

Устройства для создания пульсирующего течения промывочной жидкости

Считают, что при бурении скважин движение течения промывочной жидкости равномерно. Однако применение пульсирующей промывки, согласно экспериментальным и практическим исследованиям, показало положительное влияние на улучшение эффективности процесса промывки скважин.

Обычно создание пульсаций промывочной жидкости происходит с помощью специального оборудования, установленного над долотом, для получения пульсирующего течения непосредственно на забое скважины.

Существует конструкция гидродинамического пульсатора с тангенциальной подачей потока жидкости. Устройство позволяет создавать пульсирующий поток промывочной жидкости благодаря гидродинамическим частотно-пульсационным импульсам, созданным в кавитационной камере. Жидкость попадает в камеру через сопло под большой скоростью. В нем формируются импульсы давления большой частоты. Промывочная жидкость после устройства освобождена от пузырьков и попадает в породоразрушающий инструмент.

Однако это устройство не обеспечивает достаточной эффективности бурения скважин, что является следствием ряда недостатков, характерных для него, а именно:

- устройство создает только высокие частотные колебания, которые не распространяются на большое расстояние по кольцевому пространству скважины и не способствуют предотвращению образования застойных зон из накопленного шлама, особенно для горизонтальных или наклонных участков скважин;

- для создания частотно-пульсационных импульсов в кавитационной камере вследствие разрыва сплошности потока промывочной жидкости необходимы скорости ее движения в пределах (70-100 м/с), что может быть обеспечено только при большом расходе жидкости, что увеличивает гидродинамическую составляющую общего давления;

- защитный экран в устройстве защищает от кавитационного разрушения только центральный канал долота, тогда как его промывочные каналы такой защиты не имеют, что в целом приводит к преждевременному выходу из строя и уменьшению срока годности долота.

В работе [1] описан скважинный пульсатор для промывки забоя скважины. Отмечено, что использование скважинного пульсатора позволяет уменьшить расход энергии для эффективной очистки забоя скважины на 15-25 %. Принцип работы и описание конструкции приведены в работе [1].

В исследовании [2] описан генератор импульсного потока, прошедший промышленные испытания на трех скважинах разной глубины в Китае.

Проводили исследование влияния расхода жидкости на частоту и амплитуду импульсного потока. Указано, что импульсное течение с меньшей частотой и большей амплитудой позволяет увеличить скорость проходки и улучшить эффективность очистки забоя скважины.

Это устройство также имеет определенные недостатки, которые в комплексе не решают задачи повышения эффективности бурения скважин. Во-первых, угловая скорость вращения турбины как технического устройства пропорционально уменьшается приложенному крутящему моменту, то есть нарушается стабильность процесса вращения. Кроме того, на скорость вращения влияет величина расхода промывочной жидкости и ее параметры, прежде ее плотность. Во-вторых, по технической характеристике указанного устройства частота импульсов в два раза превышает скорость вращения турбины, т.е. работы. В третьих, по конструктивной сути устройства возникают риски остановки вращения турбины в положении полного перекрытия проходных отверстий статической пластины для потока промывочной жидкости. В-четвертых, устройство не предназначено функционально для распространения импульсов давления по кольцевому пространству скважины.

Во время бурения на месторождениях Китая хорошо себя зарекомендовало гидравлически-импульсное кавитационное устройство [9]. Оно сочетает преимущества пульсирующего и кавитационного потока промывочной жидкости. Промывочная жидкость, проходя через устройство, образует пульсирующий поток с помощью крыльчатки и кавитационного потока в саморезонансной камере. Применение данного устройства позволило улучшить эффективность очистки скважин и увеличить скорость проходки до 104,4%. Максимальное время работы устройства 520 часов, максимальная глубина применения 6162 м, максимальная плотность бурового раствора 1930 кг/м³. Принцип действия, конструкция, лабораторные и промышленные данные представлены в работе [3].

Использование этого устройства для решения задач повышения эффективности бурения скважин нельзя считать эффективным из-за того, что оно предназначено только для усиления процесса разрушения горной породы, поскольку образованный в большом количестве шлам может накапливаться в кольцевом пространстве, оседать и создавать дополнительные проблемы для очистки и промывки скважины. Это происходит вследствие того, что проходной канал для направления потока промывочной жидкости на крыльчатку имеет небольшую площадь поперечного сечения, из-за чего поток жидкости движется с большой линейной скоростью и соответственно крыльчатка вращается с большой угловой скоростью. Это обеспечивает только высокочастотные колебания давления с низкой амплитудой и поэтому такие пульсации быстро угасают в зоне забоя, не распространяясь по кольцевому пространству скважины, что особенно важно для горизонтального бурения.

Следовательно, все указанные устройства ускоряют механическую скорость бурения, вследствие чего образуется большее количество шлама за единицу времени, которое при выбранном расходе бурового раствора не сможет эффективно удаляться из кольцевого пространства скважины, особенно с увеличением угла наклона ее продольной оси вплоть до горизонтального положения, что может привести до образования застойных зон и осложнений в процессе бурения.

Список использованных источников

1 Пат. 2162509 Российская Федерация, МПК E21B28/00, E21B43/25. Гидравлический скважинный пульсатор : № 99100485/03 : заявл. 05.01.1999 : опубл. 27.01.2001 / Кочнев А. М. ; патентообладатель Кочнев Анатолий Михайлович. - Текст : непосредственный.

2 Development and field application of a pulse-jet hydraulic impactor / W. Li et al. - Direct text // Natural Gas Industry B. 2018. Vol. 5, no. 6. P. 558-564. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ngib.2018.11.003>.

3 A Novel Tool To Improve the Rate of Penetration--Hydraulic-Pulsed Cavitating-Jet Generator / J. Fu et al. - Direct text // SPE Drilling & Completion. 2012. Vol. 27, no. 03. P. 355-362. URL: <https://doi.org/10.2118/162726-pa>.