

БУРЕНИЕ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

УДК 622.248

И.Р. Миннахметов

Санкт-Петербургский государственный
горный университет, Россия

АНАЛИЗ РАБОТЫ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТКИ ЗАБОЯ СКВАЖИН ОТ МЕТАЛЛА

Практически трудно найти скважину, на забое которой не находилось бы того или иного количества крупного шлама. О наличии в скважине посторонних, в частности металлических, предметов судят по кратковременному заклиниванию инструмента в процессе бурения, по царапинам на нижней части бурильной колонны, а также по состоянию наружной поверхности породоразрушающего инструмента. Анализ, проведенный в объединении «Нижневожжскнефть» по 59 скважинам глубиной 3050 – 3100 м, показал, что металлический скрап в осадке на забое составляет 209...2275 г.

Некачественная очистка забоя скважин от металла является одной из причин возникновения аварий в бурении, наиболее сложной из которых является прихват бурильного инструмента. Металлические обломки и крупный шлам, связанные к тому же плотной глинистой массой, располагающиеся на поверхности забоя, снижают проходку на долото и служат причиной прихвата бурильного инструмента.

Ключевые слова: металл, шлам, ловильный инструмент, очистка забоя.

I.R. Minnakhmetov

Saint-Petersburg state mining university, Saint-Petersburg, Russia

ANALYSIS OF EXISTING TECHNOLOGY FOR CLEANING OF METAL DOWNHOLE

Almost hard to find a hole on the bottom of which was not to a particular number of large cuttings. The presence of outsiders in the well, in particular, metal, objects are judged on short-term wedging tool in the drilling process, the scratches on the bottom of the drill string, as well as on the outer surface of rock cutting tools. The analysis conducted in association Nizhnevozhzhskneft to 59 wells of depth 3050 – 3100 m, showed that the metal scrap in the sediment at the bottom is 209...2275. Poor cleaning of the borehole bottom of the metal is one of the causes of accidents in the drilling, the most difficult of which is stuck pipe drilling tool. Metal debris and large cuttings relating to the same dense clay mass, located on the surface of the face, decrease in the driving of the bit and cause sticking the boring tool.

Keywords: metal, sludge, fishing tools, face cleaning.

В зависимости от свойств горных пород, качества промывочной жидкости, степени совершенства промывки, скорости спуско-подъема, геометрии перекрытой части ствола скважины и ряда других факторов толщина слоя крупного шлама, осевшего в призабойной зоне скважины, при существующих способах бурения колеблется в пределах от 0,5 до 25,0 м [1–4].

Металлические обломки в осадке на забое разделяют на четыре группы [1–4]:

I группа – обломки, оставшиеся на забое из-за взаимного разрушения массива горной породы и породоразрушающего инструмента. Они представляют собой сколотые под корень зубья шарошечного долота, выпавшие из тела шарошек твердосплавные штыри, отколотые вершины первой шарошки, а также элементы опоры долота в виде шариков и роликов. В отдельных случаях на забое обнаруживали лопасти турбинок турбобура;

II группа – обломки, оставшиеся на забое при разрушении аварийной части бурильного инструмента торцовыми фрезерами или иными инструментами;

III группа – металлические предметы, упавшие на забой с устья скважины из-за небрежности буровой бригады: кувалды, секачи, сухари от буровых ключей, болты, гайки, обрывки проволоки талевого каната и т. п.;

IV группа – металлические обломки стоп-кольца, обратного клапана, направляющего башмака колонны, оставшиеся на забое после разбуривания цементного камня в обсадных колоннах или калибрования обсадной колонны.

Результаты количественного анализа металлических обломков, уловленных в скважинах на глубине 2500...4000 м, показали, что количество скрапа I группы на забое нестабильное, так как зависит от объективных и субъективных причин и составляет в среднем 200...440 г на скважину. Забой глубокой скважины не сразу освобождают от попавшего туда скрапа.

При анализе скрапа II группы обнаружена следующая закономерность. Если оставшиеся на забое крупные обломки шарошечных долот в виде отдельных шарошек, элементов лап и других предметов разбуривать с помощью шарошечных долот, то масса скрапа, поднятого с забоя после разбуривания, превышает массу разбуриваемой ша-

рошки более чем на 5...10 %. Объясняется это тем, что при разрушении посторонних металлических предметов на забое шарошечным долотом оно теряет часть своих зубьев, за счет чего увеличивается количество скрапа. После дробления на забое этих предметов торцовым фрезером масса металлических обломков составляет 75...85 % массы новой шарошки. При этом около 1...9 % общей массы разбуриваемого предмета выносятся к устью скважины в виде мелкой стружки, остальная часть металлических обломков забивается в стенки скважины. Масса скрапа II группы составляет в среднем 2,5...3,5 кг.

