

Литература

1. Сароян А.Е., Теория и практика работы бурильной колонны. – М.: Недра, 1990.-263с.: ил.
2. Борисов К.И.; Методические основы расчета колонны бурильных труб: учебное пособие / К.И. Борисов, В.И. Рязанов; Томский политехнический университет. – 3-е изд. – Томск: Изд-ва Томского политехнического университета, 2013 – 76 с.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ЗАДЕРЖИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ШАРОСТРУЙНОГО БУРЕНИЯ СКВАЖИН С ПРИМЕНЕНИЕМ УЛАВЛИВАЮЩЕ-ПОДПИТЫВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

В. В. Урниш, А. В. Ковалев, М. В. Горбенко, Л. А. Саруев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На кафедре бурения скважин Томского политехнического университета активно ведется поиск способов повышения эффективности процесса шароструйного бурения, основанного на использовании энергии высокоскоростных шаров, непрерывно циркулирующих в призабойной зоне. Шары приводятся в действие специальным жидкостным инжекторным аппаратом [1]. Шароструйно-эжекторный буровой снаряд является ключевым звеном в технологической схеме шароструйного бурения [2].

На данный момент исследованы основные технологические и технические параметры и зависимости, а также разработана оптимальная конструкция шароструйно-эжекторного бурового снаряда с коническим задерживающим устройством, которое позволяет снять ограничения на расход промывочной жидкости, и направляет шары в камеру всасывания [3–5].

Эффективность использования конического задерживающего устройства (ЗУ) доказана экспериментально [6]. Так, например, было проведено бурение керамической плитки струйным аппаратом без ЗУ, с ЗУ цилиндрической и с ЗУ конусной формы. Анализ результатов показал, что наибольшая эффективность разрушения наблюдается при использовании задерживающего устройства конусной формы (в частности, прирост объема скважины по сравнению с компоновкой бурового снаряда без ЗУ составляет 16,4 %).

Одним из достоинств шароструйного бурения является высокая проходка на а долото в виду отсутствия его непосредственного механического контакта с забоем скважины. Однако износ шаров неизбежен. А так как они являются породоразрушающими элементами, это будет отражаться на эффективности процесса бурения.

В связи с проблемой износа шаров, выявленной в ходе исследований американских и казахских ученых [2,7], и вытекающей отсюда необходимостью замены изношенных шаров новыми, в работе [8] впервые была рассмотрена концепция улавливающего-подпитывающего устройства (УПУ) (рисунок 1), которое включает в себя забойный шаропитатель (ШП) [9] и шароуловитель (ШУ).

Технологический процесс подпитки включает следующие операции. На забой засыпается первая партия шаров, спускается буровой снаряд 1, включается промывка и начинается процесс бурения. В это время вторая партия шаров находится в специальном отсеке шаропитателя 3. В процессе бурения производится непрерывное наблюдение за основными технологическими параметрами (механическая скорость и т.д.). Значительное падение скорости проходки (при бурении в одних и тех же породах) означает, что шары на забое износились до критической степени, при которой их необходимо заменить новыми. В связи с этим изношенные шары поднимаются с забоя в ШУ 4, где остаются до конца рейса. А из ШП осуществляется подача новой партии шаров на забой. После чего бурение возобновляется. По истечении рабочего цикла второй партии шаров, они также направляются в ШУ. Далее поднимают колонну бурильных труб, извлекаются шары из ШУ, ШП заполняется новыми, при необходимости обновляется диффузор.

Из схемы и описания цикла работы ША видно, что ЗУ 2 во время процесса улавливания и подпитки шаров будет препятствовать перемещению последних по затрубному пространству. Поэтому разработка устройства и способа приведения ЗУ в рабочее и транспортное положение является важным аспектом в вопросе обеспечения работоспособности УПУ. Причем «рабочим» в данном случае считается положение, в котором устройство будет выполнять свою функцию по направлению шаров в камеру смешения, а «транспортным» – при котором возможно свободное перемещение шаров из ШП на забой скважины и их подъем до ШУ.

В ходе анализа ряда конструкций было установлено, что этого можно добиться несколькими способами, применением:

- ЗУ со складывающимися лепестками;
- ЗУ с отверстиями переменного проходного сечения;
- ЗУ с поворачивающимися лепестками;
- регулированием проходного сечения ЗУ за счёт вращения

перекрывающего устройства (ПУ).

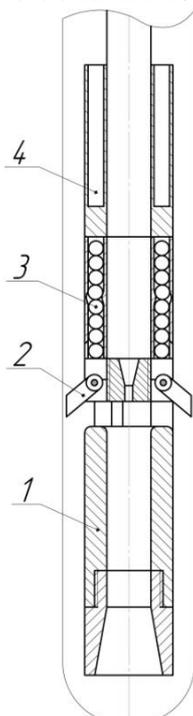


Рисунок 1. Схема компоновки низа бурильной колонны с УПУ:

- 1 – буровой снаряд;
- 2 – задерживающее устройство;
- 3 – забойный шаропитатель;
- 4 – забойный шароуловитель

Идея ЗУ со складывающимися лепестками является технически наиболее обоснованной, так как подобный принцип действия уже применяется в бурении, в частности, в раздвижных скважинных расширителях [10], в которых осуществлен принцип воздействия поступательно движущегося толкателя на шарнирные породоразрушающие органы. Толкатель при этом является продолжением подпружиненного поршня со штоком, который приводится в движение промывочной жидкостью.

