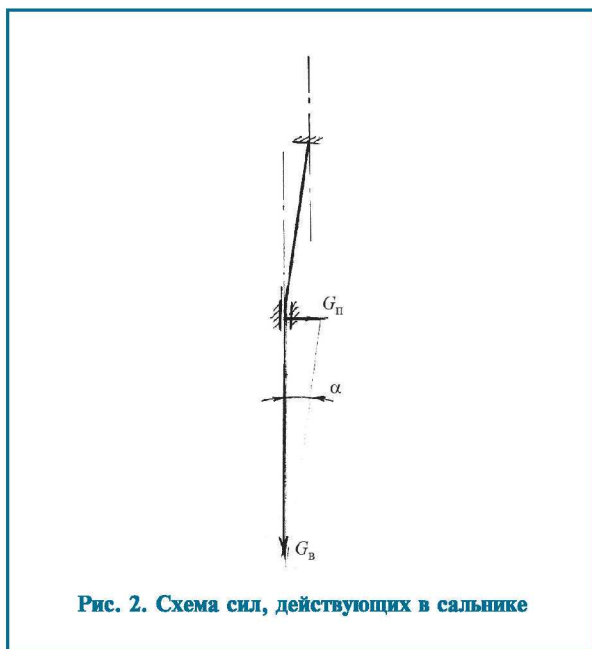


Рис. 2. Схема сил, действующих в сальнике

дящей через точку подвеса колонны штанг на головке балансира, $G_n = G_b \operatorname{tg} \alpha (1 + \varphi) \approx 1000 \text{ Н}$; $l = 0,4 \text{ м}$ — длина полированного штока от сферического шарнира до выхода из сальника; $E = 2,1 \cdot 10^{11} \text{ Н/м}^2$ — модуль упругости материала штока; $J = 0,05d^4 = 0,05 \cdot 0,031^4 = 0,000000046 \text{ м}^4$ — момент инерции сечения штока; $d = 0,033 \text{ м}$ — диаметр полированного штока; α — угол отклонения подвески от вертикали в верхнем положении головки балансира, $\operatorname{tg} \alpha = Z/S = 0,0066$; $\varphi = 0,1$ — коэффициент трения полированного штока по резине, металлу, дереву.

По формуле (1) определяется перемещение свободного конца стержня (второй конец которого заземлен) под действием поперечной силы. Это перемещение — кубическая парабола; максимальное отклонение верхнего конца при длине хода 3 м будет составлять 20 мм, отклонение от оси в сальнике — от 0 (в нижней части сальника) до 1,2 мм (в верхней части сальника).

Анализ функциональных связей элементов (см. рис. 1) показал:

- в существующих конструкциях одна из функций сальника — центрирование колонны штанг по оси скважины; при отклонении точки подвеса колонны штанг на головке балансира от оси скважины возникает постоянно действующая поперечная сила со стороны полированного штока на уплотнения;

- углового перемещения полированного штока в зоне сальника практически нет;

- сферическое соединение сальника с арматурой практически не влияет на работу сальника и не обеспечивает повышения его надежности и долговечности.

Следовательно, основной причиной интенсивного изнашивания уплотнений являются поперечные силы, действующие со стороны полированного штока, возникающие вследствие отклонения точки подвеса колонны штанг на головке балансира от оси скважины из-за неточного монтажа станка-качалки, отклонений точности изготовления и монтажа кинематических звеньев станка-качалки, влияния динамики колонны штанг, проседания грунта под фундаментом станка-качалки и других факторов.

Даже при достаточно точном центрировании станка-качалки полированный шток при работе будет аксиально перемещаться относительно оси скважины под действием динамических колебаний колонны штанг, неточности изготовления и монтажа отдельных элементов станка-качалки (головки балансира, балансира, траверсы, шатунов), вызывая износ уплотнительных манжет до 4...5 мм на сторону.