Металлические обломки III группы встречаются на забое почти каждой скважины, но попадают туда случайно, поэтому в анализ оставшегося на забое скрапа не включены.

Довольно распространена IV группа металлических обломков. Если очистку забоя скважины осуществляют сразу после разбуривания обратного клапана и стоп-кольца обсадной колонны, то с забоя извлекают до 40 кг чугунных и стальных обломков. Через 15–20 рейсов чугунные обломки, как правило, полностью удаляют с забоя. На крупных стальных обломках можно видеть многочисленные следы воздействия на них зубьев шарошечных долот. Масса скрапа IV группы составляет в среднем 18...40 кг.

Наличие на забое скважины вышеперечисленных предметов снижает темп ее углубления, показатели работы долот и приводит к авариям.

Для удаления металлических предметов с забоя скважины применяют два способа: разрушают предметы на забое скважины; извлекают их без предварительного размельчения.

Наиболее распространенным инструментом для разрушения крупноразмерных твердых тел на забое являются торцевые фрезеры различных конструкций. Однако разбуривание металла на забое приводит также к дополнительному засорению забоя твердым сплавом и в ряде случаев к возникновению новой аварии с шарошечным долотом, и тем самым к углублению тяжести аварии. Поэтому для полного удаления аварийного металла на забое необходимо обязательно проводить специальную очистку забоя от металлического скрапа.

Наиболее эффективный способ очистки забоя скважин от металла – извлечение его без предварительного разрушения с помощью ловильных инструментов, которые по конструкции и принципу действия разделяются на механические, гидромеханические, магнитные и гидравлические.

К механическим ловильным инструментам относят клещи, «кошки», «волчью пасть», фрезер-седло, колокол, шлипсы, метчики, трубные пауки, фрезер-пауки и др. Конструкция механических ловильных инструментов простая, они легки в обращении, однако ненадежны в работе.

Гидромеханические ловильные инструменты имеют общий признак: передача усилия на рабочий орган – захват осуществляется за счет создания давления промывочной жидкости на плунжер (поршень) тем или иным способом.

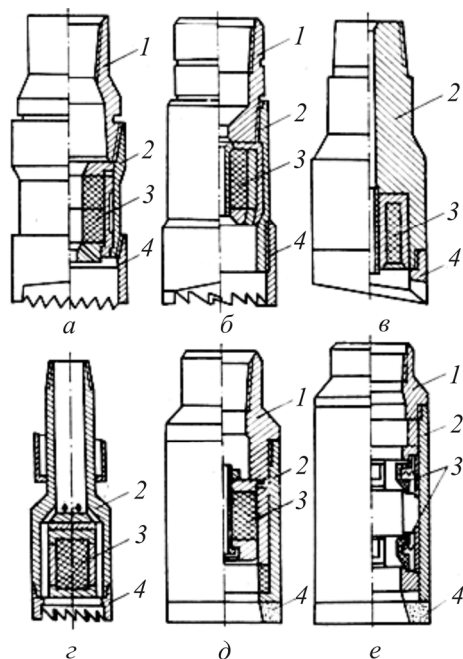


Рис 1. Фрезеры магнитные: а, б – отечественные типа ЛМ и ФМ; в, г – зарубежные типа FM (США); д, е – отечественные соответственно с увеличенным объемом активной ловильной зоны и с подпружиненной магнитной системой; 1 – переводник, 2 – корпус, 3 – система магнитная, 4 – коронка

Магнитные ловильные инструменты (рис. 1) делятся на фрезеры магнитные и металлоуловители. Сила притяжения в них образуется за счет воздействия магнитного поля на извлекаемые элементы бурового инструмента. Опыт показывает, что параметры магнитных ловителей невысоки, и даже шарошки и мелкий скрап извлекаются ими не во всех случаях. Еще ниже эффективность применения магнитного ловильного инструмента в глубоких и сверхглубоких скважинах.