На базе данной конструкции было разработано ЗУ следующего вида (Рисунок 2). В транспортном положении лепесток 6 находится в углублении корпуса ЗУ 3. На подпружиненный поршень 4 воздействует предварительно сброшенный запорный клапан, который перекрывает центральный канал. Поршень под действием давления промывочной жидкости перемещается в нижнее (рабочее) положение. При этом нижняя часть поршня 4 (толкатель) воздействует на подвижный лепесток 6 задерживающего устройства 3. Лепесток раскрывается и при совпадении фиксирующего средства с канавкой приводится в рабочее положение.

Однако данный тип устройства следующие недостатки:

- утоньшение стенки в месте паза для лепестка, что вследствие износа может привести к поломке;
- ненадежность и трудоемкость сборки лепестков такого типа;
- отсутствие способа снятия с фиксированного положения без повреждения фиксирующего средства;
- засор подвижных элементов и пазов корпуса шламом, в которых в транспортном положении располагаются лепестки.

Также видно, что в данном варианте при опускании поршня лепестки ЗУ раскрываются. Однако технологически более удобным было бы их складывание при воздействии поршня. Это обусловлено тем, что основное положение ЗУ "раскрытое", а закрываться лепестки должны только при необходимости удаления и подпитки шаров.

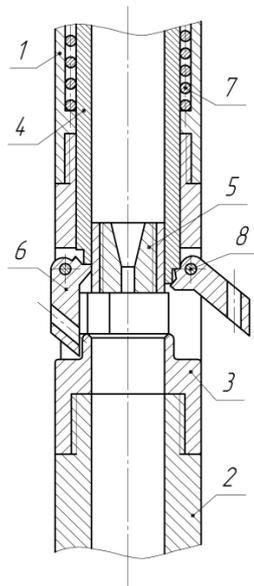


Рисунок 2 – ЗУ со складывающимися лепестками рычажного типа:

1 – корпус, 2 – корпус камеры смещения, 3 – корпус ЗУ, 4 – подпружиненный поршень, 5 – сопло, 6 – лепесток ЗУ, 7 – пружина, 8 – ось

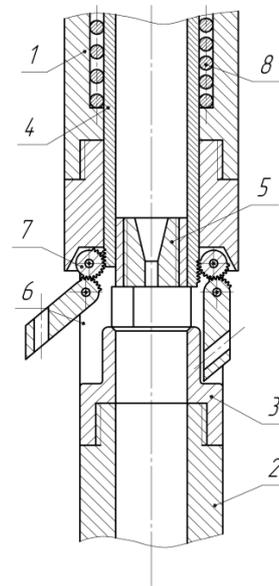


Рисунок 3 – ЗУ со складывающимися лепестками шестеренчатого типа:

1 – корпус, 2 – корпус камеры смещения, 3 – корпус ЗУ, 4 – подпружиненный поршень, 5 – сопло, 6 – лепесток ЗУ, 7 – промежуточное колесо, 8 – пружина, 9 – ось

В связи с этим было решено изменить направление движения лепестков при опускании поршня путем добавления промежуточных тел. На рисунке 3 приведено ЗУ шестеренчатого типа, механизм которого разработан по аналогии с многоступенчатым механическим расширителем [10]. Принцип действия данной конструкции интуитивно понятен, так как практически идентичен принципу действия первой конструкции, за исключением того, что шток здесь воздействует на промежуточное колесо, которое служит для изменения направления вращения лепестка. Теперь он, как и требовалось, закрывается при опускании штока.

Возможны варианты штока с зубчатыми рейками и с червяком. Причем червячная передача обладает эффектом самоторможения и является необратимой: если приложить момент к ведомому звену (червячному колесу), из-за сил трения передача работать не будет. Таким образом, обеспечивается надежная фиксация ЗУ в рабочем положении. В случае с зубчатыми рейками фиксация тоже осуществима, но с меньшей степенью надежности.

Достоинства шестеренчатого ЗУ

- Обеспечивает движение лепестков в нужном направлении;
- Фиксация штока в приведенном положении;
- Плавность работы (в червячном варианте).

Недостатки шестеренчатого ЗУ:

- Усложнение конструкции;

- Крайне нежелательное увеличение числа мелких подвижных частей;
- Большие потери на трение;
- Трудноосуществимое вращение червячного штока (в червячном варианте).

Исходя из вышеизложенного ясно, что необходимо найти решение, которое объединит достоинства предложенных конструкций, исключит недостатки и будет удовлетворять требованиям технологического процесса шароструйного бурения. Кроме того, ЗУ должно отвечать условиям хорошего выноса шлама и уменьшения гидравлических сопротивлений. Поэтому вопрос гидродинамики протекания процесса, влияния формы элементов на потери также подлежит исследованию.