Для повышения долговечности уплотнений и, следовательно, сокращения простоев скважин разработана конструкция «самоцентрирующегося» (плавающего) сальника для устранения поперечных сил любого происхождения (рис. 3), в котором обеспечивается самоустановка сальника по оси, проходящей через точку подвеса на головке балансира.

Устьевой сальник содержит переходник 15 с трубчатым резьбовым концом для соединения с устьевой арматурой 27 и фланцем с расточкой, в которую помещена опора трубчатого манжетно-уплотнительного блока (выполненная в виде фланца 14). Опора зафиксирована в расточке верхним фланцем 12 посредством крепежных элементов 24–26 так, что минимальные зазоры между торцевыми поверхностями расточки, опоры и верхнего фланца обеспечивают возможность аксиального перемещения трубчатого манжетно-уплотнительного блока 9, 10 с центрирующими втулками 6, 7 и опорной шайбой 11, а герметичность соединения обеспечивается уплотнениями 13. Возможность ограниченного аксиального перемещения сальника со штоком (в пределах внутреннего диаметра устьевой арматуры) позволяет устранить основную причину интенсивного изнашивания и выхода из строя уплотнений сальника — поперечные силы, действующие со стороны штока на уплотнения 8.

Также в устьевом сальнике предусмотрен противовыбросовый клапан, закрепленный на нажимной муфте сальника 5 и не контактирующий с продукцией скважины. Затвор 17 (диск с уплотнением 18 и эксцентрично расположенной осью 22 с уплотнением 2 для поворота затвора) помещен в заполненную маслом камеру, образованную расточкой в корпусе 4 с уплотнением 16 и фланцем 3, соединенными крепежными элементами 23, 25, 26. Следяще-приводной механизм выполнен в виде пружины кручения 21, рычага 20 и ролика 19.

