

Макаров А.А.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ МАНЖЕТНОГО ТАМПОНИРОВАНИЯ ФИЛЬТРОВОЙ КОЛОННЫ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СКВАЖИНЫ

A.A. Makarov

**A DEVICE FOR PLUGGING THE SLEEVE FILTER COLUMNS
GEOTECHNOLOGICAL WELLS**

УДК 622.245.42

В статье рассматривается устройство для манжетного тампонирувания фильтровой колонны геотехнологической скважины.

The article discusses a device for plugging the sleeve filter columns geotechnological wells.

В Казахстане ведутся широкомасштабные работы по сооружению гидрогеологических и геотехнологических скважин, служащие для поисков и добычи подземных вод и твердых полезных ископаемых. Основным способом сооружения таких скважин является вращательное бурение с промывкой глинистым раствором.

Наряду с этим постоянно увеличиваются и глубины скважин, а также количество месторождений со сложными геологическими условиями. В большинстве случаев, последние связаны с наличием в разрезе скважин пластов с аномальным пластовым давлением.

Для улучшения работы по сооружению геотехнологических скважин необходимо решить комплекс задач, которые можно представить тремя основными блоками: техническим, технологическим, организационным[5].

К организационным задачам относятся: разработка мероприятий и внедрение системы постоянного снижения затрат и повышения качества работ, создание централизованной технологической группы, улучшение социально бытовых условий, подготовка кадров.

Решения технических задач обусловлено необходимостью приобретения основных средств, в связи с расширением производства и заменой изношенного оборудования.

Решение технологических задач должно обеспечить основное снижение затрат времени на сооружение скважины и увеличение производительности, которые обеспечат выполнение запланированных объемов буровых работ меньшим количеством буровых агрегатов.

К технологическим задачам относятся: технология сооружения ствола скважины конечным диаметром, технология вскрытия рудного горизонта, технология сооружения фильтровой колонны, технология гидроизоляции обсадных колонн, технология освоения скважин.

Основной задачей, которая рассматривается в статье является технология цементирования и гидроизоляции обсадных колонн.

В настоящее время в республике наблюдается значительное увеличение гидрогеологических и геотехнологических скважин, эксплуатирующих глубоко залегающие продуктивные пласты.

Такое устройство должно полностью исключить попадание цементного раствора в при фильтровую зону скважину, обеспечить высокое качество цементирования, равномерное распределение цементного раствора за обсадной колонной и осуществить цементирования затрубного пространства при небольших затратах времени и расходе тампонажных материалов.

При тампонирувание закачкой скважины после бурения вмещающих пород и вскрытия продуктивного пласта меньшим диаметром в скважину спускается обсадная колонна 1 с фильтром 2 (рисунки 1).

Последний соединен с обсадной колонной с помощью переходника 3 и муфты 4. На верхней части фильтра закреплена хомутом 5 манжета 6, выполненная из кислотостойкой резины.

Внутренняя полость переходника 3 перекрыта экраном 7, выполненным из хрупкого материала (чугуна). В муфте 4 выполнены четыре радиальных отверстия, закрытые заглушками 8. Последние удерживаются от выпадения стяжной нитью 9. Внутри нижней части обсадной колонны 1 расположена втулка 10, закрепленная четырьмя штифтами 11, выполненными из пластмассы [14].

При спуске обсадной колонны в нее заливается расчетное количество тампонажного раствора. Затем в обсадную колонну опускается пробка 12, представляющая полый цилиндр с кольцевым выступом, внутреннее пространство, которого перекрыто перегородкой 13.

По мере спуска обсадной колонны последняя выше пробки 12 заполняется глинистым раствором, играющим роль продувочной жидкости. Таким образом, на торцы заглушек, которые удерживаются стяжной нитью, будет действовать сила, вызванная суммарным давлением столбов тампонажного и глинистого раствора и зависящая также от диаметров заглушек. Материал и диаметр стяжной нити подобран таким образом, что последняя под

действием вышеупомянутой силы разрывается. В результате заглушки выдавливаются в затрубное пространство, которое заполняется тампонажным раствором, вытесняемым из внутреннего пространства обсадной колонны. По мере выдавливания тампонажного раствора в затрубное пространство обсадная колонна заполняется новыми порциями глинистого раствора вплоть до полного заполнения упомянутой колонны. Для окончательного выдавливания тампонажного раствора в затрубное пространство, в обсадную колонну опускается колонна бурильных труб с пилотом, который взаимодействует с пробкой 12 (приложение А).

