

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИКА БУРЕНИЯ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЙ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ПОРОДОРАЗРУШАЮЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Ф.Р. Алиев

Научные руководители: профессор С.Я. Рябчиков, ассистент А.В. Ковалев
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Постоянно растущий спрос на углеводороды в современном мире требует стремительного развития отраслей нефтяной и газовой промышленности. Одним из способов решения данного вопроса остается освоение новых регионов. Однако открытие и разработка новых месторождений связаны с необходимостью бурения в твердых, крепких и очень крепких породах, в сильно перемежающихся по твердости и абразивности породах.

При бурении в твердых горных породах резко увеличиваются энергозатраты на разрушение породы на забое, уменьшается проходка на долото. Первый показатель приводит к снижению механической скорости бурения, а второй – к увеличению непроизводительных затрат за счет перерасхода породоразрушающего инструмента. В свою очередь перечисленные факторы снижают эффективность бурения в целом. Особенно этот вопрос актуален при бурении скважин в Восточной Сибири, Урало-Поволжье, шельфе Баренцева моря.

До недавнего времени для бурения в твердых, крепких горных породах широко использовали шарошечные долота, которые показывали неплохую работу при разрушении ГП и в процессе их повсеместного применения подвергались различным модификациям, усовершенствованиям. Но и эти наработки ученых не приносили желаемого результата. В наши дни сервисными компаниями широко используются буровые долота с поликристаллическими алмазными резацами. Сегодня PDC-долота постепенно вытесняют шарошечный породоразрушающий инструмент, устанавливая новые рекорды, которые еще совсем недавно считались недостижимыми. Так, доля применения долот PDC при строительстве нефтегазовых скважин на территории Российской Федерации в 2011 году составила 86%, а долот шарошечного типа – всего 14%.

Процесс разрушения горной породы разнообразными ПРИ осуществляется различным механизмом разрушения. По своей сути, это и является определяющим фактором.

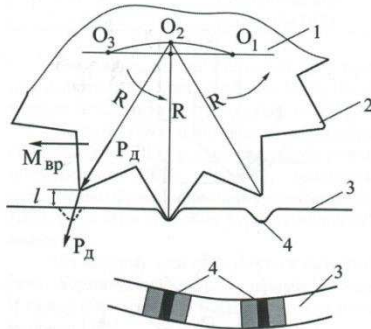


Рис. 1. Механизм разрушения при бурении шарошечными долотами:
1 – корпус шарошки, 2 – зубья шарошки, 3 – плоскость забоя, 4 – лунки разрушаемой породы.

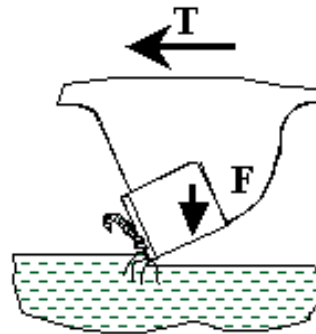


Рис. 2 Механизм разрушения породы при бурении долотами PDC

При вращении инструмента шарошечного типа (рис. 1) шарошки, вооруженные зубьями, перекатываются по забою, в результате чего ось их вращения то поднимается, то опускается на величину l . В последнем случае зубья шарошки соударяются с породой забоя, т.е. наносят удары достаточно большой силы P_d , в результате чего порода в контакте с зубьями разрушается за счет дробления, скальвания и раздавливания [1].

Процесс разрушения горной породы долотами режуще-скальвающего действия осуществляется вследствие резания или скальвания. Под действием осевой нагрузки F (рис. 2) резы внедряются в горную породу и, вращаясь вокруг оси долота, скальвает-срезает слой горной породы определенной толщины. Разрушение забоя происходит под воздействием тангенциального усилия со стороны предварительно внедрившегося в горную породу инструмента. Тангенциальное усилие обеспечивает возникновение состояния сжатия горной породы перед передней гранью породоразрушающего элемента вооружения и в зависимости от механических свойств породы при данном давлении и температуре либо резание, либо скальвание породы [2].