Гидравлические ловильные инструменты позволяют очищать скважины от твердых тел за счет обеспечения высоких скоростей восходящего потока промывочной жидкости и использования его выносных свойств. По конструктивным признакам гидравлические ловители разделяют на следующие группы: шламометаллоуловители (ШМУ); эжекционные ловители; ловители с пакерными элементами для осуществления местной обратной циркуляции; ловители с местной обратной циркуляцией, осуществляемой за счет перераспределения потоков.

Шламометаллоуловители (рис. 2) получили широкое распространение при очистке забоя скважины от металла и шлама. Они работают по принципу перепада скорости восходящего потока промывочной жидкости в скважине. Их можно использовать как при прямой, так и при обратной схеме циркуляции.

Целевое назначение шламометаллоуловителей в скважине может быть весьма многообразно. Они применяются:

1) для улавливания и удаления из ствола и забоя скважины крупных фракций осадка твердых тел в процессе бурения скважин шарошечными, лопастными долотами сплошного бурения и коронками;

2) при ликвидации аварий с породоразрушающим инструментом в компоновке с магнитным или торцевым фрезером для полного удаления с забоя скважин всех обломков твердых тел;

3) для полной утилизации всего осадка при вскрытии продуктивных горизонтов с низким пластовым давлением и при капитальном ремонте.

Металлоуловители – калибраторы (МУК) предназначены для утилизации забоя от металлических остатков с одновременным калиброванием стенок скважины. Они состоят (рис. 3) из корпуса 1, прикрепленных к нему с помощью сварки лопастей 2, которые в свою очередь оснащаются породоразрушающими элементами 3. В нижней части межлопастного

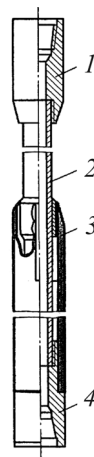


Рис. 2. Шламометаллоуловитель типа ШМУ-О: 1 – трубный переводник; 2 – вал; 3 – кожух; 4 – переводник-база

пространства привариваются дугообразные пластины 4, которые вместе с корпусом и лопастями образуют карманы 5. Металлические остатки сначала висят в жидкости, а потом под действием своей массы складываются в карманах МУКов. При смене долота металлические остатки вместе с МУКами поднимаются на поверхность.

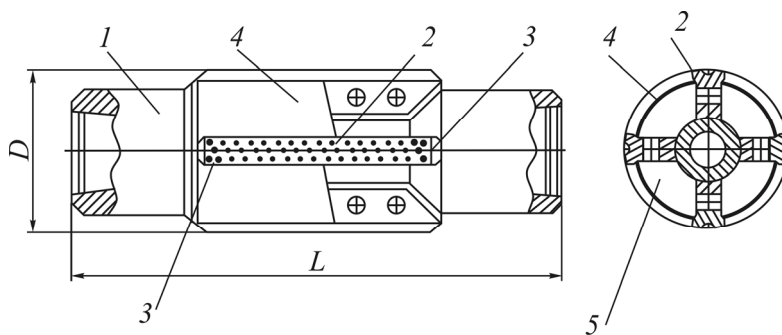


Рис. 3. Конструктивная схема металлоуловителя-калибратора ИСКМ – МУК-212,7

Принцип работы эжекционных (струйных) ловителей основан на движении промывочной жидкости от забоя вверх во внутренней полости ловителя. Они имеют общий недостаток – сложность конструкции, необходимость наличия комплекта запасных деталей. Ввиду абразивности промывочной жидкости сопла струйных насосов быстро выходят из строя. При утяжеленных промывочных жидкостях их не применяют.

Ловители с пакерными элементами для осуществления местной обратной циркуляции представляют большой интерес. Как показывает опыт, обратная циркуляция – более эффективна, чем прямая, как для процесса бурения, так и для работ, связанных с очисткой забоя скважин от металла и шлама. Обратная циркуляция позволяет использовать внутреннюю полость ловителя для улавливания крупных тел и создавать необходимую скорость движения жидкости в призабойной зоне для подъема тел с забоя и транспорта их во внутреннюю полость ловителя.

У ловителей с местной обратной циркуляцией, осуществляемой за счет перераспределения потоков, местная обратная циркуляция происходит вследствие преобразования прямого потока прокачиваемой жидкости на обратный за счет концентрично расположенных труб, связанных между собой системой пропускных каналов или клапанов.