Когда пробка 12 при своем движении вниз дойдет до втулки 10, произойдет срез штифтов 11 при контакте кольцевого выступа пробки и торца втулки. Затем пробка 12 выдавит остаток тампонажного раствора, а втулка 10 перекроет радиальные каналы своей боковой поверхностью, изолируя внутреннее пространство обсадной колонны от цементируемого затрубного пространства.

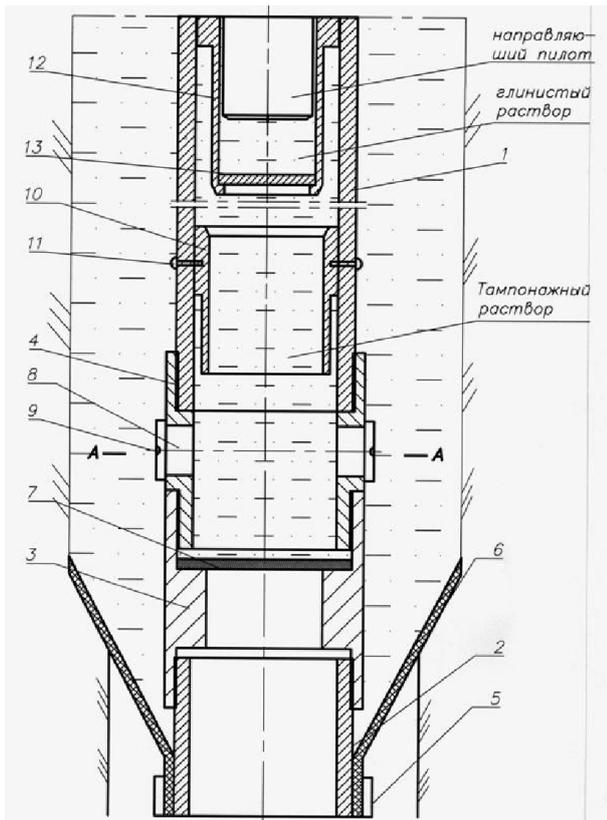


Рис. 1. Устройство для манжетного тампонирувания закатных геотехнологических скважин.

- 1 – обсадная колонна; 2 – фильтр;
 3 – переходник; 4 – муфта; 5 – хомут;
 6 – манжета; 7 – экран; 8 – заглушки; 9 – стяжная нить;
 10 – втулка; 11 – штифты; 12 – верхняя пробка;
 13 – внутренняя перегородка.

При спуске обсадной колонны с предлагаемыми устройствами трубы заполняют тампонажным раствором.

Общий объем тампонажного раствора определяется по формуле [12]:

$$W_{\text{сум}} = \frac{\pi}{4} (D_{\text{скв}}^2 - d_{\text{нар}}^2) S_0, \quad (2.1)$$

где $D_{\text{скв}}$ – диаметр скважины, м;

$d_{\text{нар}}$ – наружный диаметр обсадных труб, м;

S_0 – высота тампонажного раствора за колонной в конце тампонирувания.

Диаметр скважины, определяемый по кавернометрии приведен на рисунке 2.8.

С другой стороны этот объем до начала тампонирувания находится внутри обсадной колонны, и его можно определить по формуле:

$$W_{\text{сум}} = \frac{\pi d_{\text{вн}}^2}{4} h_0 \cdot n, \quad (2.2)$$

где $d_{\text{вн}}$ – внутренний диаметр обсадных труб, м;

h_0 – длина одной обсадной трубы, м;

n – количество обсадных труб, заполненных тампонажным раствором.