Разрушение посредством развития сдвиговой неустойчивости оказывается намного эффективнее разрушения вдавливанием, по этой причине осевая нагрузка на долото уменьшается кратно, по сравнению с шарошечным, а крутящий момент наоборот возрастает, что требует в интервалах залегания средних по твердости горных пород применять высокомоментные гидравлические забойные двигатели, либо использовать роторный способ бурения.

Разрушение горной породы за счет резания требует меньших затрат энергии [3], чем разрушение породы за счет сжатия, а отсутствие наката зубка шарошки на шламовую подушку забоя скважины позволяет исключить формирование сальника на рабочей поверхности долота[4].

Наглядно все эти преимущества безопорных долот продемонстрированы в таблице показателей работы PDC-долот, полученные НИИ «Буринтех»[5].

Таблица 1

Показатели работы PDC-долот НИИ «Буринтех»

Регион	Описание пород	Категория горных пород по твердости	PDC-долота		Шарошечные долота	
			Проходка на долото, м	Сред. мех. скорость бурения, м/ч	Средняя проходка на долото, м	Сред. мех. скорость бурения, м/ч
Республика Саха (Якутия)	Доломиты, Известняки	VI-VIII	811 (475-1286)	7,5	200	4,5
Оренбургская область	Доломиты, Известняки	VI-VIII	905 (1986-2891)	8,2	180	4,0
Республика Коми	Переслаивание известняков, мергелей, алевролитов	IV-VII	322 (3431-3753)	4,1	180	2,2
Республика Коми	Глины с пропластками известняков, мергелей, алевролитов	IV-VI	1457 (703-2160)	8,4	190	4,4
Республика Коми	Глины с пропластками известняков, мергелей, алевролитов	IV-VI	1024 (826-1850)	7,8	480	4,0
Республика Саха (Якутия)	Переслаивание аргиллитов, известняков, песчаников	IV-VII	60 (2364-2424)	2,3	29	0,7

Породоразрушающий инструмент данного класса разрабатывается со специально спроектированным профилем долота и оптимально подобранным количеством лопастей, обеспечивающих максимальное перекрытие резцов, защищающее долото от преждевременного износа. С целью повышения стабильного поведения долота на забое применена спиральная форма лопастей. Также конструкции современных долот PDC имеют упорядоченную динамику гидравлических потоков для предотвращения повторного измельчения шлама на забое и устранения застойных циркуляционных зон в призабойной части скважины. Активная защита калибрующей части дает возможность бурить значительные интервалы без потери диаметра. Набор конструктивных решений, воплощенные в этих долотах, позволяет получить максимальные значения скорости, проходки и отличную управляемость как при бурении вертикальных, так и наклонно-направленных скважин. Как и любой другой инструмент долота PDC имеют свои недостатки. В первую очередь к ним можно отнести ограниченное использование долот при бурении интервалов пород до восьмой категории твердости по Л.А. Шрейнеру.

Поэтому в более твердых горных породах используют импрегнированные алмазные долота истирающего типа, которые позволяют бурить в породах до 11-й категории твердости и до 12-й категории абразивности. Алмазы разрушают горную породу микрорезанием, передеформированием с последующим усталостным отделением частиц породы или ее истиранием.

В процессе работы с породоразрушающим инструментом режуще-скалывающего типа можно выделить направления улучшения технологии, за счет которых можно повысить эффективность бурения долотами типа PDC, а именно:

- применение импрегнированного долота в сочетании с высокооборотным гидравлическим двигателем

[6];

- установка в КНБК забойных амортизаторов (виброгасителей) [7];
- применение наддолотноэжекторного насоса (ЭЖГ) [8];
- оптимальная рецептура бурового раствора;
- создание новых конструкций долот;
- высокоэффективное распределение гидромониторных насадок;
- усовершенствованная схема размещения износостойких резцов в долоте.