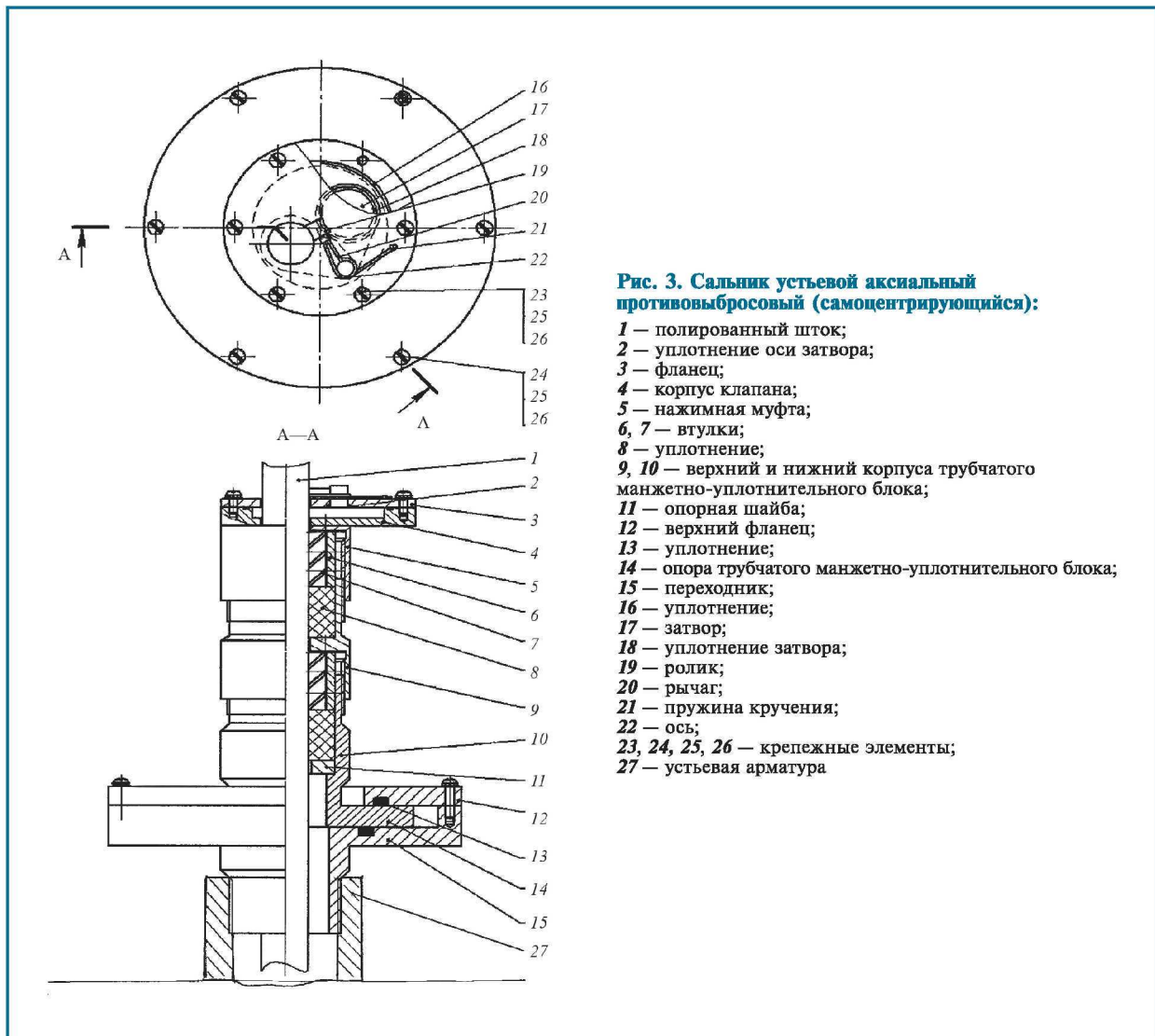


Рис. 3. Сальник устьевого аксиального противовыбросовый (самоцентрирующийся):

- 1 — полированный шток;
- 2 — уплотнение оси затвора;
- 3 — фланец;
- 4 — корпус клапана;
- 5 — нажимная муфта;
- 6, 7 — втулки;
- 8 — уплотнение;
- 9, 10 — верхний и нижний корпуса трубчатого манжетно-уплотнительного блока;
- 11 — опорная шайба;
- 12 — верхний фланец;
- 13 — уплотнение;
- 14 — опора трубчатого манжетно-уплотнительного блока;
- 15 — переходник;
- 16 — уплотнение;
- 17 — затвор;
- 18 — уплотнение затвора;
- 19 — ролик;
- 20 — рычаг;
- 21 — пружина кручения;
- 22 — ось;
- 23, 24, 25, 26 — крепежные элементы;
- 27 — устьева арматура

Один конец рычага закреплен на оси затвора, на другом — шарнирно установлен ролик, контактирующий с сальниковым штоком. Подвижный конец пружины закреплен на рычаге, а неподвижный — на крышке клапана (с возможностью регулирования натяжения пружины). Масло в камере — для смазки штока, повышения долговечности уплотнений, снижения усилия срабатывания клапана, повышения герметичности и защиты от коррозии. При работе клапана подвижный конец пружины с роликом опирается на сальниковый шток с усилием, необходимым для поворота дискового затвора. При аварийном выходе сальникового штока из арматуры подвижный конец пружины поворачивает дисковый затвор с уплотнением, перекры-

вая отверстие (независимо от величины устьевого давления).

Данная конструкция клапана свободна от недостатков других конструкций клапанов: клапан не подвержен воздействию пластовой жидкости; герметичность клапана не зависит от устьевого давления; воздействие на сальниковый шток минимально в связи с возможностью регулирования пружины кручения и контактом сальникового штока с роликом из неметаллического материала; элементы клапана находятся в камере со смазочным маслом; клапан приваривается к верхней поверхности нажимной муфты 5 устьевого сальника, возможен выпуск клапана как самостоятельного изделия для установки на устьевою арматуру действующих и вводимых в эксплуатацию скважин.