Приравняв (2.1) и (2.2) и разрешив относительно n , получим общее количество труб, которые необходимо заполнить тампонажным раствором:

$$n_0 = \frac{(D_{\text{скв}}^2 - d_{\text{нар}}^2) S_0}{h_0 d_{\text{вн}}^2} \quad (2.3)$$

Обозначив общую длину обсадной колонны через L , получим длину $L_{\text{зр}}$, заполненной продавочной жидкостью (глинистым раствором) по формуле:

$$L_{\text{зр}} = L - h_0 n_0 \quad (2.4)$$

или с учетом (2.3), уравнение (2.4) примет вид:

$$L_{\text{зр}} = L - \frac{(D_{\text{скв}}^2 - d_{\text{нар}}^2) S_0}{d_{\text{вн}}^2}.$$

Под действием глинистого и тампонажного раствора высотой $h_0 n_0$ на заглушки (позиция 8 на рисунках 2.1, 2.2) будет передоваться давление, равное:

$$P_1 = \rho_{\text{зр}} g L_{\text{зр}} + (\rho_{\text{гр}} g h_0 n_0), \quad (2.6)$$

где $\rho_{\text{зр}}, \rho_{\text{гр}}$ – соответственно плотности глинистого и тампонажного растворов;

$L_{\text{зр}}$ – длина обсадной колонны, заполненной продавочной жидкостью;

g – ускорение свободного падения.

Давление P_1 , определяемое по (2.9), будет действовать на торцы четырех заглушек изнутри обсадной колонны, удерживаемых от выпадения стяжной нитью (позиция 9 на рисунке 2.1).

Так как в затрубном пространстве до начала тампонирувания находится глинистый раствор, он будет оказывать противодействие P_2 на заглушки со стороны затрубного пространства:

$$P_2 = \rho g L \quad (2.7)$$

Таким образом, на торцы заглушек будет действовать суммарное давление $P_{\text{сум}}$, равное:

$$P_{\text{сум}} = P_1 - P_2$$

Или с учетом (2.6) и (2.7), $P_{\text{сум}}$ примет вид:

$$P_{\text{сум}} = \rho_{\text{зр}} g L_{\text{зр}} + \rho_{\text{гр}} g h_0 \cdot n_0 - \rho_{\text{зр}} g L \quad (2.8)$$

На каждую заглушку диаметром D_3 (рисунок 2.9) будут действовать силы, равные:

$$F = P_{\text{сум}} \frac{\pi D_3^2}{4} \quad (2.9)$$

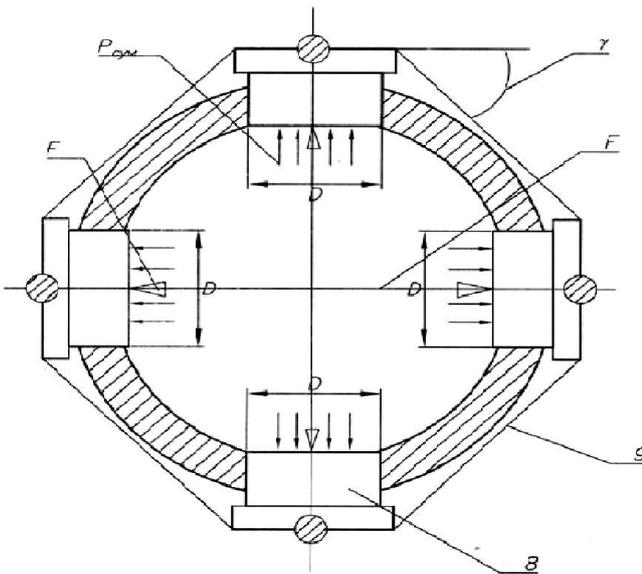


Рис. 2.9. Поперечное сечение колонны (А-А на рисунке 2.1)