Анализ производственного опыта применения долот различного типа, приведенного в литературных источниках, позволяет предположить, что в скором времени применение используемых долот, даже типа PDC, сократится до минимума. Необходимо отметить, что технология бурения скважин долотами любого типа имеет достаточно высокую аварийность, существенно снижающую производительность буровых работ. Кроме того, по-прежнему является неразрешенной проблемой эффективного бурения современными долотами в крепких горных породах. Все эти факты говорят о том, что необходимо проводить исследования по выявлению новых альтернативных способов бурения в интервалах крепких горных, совершенствовать конструкцию долот, технологию бурения.

Одним из перспективных направлений решения данной проблемы является исследования в области шароструйного бурения, которые проводятся нами на кафедре бурения скважин.

Литература

1. Сулакшин С.С. Разрушение горных пород при бурении скважин: учебное пособие/Томск. – Изд-во ТПУ. – 2008. – 136 с.
2. Спивак А. И. Разрушение горных пород при бурении скважин: учебное пособие / А. И. Спивак, А. Н. Попов. — М. : Недрa, 1994. — 260 с.
3. Владиславлев В.С. Разрушение пород при бурении скважин // Гостоптехиздат, 1958.
4. Николаев Л.А. Повышение эффективности бурения за счет применения долот типа PDC// Бурение и нефть. - №1. – 2011. – С. 45-48.
5. Сулейманов А. А., Хабибуллин Р. Р. «Буринтех» расширяет область применения PDC долот: [Электронный ресурс] / Oil & Gas Eurasia. Электронный журнал. (Дата обращения: 02.04.2014 г.).
6. Хлебников Д.А., Мяслицин Н.Ю. Методы совершенствования турбобура для бурения в крепких породах// Бурение и нефть. - №6. – 2013. – С. 32-35.
7. Чулкова В.В. Ресурсосберегающая технология бурения скважин долотами PDC в условиях перемежающихся по твердости горных пород// Бурение и нефть. - №5. – 2012. – С. 48.
8. Штыфель А.П., Минигуллов М.Х., Евстифеев С.В., Ахметов Б.И. Увеличение скорости бурения//Нефть. Газ. Новации. - №3. – 2013. – С. 23-28.

ОСОБЕННОСТИ ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ ПРИ БУРЕНИИ

В.В. Андреев

Научный руководитель: ассистент Ю.А. Максимова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Коррозия металлов это процесс разрушения поверхности металлов в результате химического или электрохимического взаимодействия с агрессивной средой. Термодинамически коррозия металлов возможна в том случае, если в результате коррозионного процесса происходит уменьшение свободной энергии системы. Чем меньше значение свободной энергии – тем больше возможность разрушения металла под действием коррозии и высокую термодинамическую устойчивость продуктов коррозии, и, наоборот, большое значение свободной энергии системы говорит о невозможности протекания коррозионного разрушения металла и появляется вероятность обратного процесса, а именно восстановление продуктов реакции до первоначального состояния.

Коррозия под действием буровых растворов является одной из основных причин разрушения буровых труб и бурового оборудования. К примеру, существует статистика, что при ротационном бурении около 60% всех аварий происходит из-за нарушения прочности буровых труб и, реже, при спускоподъемных операциях и эти нарушения носят усталостный характер. В результате воздействия буровых растворов происходит интенсивная коррозия и гидроабразивный износ проточной части рабочих ступеней турбобура.^[1]

Коррозионная активность буровых растворов напрямую зависит от их состава. Разнообразные требования, предъявляемые к промывочным жидкостям на разных этапах бурения, привели к созданию систем, состав и свойства которых могут изменяться в широком диапазоне. В настоящее время в основном используются следующие виды промывочных жидкостей: азрированные промывочные жидкости, вода, естественные растворы неглинистых пород, глинистые растворы, растворы на углеводородной основе и эмульсионные растворы.^[2]

Величина pH буровых растворов может изменяться в широких пределах в зависимости от применяемых реагентов, позволяющих регулировать основные технологические параметры жидкостей на водной основе. Большинство буровых промывочных жидкостей, применяемых при строительстве скважины, имеют