В СКБ «Геотехника» разработана ловушка шнекового типа (рис. 4), предназначенная для извлечения из скважины обломков твердого сплава при гидроударном бурении. Она представляет собой полый цилиндр 1 с четырьмя винтовыми пазми на наружной поверхности и четырьмя отверстиями. Два паза закрыты стальной полосой 3, внутри цилиндра на сварке расположена пробка 2. Прокладки 4 обеспечивают совпадение пазов ловушки и долота 5. В результате вращения снаряда и воздействия восходящего потока промывочной жидкости твердый сплав поднимается по открытым пазам ловушки и попадает во внутреннюю полость. Промывочная жидкость поступает на забой по закрытым винтовым пазам ловушки.

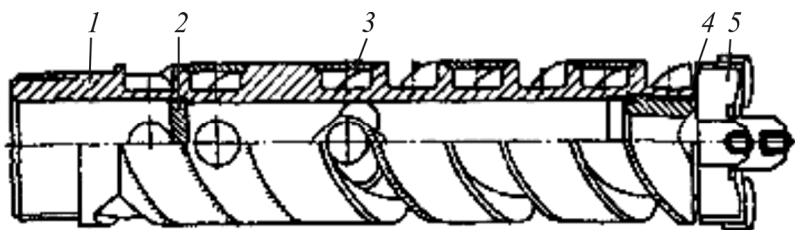


Рис. 4. Ловушка шнекового типа

Одним из главных достоинств гидравлических снарядов является то, что они способны удалять с поверхности забоя твердые тела независимо от их физико-механических свойств и размеров без предварительного их размельчения.

Таким образом, для повышения технико-экономических показателей бурения скважин необходима систематическая очистка забоя от металла и шлама, успех которой зависит от правильности выбора и использования необходимого для этого инструмента, его конструктивных особенностей и надежности.

Анализ и обобщение опыта работы существующих технологий и технических средств для очистки забоя скважин позволяют сделать следующие выводы:

1. Металлические обломки и крупный шлам, связанные к тому же плотной глинистой массой, располагающиеся на поверхности забоя, снижают проходку на долото и служат причиной прихвата бурильного инструмента.

2. Очистка забоя магнитным фрезером не только малоэффективна, но и требует большого количества времени и труда.

3. При дроблении на забое крупных шламов металлических обломков при помощи торцевого фрезера или шарошечного долота часть металлических обломков остается на забое и сопровождает процесс бурения, что увеличивает время бурения. Эти обломки служат к тому же причиной преждевременного износа долота или причиной заклинивания колонны буровых труб;

4. Применение шламометаллоуловителя (ШМУ) для очистки забоя от технологического осадка в процессе бурения способствует удалению с забоя основной массы осадка и в то же время не вызывает никаких технологических трудностей и нежелательных осложнений.

Библиографический список

1. Литвиненко В.С., Калинин А.Г. Основы бурения нефтяных и газовых скважин: учеб. пособие. – М.: ЦентрЛитНефтегаз, 2009. – 544 с.

2. Бондаренко Н.А., Жуковский А.Н., Мечник В.А. Основы создания алмазосодержащих композиционных материалов для породоразрушающих инструментов / Институт сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины. – Киев, 2008. – 456 с.

3. Магнитные устройства для очистки скважин / Ю.А. Курников, И.Ф. Конкур, М.Т. Кобылянский, Л.И. Романишин. – Львов, 1988. – 108 с.

4. Акопов Э.А. Очистка забоя глубоких скважин. – М.: Недра, 1970. – 120 с.

References

1. Litvinenko V.S., Kalinin A.G. Basics of oil and gas drilling: Manual – M.: CentrLitNeftegaz, 2009.

2. Bondarenko N.A., Zhukovskij A.N., Mechnik V.A. Development basics of diamond composite materials for rock cutting tools / Institute for ultra-hard materials named by V.N. Bakulja NAN Ukraine. – Kiev, 2008.

3. Kurnikov U.A., Koncur I.F., Kobyljanskij M.T., Romanishin L.I. Magnetic devices for cleaning wells – L'vov, 1988.

4. Akopov E.A. Cleaning of deep wells bottom. – M.: Nedra, 1970.

Об авторе

Миннахметов Ильдар Разумович (Санкт-Петербург, Россия) – аспирант кафедры бурения скважин Санкт-Петербургского государственного горного университета (199406, г. Санкт-Петербург, ул. Наличная, 28/16, e-mail: Minnakhmetov88@gmail.com).

About the author

Minnakhmetov Ildar Razumovich – graduate, Saint Petersburg Mining University (28/16 Nalichnaja st., Saint Petersburg, Russia, 199406, Minnakhmetov88@gmail.com).

Получено 14.03.2012