Рассмотрим условие равновесия любой заглушки, обозначив усилия в стяжной нити 9 (рисунок 2.9) через T (рисунок 2.7) [16]:

$$F = 2T \cos \gamma, \quad (2.10)$$

Усилия в стяжной нити T с учетом (2.9) и (2.10) равно:

$$T = \frac{P_{\text{сум}} \pi D_3^2}{8 \cos \gamma}; \quad (2.11)$$

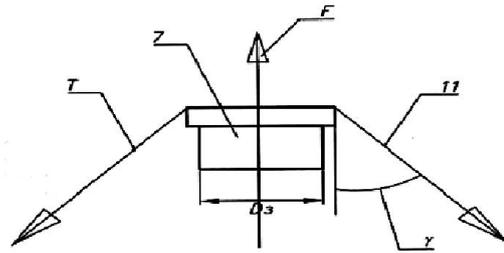


Рис. 2.10. К определению усилия T в стяжной нити

Из рисунка 2.10 следует, что в данном случае угол $\gamma = 45^\circ$.

Тогда (2.11) примет вид:

$$T = \frac{\sqrt{2} P_{\text{сум}} \pi D_3^2}{8} \quad (2.12)$$

Сила T вызывает в стяжной нити появление растягивающих напряжений σ , которые возрастают с ростом силы T до предельных (разрушающих) усилий σ_6 . Условие разрыва стяжной нити определяется по формуле:

$$T = \frac{\sqrt{2} P_{\text{сум}} \pi D_3^2}{8} = \sigma_6 \frac{\pi d_{\text{с.н.}}^2}{4} \quad (2.13)$$

где $d_{\text{с.н.}}$ – диаметр стяжной нити.

Из (2.13) можно определить диаметр стяжной нити $d_{\text{с.н.}}$, при которой происходит ее разрыв:

$$d_{\text{сн}} \geq D_3 \sqrt{\frac{P_{\text{сум}}}{\sqrt{2} \sigma_6}} \quad (2.14)$$

На рисунке 2.11 приведены графические зависимости $d_c = f(P_{\text{сум}})$, при различных D , построение по формуле (2.14).

Разрыв стяжной нити приводит к выдавливанию заглушек из радиальных каналов и началу процесса проникновения тампонажного раствора в затрубное пространство.

В результате среза штифтов втулка 5 совместно с пробкой 8 движется вниз, выдавливая остаток тампонажной смеси. Движение втулки прекращается при упоре ее нижнего торца в перегородку 4. При этом перемещении втулка 5 перекроет радиальные каналы, по которым тампонажная смесь поступала в затрубное пространство. Тем самым обеспечивается герметизация внутреннего пространства обсадной колонны.

После проверки качества затрубного тампонирувания пробка 8 и перегородка 4 разбураиваются

для обеспечения доступа в фильтровую часть скважины. Устройство исключает попадание цементного раствора в прифильтровую зону скважины, обеспечивает высокое качество тампонирующего раствора, равномерное распределение тампонажной смеси за обсадной колонной за счет того, что в нижней части обсадной колонны выполнены радиальные каналы, закрытые пробками, выполненными с возможностью освобождения указанных каналов при определенном давлении, осуществить тампонирующее затрубное пространство обсадных колонн из неметаллических материалов при небольших затратах времени и расходе тампонажных материалов.

Предложенный вариант устройства для манжетного тампонирующего фильтровой колонны геотехнологической скважины прост по конструкции и технологии процесса, обеспечивает надежную

гидроизоляцию фильтра от вышележащих пород и водоносных горизонтов.

Литература:

1. Н.М. Беляев. Сопротивление материалов. М.: Наука, 1976.
2. И.Л. Биргер, Б.Ф. Шорр, Г.Б. Иосилевич. Расчет на прочность деталей машин. М.: Машиностроение, 1979.
3. И.А. Сергиенко, А.Ф. Мосев., Э.А. Бочко. Бурение и оборудование геотехнологических скважин. М.: Недра, 1984.
4. Е.Г. Леонов, В.И. Исаев. Гидроаэромеханика в бурении. М.: Недра, 1987.
5. Н.Г. Серeda, Е.М. Соловьев. Бурение нефтяных и газовых скважин. М.: Недра, 1988.
6. П.А. Степин. Сопротивление материалов. М., «высшая школа», 1966.

Рецензент: д.т.н. Ратов Б.Т.