В ходе работы были предложены устройство и способ приведения ЗУ в рабочее и транспортное положение, что дает возможность осуществлять подпитку при помощи ранее предложенного УПУ, которое в свою очередь обеспечит повышение рейсовой скорости.

В дальнейшем планируется:

- проработать альтернативные способы обеспечения подвижности ЗУ;
- согласовать способ приведения ЗУ в «рабочее» и «транспортное» положение со способом воздействия, осуществленном в конструкции шаропитателя;
- изучить гидродинамику процесса, влияние формы элементов ЗУ на потери давления.

Литература

1. Уваков А.Б. Шароструйное бурение. – М.: Недр, 1969. – 207 с.
2. Заурбеков С.А. Повышение эффективности призабойных гидродинамических процессов при шароструйном бурении скважин: автореф. дис. ... канд. техн. наук – Алматы, 1995. – 18 с.
3. Kovalyov A.V. Designing the ejector pellet impact drilling bit for hard and tough rock drilling [Электронный ресурс] / A.V. Kovalyov, S.Ya. Ryabchikov, Ye.D. Isaev, F.R. Aliev, M.V. Gorbenko, A.B. Strelnikova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2015. – Vol. 24. – Режим доступа: <http://iopscience.iop.org/1755-1315/24/1/012016>.
4. Kovalyov A.V. Pellet impact drilling operational parameters: experimental research [Электронный ресурс] / A.V. Kovalyov, S.Ya. Ryabchikov, Ye.D. Isaev, F.R. Aliev, M.V. Gorbenko, A.V. Baranova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2015. – Vol. 24. – Режим доступа: <http://iopscience.iop.org/1755-1315/24/1/012015>.
5. Ковалев А.В., Симон А.А., Яцкив А.А., Исаев Е.Д. Исследование влияния геометрических параметров шароструйно-эжекторных буровых снарядов на эффективность их работы // Труды XVIII Международного симпозиума студентов и молодых учёных имени академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр». – Томск: Изд. ТПУ, 2014. – С. 408-411.
6. Ковалев А.В., Исаев Е.Д., Алиев Ф.Р., Яцкив А.А., Якушев Д.А. Методика проведения экспериментов на лабораторном стенде при исследовании процессов шароструйного бурения // Труды XVII Международного симпозиума студентов и молодых учёных имени академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр». – Томск: Изд. ТПУ, 2014. – С. 398-401.
7. Eckel I.E., Deily F.H., Ledgerwood L.W. Development and testing of jet pump pellet impact drill bits // Transaction AIME. – Dallas, 1956. – Vol. 207. – p. 15.
8. А.В. Ковалев, Е.Д. Исаев, В.В. Урниш Разработка улавливающе-подпитывающего устройства для повышения рейсовой скорости шароструйного бурения // Труды XIX Международного симпозиума студентов и молодых учёных имени академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр». – Томск: Изд. ТПУ, 2015. – С. 397-399.
9. Патент №275918 E21B7/16 Забойный шаропитатель // Ковалев А.В. заявл. 01.07.2013; опубл. 27.21.2014
10. Башкатов А.Д. Прогрессивные технологии сооружения скважин - М.: "Недра-Бизнесцентр", 2003 - 556 с.
11. Патент №2292438 E21B7/28. Скважинный расширитель / Башкатов А.Д., Керимов В.А. и др. заявл. 01.07.2005; опубл. 27.21.2007

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ УГЛЕВОДОРОДНОГО БУРОВОГО РАСТВОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭМУЛЬГАТОРА ЭМ-4

А. Д. Фензель

Научный руководитель, доцент К. М. Минаев

Национальный исследовательский Томский Политехнический Университет, г. Томск, Россия

В строительстве нефтегазовых скважин, а также подводных переходов методом наклонно – направленного бурения в качестве буровых растворов используют суспензии, являющиеся дисперсными системами на водной основе. При вскрытии пласта таким раствором вода просачивается в пласт, тем самым повышая его водонасыщенность, таким образом, обводнение пласта отрицательно сказывается на нефтеотдаче. При разработке и эксплуатации нефтяных месторождений необходимо применять меры для предохранения нефтяных пластов и забоев скважин от преждевременного обводнения. При проникновении в породу фильтрата бурового раствора возрастает водонасыщенность в призабойной зоне пласта (ПЗП), что значительно уменьшает относительную проницаемость пород для нефти и, как следствие, уменьшается дебит скважины, усложняется и замедляется процесс освоения скважины. Водные фильтраты промывочных жидкостей имеют обычно гидрофильную природу, хорошо смачивают и прочно удерживаются породами пласта. Удаление их из ПЗП затруднено даже при повышенных депрессиях [1]. В целях сохранения коллекторских свойств пластов, и предупреждения осложнения при бурении в неустойчивых разрезах были разработаны и стали применяться в промышленных масштабах буровые растворы на углеводородной основе (РВО). Они предназначены для